AXISVM

VERSIONE X8

MANUALE UTENTE

copyright

Copyright © 1991-2025 Inter-CAD Kft. , Ungheria. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, copiata o trasmessa in nessuna forma, elettronica, meccanica, per fotocopia, registrazione o altro, per nessuno scopo.

Marchi

AXISVM è un marchio registrato di Inter-CAD Kft.
Tutti gli altri marchi sono posseduti dai rispettivi proprietari.
Inter-CAD Kft. Non è affiliata con INTERCAD PTY. Ltd. of Australia.

Declino Responsabilità

Il materiale presentato in questo testo ha solo scopi illustrativi e dimostarativi, e non intende essere esaustivo o applicarsi a particolari problemi d'ingegneria e progettazione. Anche se sono stati fatti numerosi controlli nella preparazione di questo testo per garantirne l'accuratezza, Inter-CAD Kft. non si assume alcuna responsabilità verso persone o compagnie per eventuali danni diretti o indiretti derivanti dall'uso delle informazioni qui contenute.

Variazioni

Inter-CAD Kft. si riserva il diritto di revisionare e migliorare il suo prodotto quando lo ritiene necessario. Questa pubblicazione descrive lo stato dio questo prodotto al momento della pubblicazione, e non può riflettere il prodotto in futuro.

Versione

QUESTA È UNA VERSIONE INTERNAZIONALE DEL PRODOTTO CHE PUÒ NON ESSERE CONFORME AGLI STANDARD DEL RISPETTIVO PAESE.

Garanzia limitata

INTER-CAD KFT. NON DÀ NESSUNA GARANZIA, ESPLICITA O IMPLICITA, SULLA VENDITA O ADATTABILITÀ PER UNO SCOPO PARTICOLARE RIGUARDO A QUESTO MATERIALE.
IN NESSUN CASO INTER-CAD KFT. SARÀ RESPONSABILE VERSO CHIUNQUE PER DANNI SPECIALI, COLLATERALI, ACCIDENTALI O CONSEQUENZIALI CONNESSI O DOVUTI ALLA VENDITA O ALL'USO DI QUESTI MATERIALI. LA SOLA ED ESCLUSIVA RESPONSABILITÀ DELL'INTER-CAD KFT., INDENDENTEMENTE DALLA FORMA DELL'AZIONE, NON ECCEDERÀ IL PREZZO DEL MATERIALE QUI DESCRITTO.

Assistenza Tecnica

In caso di problemi nell'installazione o nell'uso di AXISVM, controllare prima il Manuale Utente – in esso è contenuta la risposta alla maggior parte delle domande. In caso di necessità di ulteriore assistenza, contattare il distributore software.

SOMMARIO

1. NUOVE OPZIONI DELLA VERSIONE X8 12

2. COME USARE AXISVM 14

2.1. HARDWARE RICHIESTO 15
2.2. PROTEZIONE E INSTALLAZIONE 16
2.2.1. Licenza basata su cloud 16
2.2.2. Chiave hardware 18
2.2.2.1. Sentinel SuperPro 18
2.2.2.2. Sentinel HL 20
2.2.3. Chiave software (Sentinel SL) 22
2.2.4. Installazione 23
2.2.5. Esecuzione degli add-ons 30
2.3. PER INIZIARE 31
2.4. INTERFACCIA UTENTE DI AXISVM 32
2.5. USO DI CURSORE, TASTIERA, MOUSE 33
2.6. TASTI SCELTA RAPIDA 34
2.7. MENU RAPIDO 39
2.8. FINESTRE DI DIALOGO 39
2.9. ESPLORA TABELLA 40
2.9.1. Caratteristiche della molla 47
2.10. GENERATORE DI RELAZIONE 48
2.10.1. La barra degli strumenti della relazione 50
2.10.2. Relazione 51
2.10.3. Modifica 53
2.10.3.1. Relazione basata sul template 54
2.10.3.2. Modifica Template 55
2.10.3.3. Relazione generata con i filtri 59
2.10.4. Immagini 59
2.10.5. Galleria 59
2.10.6. Barra degli strumenti di galleria e Libreria Immagini 60
2.10.7. Text Editor 60
2.11. GESTIONE DEI LIVELLI 61
2.12. GESTIONE PIANI 61
2.13. LIBRERIA IMMAGINI 61
2.14. SALVA NELLA LIBRERIA IMMAGINI 61
2.15. ESPORTA LA VISTA CORRENTE COME PDF 3D 61
2.16. MENU A ICONE 62
2.16.1. Selezione 63
2.16.2. Zoom 65
2.16.3. Viste 66
2.16.4. Modo visualizzazione 68
2.16.5. Codici colori 71
2.16.6. Cambiamento geometrico degli oggetti 73
2.16.6.1. Sposta/Copia 74
2.16.6.2. Ruota/Copia 75
2.16.6.3. Specchio/Copia 76
2.16.6.4. Scala/Copia 77
2.16.7. Piani di lavoro 77
2.16.8. Griglia strutturale 79
2.16.9. Linee di Riferimento 82
2.16.10. Strumenti Geometrici 83
2.16.11. Linee, simboli ed etichette di dimensione 84
2.16.11.1. Linee di dimensione ortogonali 84
2.16.11.2. Linee di dimensione allineate 86
2.16.11.3. Dimensione angolare 87
2.16.11.4. Lunghezza degli archi 87
2.16.11.5. Raggio dell'arco 88
2.16.11.6. Segni di livello e di elevazione 88
2.16.11.7. Casella di testo 89
2.16.11.8. Casella di testo per informazioni su oggetti e risultati 90
2.16.11.9. Etichette Isolinee 92
2.16.11.10. Linee di quota per la fondazione 93
2.16.12. Modifica dei layer di sfondo 93
2.16.13. Rinominare / rinumerare 94
2.16.14. Zone di ritaglio 95

2.16.15. Piano girevole ... *96*
2.16.16. Modalità drone ... *97*
2.16.17. Parti ... *102*
2.16.18. Linee di Sezione ... *104*
2.16.19. Travi virtuali ... *108*
2.16.20. Trova ... *110*
2.16.21. Opzioni di visualizzazione ... *111*
2.16.22. Opzioni del modello ... *117*
2.16.22.1. Griglia e cursore ... 118
2.16.22.2. Modifica ... 119
2.16.22.3. Disegno ... 120
2.16.22.4. Contollo del carico ... 121
2.16.23. Informazioni sul modello ... *121*
2.17. SMART COMMAND LINE ... 122
2.18. TASTI RAPIDI ... 125
2.18.1. Snap agli oggetti ... *126*
2.19. FINESTRE DI INFORMAZIONE ... 127
2.19.1. Finestra Info ... *127*
2.19.2. Finestra delle Coordinate ... *127*
2.19.3. Codifica colore ... *127*
2.19.4. Finestra Legenda Colori ... *127*
2.19.5. Finestra per la gestione della prospettiva ... *130*

3. IL MENÙ PRINCIPALE ... 131
3.1. FILE ... 131
3.1.1. Nuovo ... *131*
3.1.2. Revisioni precedenti ... *132*
3.1.3. Apri ... *133*
3.1.4. Salva ... *135*
3.1.5. Salva come ... *135*
3.1.6. Esporta ... *135*
3.1.6.1. Esporta in DXF ... 136
3.1.6.2. Esporta in IFC ... 136
3.1.6.3. Esportazione in Revit ... 138
3.1.6.4. Esporta in Tekla Structures ... 141
3.1.6.5. Esporta in Nemetschek Allplan ... 142
3.1.6.6. Esportazione in formato file SAF ... 142
3.1.6.7. Esporta in AXISVM ... 143
3.1.6.8. Esporta in altre applicazioni ... 144
3.1.7. Import ... *144*
3.1.7.1. Importazione di file DXF ... 144
3.1.7.2. Importazione di file IFC ... 145
3.1.7.3. Importare i file RAE di Revit ... 147
3.1.7.4. Importazione da Tekla Structures ... 152
3.1.7.5. Importazione di file PDF ... 153
3.1.7.6. Importazione di file SAF ... 153
3.1.7.7. Importazione di file AXISVM AXS ... 155
3.1.7.8. Importazione di file da altre applicazioni ... 155
3.1.8. Progettazione parametrica ... *155*
3.1.8.1. Grasshopper/Rhinoceros plugin ... 156
3.1.8.2. Dynamo/Revit plugin ... 159
3.1.9. Collegamento Tekla Structures - AXISVM - Modulo TI ... *160*
3.1.9.1. Collegamento bidirezionale per Tekla Structures versione 2021 e successive ... 160
3.1.9.1.1 Trasferimento del modello da AXISVM a Tekla Structures ... 160
3.1.9.1.2 Trasferimento del modello di analisi dalle strutture Tekla ad AXISVM ... 163
3.1.9.1.3. Flusso di lavoro tra AXISVM e le strutture Tekla ... 167
3.1.9.2. Collegamento unidirezionale per le versioni di Tekla Structures prima del 2021 ... 169
3.1.10. Intestazione pagina ... *172*
3.1.11. Configurazione di stampa ... *172*
3.1.12. Stampa ... *172*
3.1.13. Stampa da file ... *175*
3.1.14. Libreria Modelli ... *175*
3.1.15. Libreria Materiali ... *176*
3.1.16. Libreria Sezioni ... *182*
3.1.16.1. Editor di sezioni trasversali ... 185
3.1.17. Libreria delle caratteristiche della molle ... *199*
3.1.17.1. Molla da nodo a nodo ... 200
3.1.17.2. Isolatori sismici ... 204

3.1.18. Esci *205*
3.2. MODIFICA 206
3.2.1. Annulla *206*
3.2.2. Ripeti *206*
3.2.3. Ripeti l'ultimo comando *206*
3.2.4. Seleziona tutto *207*
3.2.5. Ripristina la selezione precedente *207*
3.2.6. Copia *207*
3.2.7. Incolla *207*
3.2.8. Opzioni Copia / Incolla *207*
3.2.9. Elimina *208*
3.2.10. Browser di tabella *209*
3.2.11. Generatore di relazioni *210*
3.2.12. Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione *210*
3.2.13. Informazioni sul Peso *210*
3.2.14. Cerca elementi strutturali *210*
3.2.15. Separa elementi strutturali *211*
3.2.16. Convertire i carichi di superficie distribuiti sulle travi *211*
3.2.17. Convertire le travi in modello shell *211*
3.2.18. Creare il modello shell per il collegamento nodale *212*
3.2.19. Convertire i carichi dei pannelli di carico selezionati in carichi singoli *212*
3.2.20. Converte i riferimenti automatici *212*
3.2.21. Rendere indipendenti le nervature parametriche *212*
3.3. IMPOSTAZIONI 213
3.3.1. Visualizzazione *213*
3.3.2. Opzioni modello *214*
3.3.3. Gestore dei livelli *214*
3.3.4. Piani *215*
3.3.4.1. Centri di taglio dei piani 217
3.3.5. Linee di riferimento (linee guida) *218*
3.3.6. Griglia strutturale *218*
3.3.7. Codici di calcolo *218*
3.3.7.1. Basi della progettazione strutturale EN 1990 219
3.3.7.2. Carichi e combinazioni EN 1991 220
3.3.7.3. Progettazione di strutture in cemento armato EN 1992 224
3.3.7.4. Progettazione di strutture in acciaio EN 1993 226
3.3.7.5. Progettazione di strutture composite EN 1994 230
3.3.7.6. Progettazione di strutture in legno EN 1995 231
3.3.7.7. Progettazione di strutture in muratura EN 1996 233
3.3.7.8. Progettazione geotecnica EN 1997 234
3.3.7.9. Progettazione sismica EN 1998 235
3.3.8. Unità e formati *236*
3.3.9. Gravità *237*
3.3.10. Riduzione della rigidezza *237*
3.3.11. Preferenze *239*
3.3.11.1. Sicurezza dati 240
3.3.11.2. Colori 241
3.3.11.3. Simboli grafici 242
3.3.11.4. Caratteri 243
3.3.11.5. Finestre di dialogo 244
3.3.11.6. Nomi predefiniti 245
3.3.11.7. Modifica 245
3.3.11.8. Definizione mesh 247
3.3.11.9. Barra dei comandi 248
3.3.11.10. Visualizzazione 249
3.3.11.11. Parti 250
3.3.11.12. Caricare le impostazioni predefinite del gruppo 251
3.3.11.13. Analisi 251
3.3.11.14. Relazione 252
3.3.11.15. Update 254
3.3.12. Tasti scelta rapida *255*
3.3.13. Lingua *257*
3.3.14. Lingua relazione *257*
3.3.15. Toolbars alla posizione di default *257*
3.3.16. Posizione di default delle finestre di dialogo *257*
3.3.17. Ripristino di tutti gli avvisi *257*
3.4. VISUALIZZA 258
3.5. PLUGINS 259

3.6. FINESTRA 259
3.6.1. Modifica Proprietà *260*
3.6.2. Finestre d'Informazione *260*
3.6.3. Immagine di sfondo *261*
3.6.4. Dividi orizzontalmente *261*
3.6.5. Dividi verticalmente *262*
3.6.6. Layout speciali delle finetre *262*
3.6.7. Chiudi finestra *263*
3.6.8. Modifica la dimensione delle etichette *263*
3.6.9. Evitare che le etichette si sovrappongano *263*
3.6.10. Libreria immagini *263*
3.6.10.1. Esportare i disegni in un file PDF 3D 265
3.6.11. Salva nella Libreria Immagini *265*
3.7. LICENZA 266
3.8. AIUTO 267
3.8.1. Argomenti *267*
3.8.2. Guide *267*
3.8.3. Aggiornamenti per AXISVM *268*
3.8.4. Aggiornamento AXISVM *268*
3.8.5. MYAXISVM Accesso *268*
3.8.6. Informazioni sul server COM *268*
3.8.7. Informazioni su... ..... *269*
3.8.8. Messaggi di errore e avvisi... ..... *269*
3.8.9. Informazioni di release... ..... *269*
3.9. BARRA ICONE 270

4. IL PREPROCESSORE 271

4.1. GEOMETRIA 271
4.2. IL COMANDO GEOMETRIA 272
4.2.1. Modalità Finestre Multiple *272*
4.3. SISTEMI DI COORDINATE 273
4.3.1. Sistemi di coordinate *273*
4.3.2. Coordinate Polari *274*
4.4. FINESTRA COORDINATE 275
4.5. GRIGLIA 275
4.6. PASSO DEL CURSORE 275
4.7. STRUMENTI DI EDITAZIONE 276
4.7.1. Identificazione del cursore *276*
4.7.2. Immissione numerica delle coordinate *277*
4.7.3. Misura di Distanze *277*
4.7.4. Movimenti vincolati del Cursore *278*
4.7.5. Blocco Coordinate *279*
4.7.6. Intersezione automatica *279*
4.8. BARRA STRUMENTI GEOMETRIA 280
4.8.1. Nodo (Punto) *280*
4.8.2. Linea *280*
4.8.3. Arco *281*
4.8.4. Divisione orizzontale *282*
4.8.5. Divisione verticale *282*
4.8.6. Sostituzione degli archi selezionati con linee rette *283*
4.8.7. Divisione in Quadrilateri/Triangoli *283*
4.8.8. Divisione linea *285*
4.8.9. Intersezione *285*
4.8.10. Elimina nodo *285*
4.8.11. Rimuove i nodi intermedi *285*
4.8.12. Estendere le linee per incontrare un'altra linea o un piano *286*
4.8.13. Accorcia linee per raggiungere un'altra linea o piano *286*
4.8.14. Estendere / tagliare le linee nel punto di intersezione *287*
4.8.15. Normale Trasversale *288*
4.8.16. Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da traslare rigidamente *288*
4.8.17. Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da eliminare *288*
4.8.18. Intersezione Domini *288*
4.8.19. Elimina le line e i nodi non necessari *288*
4.8.20. Controllo geometria e contorni del dominio *289*
4.8.21. Superficie *290*

4.8.22. Modifica, trasformazione *290*
4.8.23. Elimina *292*
4.9. ELEMENTI FINITI 293
4.9.1. Materiale *293*
4.9.2. Sezione trasversale *295*
4.9.2.1. Esplora le librerie di sezioni trasversali 295
4.9.3. Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL) *297*
4.9.4. Disegno diretto degli oggetti *300*
4.9.5. Disegno diretto appoggi elastici *302*
4.9.6. Dominio *302*
4.9.6.1. Definizione del dominio 304
4.9.6.2. Dominio nervato composito 306
4.9.6.3. Dominio nucleo cavo 307
4.9.6.4. Piastre nervate parametricamente 308
4.9.6.5. Lamiera grecata 309
4.9.6.6. Dominio con matrice di rigidezza personalizzata 310
4.9.6.7. Dominio CLT – modulo CLT 311
4.9.7. Fori *313*
4.9.8. Operazioni sui Domini *314*
4.9.9. Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL) *315*
4.9.10. Elementi Lineari *316*
4.9.10.1. Reticolare 316
4.9.10.2. Trave 318
4.9.10.2.1 Eccentricitá di travi e nervature 323
4.9.10.3. Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF 328
4.9.10.4. Nervatura 330
4.9.11. Elementi bidimensionali *333*
4.9.11.1. Membrana 334
4.9.11.2. Piastra 335
4.9.11.3. Guscio 336
4.9.12. Appoggio elastico nodale *337*
4.9.12.1. Calcolo della rigidezza dell'appoggio nodale 340
4.9.12.1.1 Calcolo dai parametri del pilastro 340
4.9.12.1.2 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dalla stratigrafia del suolo e dai parametri di fondazione 340
4.9.13. Appoggio lineari *344*
4.9.13.1. Calcolo della rigidezza dell' appoggio lineare 346
4.9.13.1.1 Calcolo dai parametri della parete 347
4.9.13.1.2 Stima della rigidezza dell' appoggio dal profilo del terreno e dai parametri della fondazione 347
4.9.14. Appoggi elastici superficiali *348*
4.9.14.1. Calcolo della rigidezza dell' appoggio superficiale 349
4.9.14.1.1 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dal profilo del terreno e dai parametri della fondazione 349
4.9.15. Cerniera di bordo *349*
4.9.15.1. Giunti di dilatazione 350
4.9.16. Elemento Rigido *351*
4.9.17. Diaframma *351*
4.9.18. Molla *352*
4.9.19. Vincolo Monolatero *354*
4.9.20. Isolatori sismici *355*
4.9.21. Link (collegamento) *357*
4.9.22. DOF (Gradi di Libertà) Nodali *360*
4.9.23. Riferimenti *363*
4.9.24. Creazione del modello strutturale da un modello architettonico *366*
4.9.25. Modifica *370*
4.9.26. Elimina *370*
4.10. CARICHI 371
4.10.1. Casi di Carico, Gruppi di Carico *371*
4.10.2. Combinazione di Carico *379*
4.10.3. Carichi nodali *382*
4.10.4. Carico Concentrato su Trave *383*
4.10.5. Carico concentrato su un Dominio o pannello di carico *383*
4.10.6. Carico distribuito lineare su trave / nervatura *384*
4.10.7. Carico di bordo *385*
4.10.8. Carico Lineare su Dominio / pannello di carico *387*
4.10.9. Carico superficiale *389*
4.10.10. Carichi di superficie su dominio *390*
4.10.11. Carichi superficiali distribuiti su elementi lineari *393*
4.10.12. Panelli di carico *393*
4.10.13. Carico neve – modulo SWG *396*

4.10.14. Carico vento – modulo SWG *405*
4.10.15. Vento simulato utilizzato nell'analisi della galleria del vento (modulo WIND) *417*
4.10.16. Generazione del carico del vento da un file CFD (Computational Fluid Dynamics) *421*
4.10.17. Carico idraulico *422*
4.10.18. Peso proprio *422*
4.10.19. Difetto di Lunghezza *423*
4.10.20. Pretrazione/Precompressione *423*
4.10.21. Carico Termico su elementi lineari *423*
4.10.22. Carico termico su elementi bidimensionali *424*
4.10.23. Spostamenti imposti agli appoggi elastici *424*
4.10.24. Linea d'influenza *425*
4.10.25. Carichi Sismici - modulo SE1 ..... *426*
4.10.25.1. Calcolo sismico in accordo con l'EUROCODICE 8 426
4.10.25.2. Calcolo del carico sismico secondo SIA 261 432
4.10.25.3. Calcolo dell'azione sismica secondo la normative italiana NTC 2018 433
4.10.25.4. Calcolo del carico sismico secondo P100-1 Rumeno 433
4.10.25.5. Calcolo del carico sismico secondo NPR 9998:2018 Olandesi 433
4.10.26. Carichi Pushover – modulo SE2 ..... *434*
4.10.27. Imperfezioni globali *436*
4.10.28. Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità *437*
4.10.29. Precompressione – modulo PS1 ..... *437*
4.10.29.1. Post-tensionamento di elementi di trave e nervature 437
4.10.29.2. Post-tensionamento dei domini 445
4.10.30. Carichi mobili *448*
4.10.30.1. Carichi mobili su elementi lineari 448
4.10.30.2. Carichi mobili sui domini o pannelli di carico 450
4.10.31. Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN *451*
4.10.31.1. Carico Dinamico nodale 456
4.10.31.2. Carico concentrato dinamico su dominio o pannello di carico 456
4.10.31.3. Area di carico dinamico indipendente dalla mesh su domini o pannelli di carico 457
4.10.31.4. Accelerazione dinamica di appoggio 457
4.10.31.5. Accelerazione nodale dinamica 458
4.10.31.6. Carico puntuale dinamico sul dominio o sul pannello di carico 458
4.10.31.7. Carico dinamico di superficie sul dominio o sul pannello di carico 458
4.10.32. Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8 ..... *459*
4.10.33. Effetto del fuoco su elementi lineari in legno - modulo TD8 ..... *464*
4.10.34. Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B *467*
4.10.35. Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S *470*
4.10.36. Dividere i carichi in casi di carico separati *471*
4.10.37. Massa Nodale *472*
4.10.38. Modifica *472*
4.10.39. Elimina *472*
4.11. GALLERIA DEL VENTO - MODULO WIND 473
4.11.1. Impostazione dei parametri di analisi (semplice) *474*
4.11.2. Impostazione dei parametri di analisi (dettagliato) *474*
4.11.2.1. Modello in galleria del vento 474
4.11.2.2. Mesh 476
4.11.2.3. Controllo della soluzione 478
4.11.3. Analisi in galleria del vento *478*
4.11.4. Risultati dell'analisi del flusso *480*
4.11.5. Definizione dei semi delle linee di flusso e dell'animazione delle linee di flusso *481*
4.12. MESH 483
4.12.1. Generazione della Mesh *483*
4.12.1.1. Mesh di elementi lineari 483
4.12.1.2. Generazione della mesh sul dominio 483
4.12.1.3. Mesh dei domini di modellazione del terreno 485
4.12.2. Raffinamento mesh *486*
4.12.3. Controllo Geometria *487*
4.12.4. Seleziona bordi liberi *487*
4.12.5. Cancellare tutte le mesh *487*
4.13. FASI DI COSTRUZIONE - MODULO STG 488
4.13.1. Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione *489*
4.13.2. Definizione delle fasi *491*
4.13.3. Modifica delle fasi *493*
4.13.4. Definizione delle opzioni per le fasi *496*
4.13.5. Definizione dei carichi delle fasi *496*

5. ANALISI **498**

5.1. ANALISI STATICA 500
5.1.1. Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG *506*
5.2. MODALE 509
5.2.1. Fattore di risposta alle vibrazioni *511*
5.3. ANALISI DINAMICA 513
5.4. ANALISI DI INSTABILITÀ 516
5.5. ELEMENTI FINITI 518
5.6. PRINCIPALI FASI DI UN'ANALISI 521
5.7. MESSAGGI DI ERRORE 522
5.8. PARAMETRI D'ANALISI 523

6. IL POSTPROCESSORE 524

6.1. STATICA 524
6.1.1. Valori minimo e massimo *531*
6.1.2. Animazione *531*
6.1.3. Animazione dei risultati della sezione del suolo *533*
6.1.4. Visualizzazione Diagramma *533*
6.1.5. Le curve di capacità Pushover *537*
6.1.5.1. La curva di capacità secondo l'Eurocodice 8 537
6.1.5.2. La curva di capacità secondo la normativa Italiana 538
6.1.5.3. L'accelerazione-spostamento dello spettro di risposta. 538
6.1.5.4. Drift 540
6.1.6. Tabella Risultati *540*
6.1.6.1. Tabelle di risultato del segmento di sezione 542
6.1.7. Spostamenti *542*
6.1.7.1. Calcolo non lineare della deformazione totale (wtot) per piastre in cemento armat 544
6.1.7.2. Spostamenti relativi 545
6.1.8. Velocità nodali *546*
6.1.9. Accelerazioni nodali *546*
6.1.10. Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave *546*
6.1.11. Sollecitazioni Nervatura *549*
6.1.12. Forze interne della trave virtuale *550*
6.1.13. Sollecitazioni Elementi Bidimensionali *551*
6.1.14. Reazioni Appoggio Elastico *553*
6.1.15. Forze interne dell'elemento a molla *555*
6.1.16. Sollecitazioni negli elementi link linea-liena e cerniere di bordo *555*
6.1.17. Deformazione della trave, trave reticolare e della nervatura *555*
6.1.18. Tensione da deformazione puntuale negli elementi reticolari, travi e nervature *556*
6.1.19. Deformazioni dell'elemento di superficie *556*
6.1.20. Tensione da deformazione puntuale negli elementi superficiali *558*
6.1.21. Deformazioni dell'elemento solido *558*
6.1.22. Deformazioni dell'elemento a molla *559*
6.1.23. Tensioni Elemento Reticolare/Trave/Nervatura *559*
6.1.24. Tensioni Elementi Bidimensionali *563*
6.1.25. Sollecitazioni dell'elemento solido *567*
6.1.26. Risultati non lineari dell'elemento a molla *568*
6.1.27. Risultati dinamici dell'elemento a molla *569*
6.1.28. Linee di Influenza *570*
6.1.29. Carichi non Equilibrati *570*
6.1.30. Risultati delle fasi di costruzione *571*
6.2. INSTABILITÀ 572
6.2.1. Creazione di imperfezione geometrica da forme di instabilità - modulo IMP *573*
6.3. VIBRAZIONE 576
6.4. DINAMICA 577
6.5. PROGETTO C.A. 578
6.5.1. Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1 ..... *578*
6.5.1.1. Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo Eurocode 2 583
6.5.1.2. Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo DIN EN e SIA 262 584
6.5.1.3. Calcolo dell' armatura inclinata secondo Eurocode 2 e SIA 26 585
6.5.1.4. Calcolo dell'armatura delle lastre composite con lamiera grecata secondo l'Eurocodice e le norme SIA 587
6.5.2. Armatura effettiva *592*
6.5.2.1. Armatura per elementi superficiali e domini 592
6.5.2.2. Armatura elementi superficiali 594
6.5.3. Verifica dell'armatura effettiva delle superfici in calcestruzzo *595*
6.5.4. Parametri armatura della trave (flessione uniassiale) *596*
6.5.5. Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale) *600*
6.5.6. Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato *605*

6.5.7. Analisi non lineare di superfici CA *607*
6.5.8. Fessurazione *608*
6.5.8.1. Calcolo secondo Eurocodice 2 609
6.5.9. Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci – modulo RC3 ..... *610*
6.5.9.1. Calcolo secondo Eurocodice 2 610
6.5.9.2. Calcolo secondo SIA 262 611
6.5.10. Armatura colonna – modulo RC2 ..... *612*
6.5.10.1. Calcolo eccentricità 617
6.5.10.2. Verifica dei pilastri armati secondo Eurocodice 2 (flessione con forza assiale) 619
6.5.10.3. Verifica dei pilastri armati secondo SIA 262 (flessione con forza assiale) 622
6.5.10.4. Verifica a taglio e torsione dei pilastri in cemento armato 623
6.5.10.5. Verifica a taglio e torsione in accordo con Eurocode 2 625
6.5.10.6. Verifica a taglio e torsione secondo SIA 262 626
6.5.10.7. Progetto della capacità: calcolo del valore di progetto della forza di taglio secondo l'Eurocodice e SIA 627
6.5.11. La verifica della progettazione di colonne composte – modulo RC2 ..... *629*
6.5.11.1. Verifica del progetto secondo l'Eurocodice e SIA 630
6.5.12. Progetto dell'armatura delle travi – modulo RC2 ..... *631*
6.5.12.1. Passi per il progetto d'armatura della trave 632
6.5.12.2. Controllo dell'armatura calcolata 635
6.5.12.3. Controllo armatura corrente nella trave 638
6.5.12.4. Progetto armatura travi secondo Eurocodice 640
6.5.12.5. Progetto armatura travi secondo SIA 262 642
6.5.13. Progettazione antincendio di elementi in cemento armato – Moduli RC8 ..... *644*
6.5.13.1. Progettazione antincendio di colonne e travi in calcestruzzo armato - Modulo RC8-B 645
6.5.13.2. Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S 647
6.5.14. Analisi di punzonamento – modulo RC3 ..... *648*
6.5.14.1. Analisi di punzonamento secondo l'Eurocodice 649
6.5.14.1.1 Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice 649
6.5.14.1.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo l'Eurocodice 655
6.5.14.2. Analisi di punzonamento secondo SIA 262 657
6.5.14.2.1 Analisi di punzonamento delle colonne secondo SIA 262 657
6.5.14.2.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo SIA 262 661
6.5.14.3. Componenti del risultato della punzonatura 662
6.5.15. Progettazione delle fondazioni – modulo RC4 ..... *663*
6.5.15.1. Progettazione del piede della fondazione 663
6.5.15.2. Progettazione della fondazione continua 675
6.5.15.3. Editor del profilo del terreno 676
6.5.15.4. Libreria dei profili del terreno 678
6.5.16. Progettazione di setti e pareti in cemento armato - modulo RC5 ..... *678*
6.5.16.1. Definire l'armatura del nucleo/parete 683
6.5.16.2. Verifica dell'armatura del nucleo/parete 687
6.5.16.3. Calcolo di eccentricità 688
6.5.16.3.1 Verifica dell'armatura secondo l'Eurocodice 2 (flessione con sforzo normale) 689
6.5.16.3.2 Verifica dell'armatura secondo SIA 262 (flessione con sforzo normale) 690
6.5.16.4. Verifica a taglio di pareti in cemento armato 691
6.5.16.4.1 Verifica del taglio e del taglio a scorrimento secondo l'Eurocodice 2 692
6.5.16.4.2 Controllo del taglio e dello scorrimento secondo la norma SIA 262 693
6.5.16.5. Risultati 694
6.5.17. Analisi sforzo-deformazione di strutture in C.A. - modulo RC6 ..... *696*
6.5.17.1. Analisi sforzo-deformazione di sezioni in cemento armato 696
6.5.17.2. Parametri di analisi dello sforzo-deformazione 698
6.5.17.3. Analisi dello sforzo-deformazione 700
6.5.17.4. Resultati 700
6.5.17.5. Analisi sforzo-deformazione degli elementi di superficie 702
6.6. PROGETTO ACCIAIO 704
6.6.1. Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1 ..... *704*
6.6.1.1. ULS parametri di progetto 712
6.6.1.1.1 Instabilità (a flessione) 713
6.6.1.1.2 Instabilità flesso -torsionale 717
6.6.1.1.3 Supporti laterali 718
6.6.1.2. SLS parametri di progetto 721
6.6.1.3. Diagrammi e calcoli di progetto 723
6.6.1.4. Ottimizzazione della sezione d'acciaio – modulo SD9 724
6.6.2. La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8 ..... *728*
6.6.3. Progettazione di giunti in acciaio *736*
6.7. PROGETTAZIONE LEGNO 738
6.7.1. Progetto della trave in legno – modulo TD1 ..... *738*
6.7.1.1. Parametri di progettazione SLU 743
6.7.1.2. Parametri di progettazione SLE 746
6.7.2. Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8 ..... *751*

6.7.3. Ottimizzazione delle sezioni trasversali in legno – modulo TD9 ..... *754*
6.8. PROGETTO PANNELLI CLT – MODULO CLT 755
6.9. PROGETTO DELLE PARETI IN MURATURA - MODULO MD1 759
6.9.1. Analisi complessa delle pareti in muratura non rinforzate *759*
6.9.1.1. Definizione delle pareti in muratura e dei loro parametri 760
6.9.1.2. Parametri della striscia di parete in muratura 763
6.9.1.3. Verifica del dominio come parete in muratura 765
6.9.1.4. Verifica delle pareti in muratura, definizione dei parametri di progetto e dei collegamenti 765
6.9.1.5. Visualizzazione delle pareti in muratura nel modello 772
6.9.1.6. Risultati 772
6.9.1.7. Principi di verifica 778
6.9.1.8. Verifica di progetto secondo l'Eurocodice 6 779
6.9.1.9. Verifica di progetto secondo le NTC 783
6.9.1.10. Verifica di progetto secondo SIA 786

7. AXISVM VIEWER 790

8. PROGRAMMAZIONE DI AXISVM – MODULO COM 791

9. MYAXISVM - RICHIESTA DI VERSIONE TRIAL, STUDENT,VIEWER E LIGHT DI AXISVM 792

10. ESEMPI 793
10.1. ANALISI STATICA LINEARE DI UN TELAIO PIANO DI ACCIAIO 793
10.2. ANALISI STATICA NON-LINEARE PER GEOMETRIA DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO 794
10.3. ANALISI DI INSTABILITÀ DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO 795
10.4. ANALISI DINAMICA (DEL I ORDINE) DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO 796
10.5. ANALISI DINAMICA (DEL II ORDINE) DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO 797
10.6. ANALISI STATICA LINEARE DI UNA TRAVE IN CALCESTRUZZO ARMATO 797
10.7. ANALISI STATICA LINEARE DI UNA PIASTRA IN CALCESTRUZZO ARMATA SEMPLICEMENTE APPOGGIATA 798
10.8. ANALISI STATICA LINEARE DI UNA PIASTRA INCASTRATA IN CALCESTRUZZO ARMATO. 799

11. BIBLIOGRAFIA 800

MODULI DI AXISVM

STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO	
RC1 – Parametri dell' armatura di superficie e calcolo dell'armatura	*6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*
RC2 – Armatura dei pilastri	*6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2* *6.5.11 La verifica della progettazione di colonne composte – modulo RC2*
RC2 – Armatura delle travi	*6.5.12 Progetto dell'armatura delle travi – modulo RC2*
RC3 – Analisi di punzonamento e calcolo della resistenza al taglio	*6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3* *6.5.9 Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci – modulo RC3*
RC4 – Progettazione di fondazioni a plinto e trave con verifiche geotecniche	*6.5.15 Progettazione delle fondazioni – modulo RC4*
RC5 – Progettazione di nuclei e pareti in cemento armato	*6.5.16 Progettazione di setti e pareti in cemento armato - modulo RC5*
RC6 – Analisi sforzo-deformazione delle strutture in cemento armato	*6.5.17 Analisi sforzo-deformazione di strutture in C.A. - modulo RC6*
RC8-B – Progettazione antincendio di travi e pilastri in cemento armato	*6.5.13.1 Progettazione antincendio di colonne e travi in calcestruzzo armato - Modulo RC8-B*
RC8-S - Progettazione antincendio di superfici in cemento armato	*6.5.13.2 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S*
PS1 – Analisi di travi e superfici post-tese	*4.10.29 Precompressione – modulo PS1*
STRUTTURE IN ACCIAIO	
SD1 – Progettazione di aste in acciaio	*6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*
SD8 – Progettazione antincendio di aste in acciaio	*6.6.2 La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8*
SD9 – Ottimizzazione della sezione trasversale dell'acciaio	*6.6.1.4 Ottimizzazione della sezione d'acciaio – modulo SD9*
7DOF – Elementi asta con 7 gradi di libertà	*4.9.10.3 Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF*
SC1 – Progettazione di giunti in acciaio	*6.6.3 Progettazione di giunti in acciaio*
STRUTTURE IN LEGNO	
TD1 – Progettazione di aste in legno	*6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*
TD8 – Progettazione antincendio di aste in legno	*6.7.2 Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8*
TD9 – Ottimizzazione della sezione trasversale del legno	*6.7.3 Ottimizzazione delle sezioni trasversali in legno – modulo TD9*
CLT – Analisi e progettazione di pannelli in legno lamellare	*6.8 Progetto pannelli CLT – modulo CLT*
STRUTTURE IN MURATURA	
MD1 – Progettazione di pareti in muratura	*6.9 Progetto delle pareti in muratura - modulo MD1*
MODULI PER L'ANALISI SISMICA	
SE1 – Analisi dello spettro di risposta modale	*4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*
SE2 – Analisi pushover	*4.10.26 Carichi Pushover – modulo SE2*
DYN – Analisi Time History	*4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*
MODULI PER L'ANALISI DINAMICA	
FFA – Calcolo del fattore di risposta alle vibrazioni per i solai	*5.2.1 Fattore di risposta alle vibrazioni*
DYN – Analisi dinamica generale	*5.3 Analisi Dinamica*
GENERAZIONE DI CARICHI METEOROLOGICI	
SWG – Generazione automatica dei carichi di neve e vento	*4.10.13 Carico neve – modulo SWG* *4.10.14 Carico vento – modulo SWG*
WIND - Generazione del carico vento con simulazione in galleria del vento digitale	*4.11 Galleria del vento - Modulo WIND*
INTERSCAMBIO DATI	
SAF, IFC, TI, ALP, REV, DXF – Connessioni con altri software CAD	*3.1.6 Esporta* *3.1.7 Import*
MODULO PER USO GENERALE	
STG – Fasi di costruzione	*4.13 Fasi di costruzione - Modulo STG* *5.1.1 Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG* *6.1.30 Risultati delle fasi di costruzione*
IMP – Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità	*4.10.28 Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità*
SOIL – Interazione tra terreno e struttura	*4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*

1. Nuove opzioni della Versione X8

GENERALE

Zone di ritaglio	*2.16.14 Zone di ritaglio*
Modalità drone	*2.16.16 Modalità drone*
Registro dei messaggi di errore e di avvertimento	*3.8.8 Messaggi di errore e avvisi...*
Esportazione delle animazioni come APNG	*6.1.2 Animazione*
Il visualizzatore è disponibile in MyAXSIVM	*7 AXISVM Viewer*

BIM E COLLEGAMENTI AD ALTRI PROGRAMMI

Esperienza utente migliorata (ad es. anteprima di Rhino, importazione da AXISVM), nuovi tipi di carico e altre nuove funzionalità in GrasshopperToAXISVM V8.0	*3.1.8.1 Grasshopper/Rhinoceros plugin*

GEOMETRIA

Conversione degli archi selezionati in linee rette	*4.8.6 Sostitutuzione degli archi selezionati con linee rette*

ELEMENTI

Fasi di costruzione (modulo STG)	*4.13 Fasi di costruzione - Modulo STG*
Rettangolo equivalente per il supporto di superficie Winkler (Steinbrenner)	*4.9.14.1.1 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dal profilo del terreno e dai parametri della fondazione*
Visualizzare gli identificatori univoci sugli elementi	*2.16.13 Rinominare / rinumerare*

CARICHI

Nuove categorie di terreno per lo standard tedesco (modulo WIND)	*4.10.15 Vento simulato utilizzato nell'analisi della galleria del vento (modulo WIND)*
Opzioni di calcolo della rugosità del terreno per lo standard polacco (modulo SWG e WIND)	*4.10.14 Carico vento – modulo SWG*
Aggiornamenti per i carichi di neve austriaci (modulo SWG)	*4.10.13 Carico neve – modulo SWG*
Effetti di un cedimento o di un malfunzionamento della struttura	*4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

ANALISI

Modellazione e analisi delle fasi di costruzione, demolizione e montaggio (modulo STG)	*5.1.1 Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG*
Modellazione dello stato iniziale del suolo (modulo SOIL)	*4.9.9 Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL)* *5.1 Analisi Statica*
Supporto completo per elementi 7DOF con sezione trasversale variabile (modulo 7DOF)	*4.9.10.3 Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF*
Anche gli elementi di contatto e i corpi rigidi hanno una rigidità geometrica	*4.9.16 Elemento Rigido* *4.9.21 Link (collegamento)*

RISULTATI

Risultati delle fasi di costruzione (modulo STG)	*6.1.30 Risultati delle fasi di costruzione*
Nuovi componenti nei risultati dell'analisi del flusso (modulo WIND)	*4.11.4 Risultati dell'analisi del flusso*

PROGETTAZIONE

Opzione lunghezza di buckling (modulo TD1)	*6.7.1.1 Parametri di progettazione SLU*
Stima automatica della lunghezza di instabilità da una forma di instabilità selezionata (modulo SD1 e TD1)	*6.6.1.2 SLS parametri di progetto* *6.7.1.1 Parametri di progettazione SLU*
Nuovo algoritmo di classificazione generale delle sezioni, calcolo delle sollecitazioni di Von Mises per le sezioni trasversali di classe 4, i dettagli della classificazione sono aggiunti al calcolo di progetto (modulo SD1)	*6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*
Integrazione opzionale della forza di punzonamento per appoggio, colonna, parete (modulo RC3)	*6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3*
Due diverse profondità di fondazione in corrispondenza dei pilastri e della base di fondazione (modulo RC4)	*6.5.15 Progettazione delle fondazioni – modulo RC4*
Procedura guidata per lo schema di armatura delle colonne in cemento armato (modulo RC2)	*6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*
Il nome dei codici di progettazione applicati è elencato tra i parametri del codice di progettazione.	*3.3.7 Codici di calcolo*

2. Come usare AXISVM

Benvenuti in AXISVM!

AXISVM è un programma per l'analisi statica, dinamica e di instabilità delle strutture. É stato sviluppato da ingegneri ed è rivolto a tecnici calcolatori. AXISVM combina potenti capacità d'analisi con un semplice uso grazie all'interfaccia grafica.

Pre processore

Modellazione: strumenti per la gestione della geometria (punto, linee, superfici); mesciatura automatica; libreria per i materiali e le sezioni; gestione dei carichi e degli elementi, importazione/esportazione della geometria da CAD Interfaccia DXF verso software di progettazione architettonica e via file in formato IFC (es. ArchiCAD, All Plane, Autocad Revit, ecc.) per generare direttamente i modelli.
Ad ogni passo del processo di modellazione, si ottiene una verifica grafica dei dati introdotti. É disponibile l'help in linea multi-livello e comandi di undo / redo.

Analisi

Statica, dinamica e di instabilità.

Post processore

Visualizzazione dei risultati: presentazione della struttura deformata e non deformata; diagrammi con isolinee ed isosuperfici; animazione; report personalizzabile.
Dopo l'analisi, AXISVM fornisce strumenti di visualizzazione che permettono di interpretare i risultati velocemente; sono presenti numerosi strumenti per la ricerca dei dati significativi e l'utilizzo di essi per ulteriori analisi.
I risultati possono essere usati per visualizzare le forme deformate o animate della geometria. AXISVM può combinare linearmente i risultati.

Relazione

La relazione consente la presentazione dei risultati dell'analisi; l'ambiente grafico velocizza il processo e lo semplifica. AXISVM fornisce direttamente testi e disegni ad alta qualità di stampa per documentare il modello ed i risultati. In aggiunta i dati ed i grafici possono essere facilmente esportati (DXF, BMP, JPG, WMF, EMF, TXT, HTML, DBF, PNG).

2.1. Hardware richiesto

La tabella seguente illustra la dotazione hardware minima raccomandata ed il software richiesto. In questo modo si ottengono le massime prestazioni da AXISVM.

Configurazione raccomandata

Almeno 16 GB RAM o maggiore
Almeno 50 GB di spazio libero sul hard disc
Monitor a colori 17" (1920x1080 consigliato)
Un processore dual o multi-core da almeno 2 GHz
Mouse o altri sistemi di puntamento
Windows compatibile con stampante laser o ad inchiostro
Sistema operativo: Windows10 a 64 bit

Configurazione minima

4 GB RAM
10 GB di spazio libero sul hard disc
Monitor a colori 15", con almeno 1024x768 di risoluzione
Mouse
Sistema operativo: Windows 7

Sistemi operativi supportati

Windows11, Windows 10, Windows 8, Windows 7, Windows Server 2008 (sistema operativo 32 o 64 bit).
Parzialmente supportato (alcuni componenti aggiuntivi o plugin potrebbero fallire): Windows Vista, Windows XP/ SP3, Windows Server 2003/SP1

Accesso alla memoria delle versioni a 64 bit e 32 bit

Utilizzare più memoria è molto importante perché velocizza considerevolmente l'analisi.
La **versione a 64 bit di AXISVM X8** gira solo su sistemi operativi a 64 bit. Ha accesso diretto alla memoria fisica quindi non sono necessari ulteriori impostazioni.
La **versione a 32 bit di AXISVM X8** funziona sia su sistemi operativi a 32 bit che a 64 bit. Ha accesso diretto alla memoria fisica fino a 2 GB. Se il vostro computer dispone di memoria fisica di 4 GB RAM o di più bisogna attivare alcune funzioni del sistema operativo

Si consiglia di lasciare libero il maggior spazio possibile di memoria in modo da permettere al programma di effettuare l'analisi più velocemente. Si può accedere alla memoria avanzata con i nuovi sistemi operativi di windows (Professional o Ultimate di Windows Vista e Windows7).
Il Home Premium Edition non supporta questa funzionalità.

L'accesso alla memoria avanzata per l'applicazione a 32 bit è possibile nei sistemi operativi delle edizioni Professional o Ultimate di Windows Vista, Windows 7, Windows 8 e Windows 10.

Nei sistemi operativi a 32 bit il limite di memoria fisica accessibile è di 4GB. Se è stato installato un sistema operativo a 64-bit, e il computer dispone più di 4 GB di RAM, AXISVM10 può utilizzare fino a 32 GB di memoria.

Se il computer dispone più di 4 GB di RAM , AXISVM10 può accedere più di 4 GB di memoria su sistemi operativi a 32 bit. Per attivare questa funzione è necessario bloccare le pagine in memoria:

Dopo aver digitato il comando Esegui dal menu Start, digitare gpedit.msc. Dopo aver fatto clic sul pulsante OK si apre una applicazione Windows denominato *Group Policy*. Trovare il seguente elemento all'albero sulla sinistra: *Computer Configuration / Windows Settings / Security Settings / Local Policies / User Rights Assignment*. Poi trova *Lock pages in memory* nella lista a destra. Doppio clic su questa voce. Nella finestra locale *Local Policy Settings* clicca sul pulsante *Add* e dopo questa operazione aggiungere gli utenti o i gruppi di utenti che hanno la necessità di accedere a uno memoria superiore a 4 GB. Chiudere la finestra *Local Policy Settings e* successivamente la finestra *Group Policy* cliccando sull'icona *Close* nell'angolo in alto a destra.

Il Controllo dell'account deve essere disativato.

Su Vista: Lanciare MSCONFIG dal menu Esegui. Trovare e fare clic su Disattiva UAC nella tab Strumenti e chiudere la finestra. Chiudere MSCONFIG e riavviare il computer.

Su Windows 7, Windows 8: Trovare Menu Start / Pannello di controllo / Account utente. Fare clic su *Modifica le impostazioni di Controllo dell'account utente*. Impostare il valore più basso al *The slider* (Never Comunica). Fare clic su OK per rendere effettiva la modifica e riavviare il computer.

2.2. Protezione e installazione

Il software è protetto da una chiave hardware, via software o da una chiave basata su cloud.

2.2.1. Licenza basata su cloud

Licenza Sentinel CL

Il nostro software viene fornito con una licenza basata sul cloud per impostazione predefinita.
Una licenza basata sul cloud è simile a una licenza software di tipo SL, ma la licenza non è memorizzata sul computer o sul server di rete dell'utente, bensì su un server logico nel cloud.

I vantaggi di una licenza basata sul cloud sono:

- La licenza è accessibile da qualsiasi luogo tramite una connessione Internet, quindi può essere utilizzata da qualsiasi numero di computer (ma non contemporaneamente, se non si tratta di una licenza di rete per più utenti).
- La chiave non può essere persa o danneggiata
- La licenza non dipende dai componenti hardware del computer, come la licenza SL

Lo svantaggio di una licenza basata sul cloud:

- Per accedere alla licenza è necessaria una connessione a Internet, quindi il programma non può essere avviato offline. Per evitare queste situazioni, la licenza può essere scaricata temporaneamente dal cloud su un computer specifico. Per i dettagli, vedere la descrizione della voce di menu Licenza: *3.7 Licenza*.

Le licenze basate sul cloud sono gestite e archiviate su un server affittato dalla società di software. Il server non è gestito dalla società di software, che non può quindi essere ritenuta responsabile di eventuali perdite di servizio dovute a tempi di inattività o a malfunzionamenti del server, ma farà del suo meglio per ripristinare il servizio nel più breve tempo possibile.
Se si desidera eseguire il programma in un luogo in cui l'accesso al Web non è disponibile o è instabile, o se il programma deve essere sempre disponibile, è possibile scaricare una licenza per un computer specifico per uso temporaneo. Per ulteriori informazioni, vedere *3.7 Licenza*.
Il programma può essere installato su un numero qualsiasi di computer, ma il numero di copie utilizzabili contemporaneamente è limitato dal numero di licenze acquistate. Per informazioni sulla disponibilità delle licenze, vedere il menu Licenze nel *License Manager*.

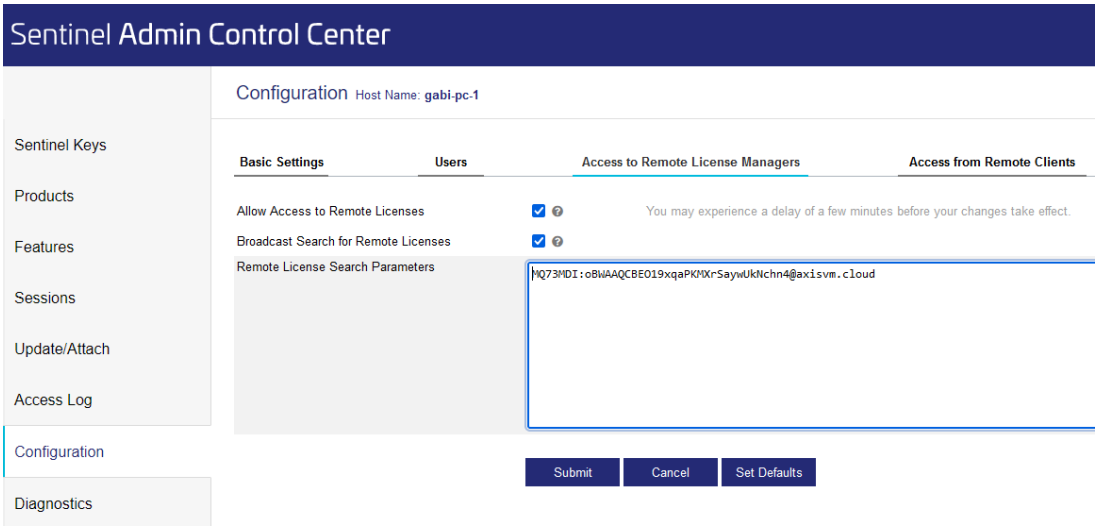
Per accedere alla licenza, è necessario il servizio *Sentinel Admin Control Center* (ACC), che viene installato automaticamente con AXISVM se il driver Sentinel è incluso nei componenti installati (è sempre installato per impostazione predefinita).
Per eseguire il programma, è necessario anche il file chiave AXISVM_*[numero chiave]*.key, che verrà fornito dal fornitore. Questo file contiene il nome utente registrato e i moduli acquistati.
Dopo aver completato l'installazione e prima di avviare AXISVM per la prima volta, è necessario registrare la licenza basata sul cloud. Aprire l'e-mail di conferma, fare clic sul link, quindi fare clic sul pulsante Installa nella pagina web che si apre. Se la registrazione è andata a buon fine e la licenza è disponibile, è possibile avviare il programma.
Se si verifica un errore nell'accesso alla licenza, controllare le impostazioni del firewall e dell'ACC.

Controllo del firewall

L'ACC comunica con il server cloud tramite la porta 1947, che viene aperta automaticamente durante l'installazione. Verificare che questa porta sia abilitata per i protocolli TCP e UDP sul firewall. Dopo un aggiornamento del sistema operativo, le impostazioni del firewall possono essere modificate, ripristinando lo stato precedente. La soluzione è reinstallare Sentinel Runtime Environment, poiché il programma di installazione eseguito con diritti di amministratore riconfigura il firewall. Il programma di installazione si trova nella cartella Sentinel LDK, sotto la cartella dei programmi AXISVM, con il nome *InstallSentinelRuntime.exe*.

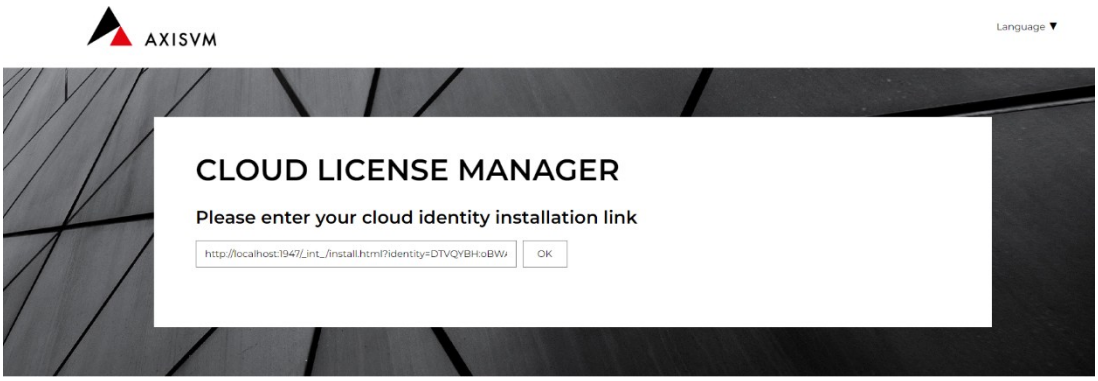
Controllo dell'ACC

Digitare *localhost:1947* nel browser. Verrà visualizzata l'interfaccia ACC. Selezionare *Configurazione* dal menu a sinistra e *Accesso a Remote License Managers* in alto. Nel campo *Parametri di ricerca delle licenze remote* dovrebbe essere visualizzato l'identificativo univoco.
Se questo campo è vuoto, l'identificatore è mancante. Chiedere al fornitore l'identificativo unico, quindi copiarlo qui e premere *Invio*. Se l'inserimento è riuscito, l'ID rimarrà visibile. Se scompare, l'ID inserito non è corretto.
Se l'identificatore univoco appare nel campo ma il programma non si avvia, il server cloud non è disponibile a causa di un errore di servizio oppure la licenza è disattivata.
In questo caso, contattare il proprio fornitore.

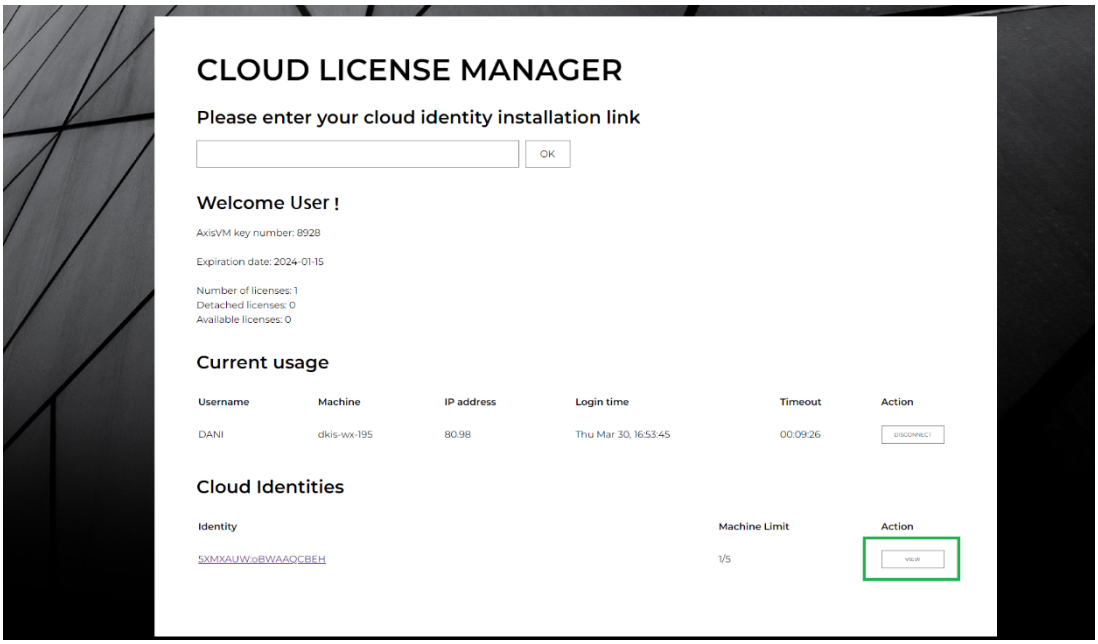


Cloud License Manager

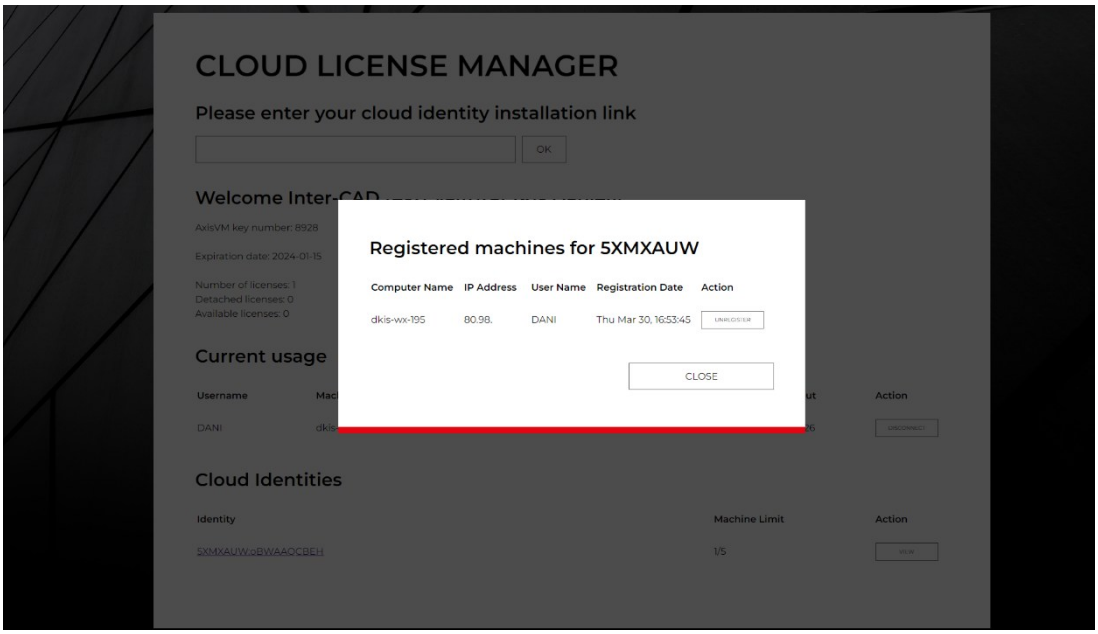
Il Cloud License Manager è uno strumento di gestione dedicato alle licenze AXISVM CL.
Può essere utilizzato per tracciare e disattivare le sessioni attive, elencare tutte le identità associate alla licenza e tracciare e disattivare la registrazione dei computer su cui le identità sono già state utilizzate.
È possibile accedervi all'indirizzo *cloud.axisvm.eu* dove è necessario inserire il link di installazione di Cloud Identity ricevuto al momento dell'acquisto della licenza.



Dopo aver inserito il link di installazione corretto, sarà possibile visualizzare le informazioni di base sulla licenza:
il numero di chiave, il limite di tempo della licenza (se presente), il numero di licenze utilizzabili contemporaneamente, il numero di licenze scollegate e il numero di licenze disponibili..
È inoltre possibile vedere tutte le sessioni AXISVM attualmente in esecuzione sulla licenza Cloud, che possono essere scollegate.



Facendo clic su "Visualizza" accanto a un'identità, è possibile vedere tutti i computer su cui è stata utilizzata questa identità. È possibile eliminare la registrazione di un computer se non si desidera più utilizzare la licenza su di esso.



2.2.2. Chiave hardware

Utilizzando una protezione tramite chiave hardware, il software può essere installato su più computer, ma può essere avviato solo se la chiave hardware è collegata. Inserire la chiave solo dopo aver completato l'installazione in quanto alcuni sistemi operativi cercano di riconoscere il dispositivo collegato e questo processo può interferire con l'installazione del driver.

2.2.2.1. Sentinel SuperPro

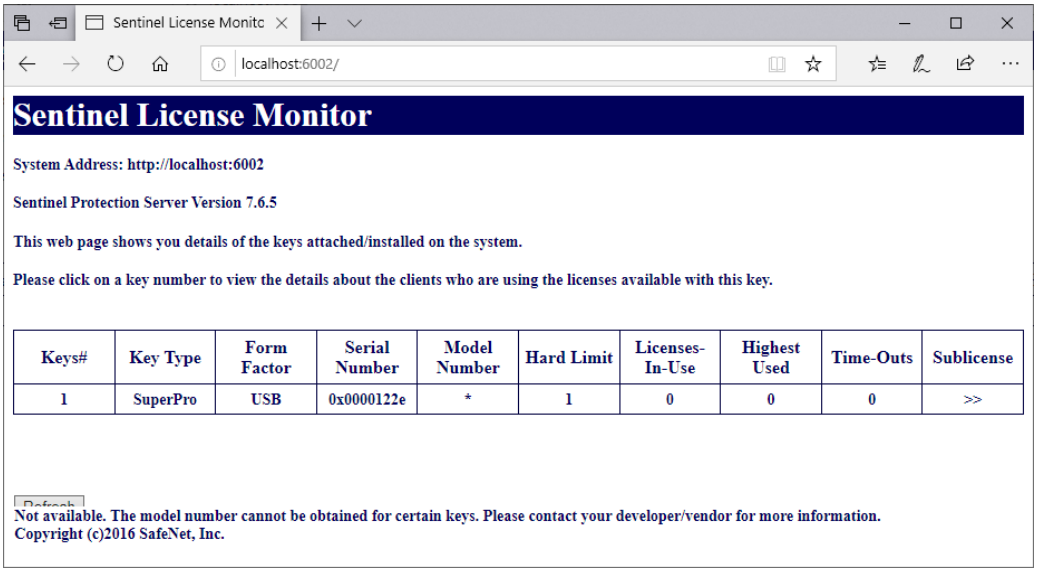
Super Pro chiave hardware

Nelle versioni precedenti il dispositivo di protezione più comune è la chiave hardware Sentinel SuperPro disponibile come licenza singola o multiutente di rete. Una singola licenza può essere utilizzata su un solo computer (su reti Windows Terminal Server su un solo terminale).
Il funzionamento della chiave hardware richiede un driver. Viene installato automaticamente dall'installazione di AXISVM, ma in caso di malfunzionamento l'installazione può essere effettuata in un secondo momento.

Dopo aver completato l'installazione di AXISVM, cercare la cartella Sentinel ed eseguire Sentinel Protection Istaller da lì. Se si dispone di un USB flash drive di installazione, eseguire Startup.exe e scegliere *Reinstall driver*.

Super Pro chiave hardware di rete

Se si dispone di una licenza di rete è necessario installare la chiave di rete. Nella maggior parte dei casi AXISVM e la chiave sono su computer diversi, ma per rendere disponibile la chiave attraverso la rete il driver Sentinel deve essere installato su entrambi i computer utilizzando il programma di installazione di Sentinel Protection Installer. Le chiavi di rete possono essere utilizzate sia su reti locali (LAN) che su reti remote (VPN).
Collegare la chiave alla porta USB di uno dei computer. In questo modo si seleziona il server AXISVM. Al termine dell'installazione viene avviato un servizio denominato Sentinel Protection Server per stabilire una connessione tra la chiave hardware collegata al computer server e i computer client. Le licenze di rete consentono di eseguire tante copie di AXISVM sulla rete quante sono le licenze acquistate. Le copie avviate vengono registrate nella chiave hardware. La chiusura della copia rimuoverà la registrazione rendendo disponibile la licenza su altri computer. Se l'applicazione non risponde per qualche motivo, la registrazione non viene rimossa immediatamente. La licenza sarà disponibile solo dopo 3 minuti quando la mancanza di risposta viene rilevata dal server.
Il produttore della chiave hardware fornisce uno strumento chiamato Sentinel License Monitor per controllare le licenze di rete attualmente registrate, il numero di licenze libere e rimuovere le licenze non rispondenti se necessario. Per eseguire questo strumento, avviare il browser Internet e digitare l'indirizzo IP della rete locale del server (cioè la macchina in cui è collegata la chiave hardware) e aggiungere un riferimento alla porta 6002, ad esempio: *http://192.168.18.167:6002*. Se si esegue il browser Internet sulla macchina in cui è collegata la chiave hardware, è possibile digitare semplicemente *http://localhost:6002*.



☞ ***IMPOSTAZIONE FIREWALL: Abilitare I protocolli TCP / IP e UDP sulle porte 6001 e 6002 del firewall per garantire il funzionamento della rete.***

Accesso alle chiavi di rete di Sentinel SuperPro

Questa impostazione è necessaria per una connessione VPN.
Se si dispone di una versione di rete è necessario installare la chiave di rete.

Nella maggior parte dei casi AXISVM e la chiave sono su computer diversi, ma per rendere la chiave disponibile attraverso la rete il driver Sentinel deve essere installato su entrambi i computer.

Il programma AXISVM con licenza di rete viene fornito con una chiave USB Sentinel Super Pro di rete.

Se AXISVM viene avviato da un computer client si attiva una procedura di ricerca della chiave di rete su tutti i computer collegati che hanno eseguito Sentinel Pro Server indipendentemente che abbiano o no la chiaveinserita. Questa procedura può rallentare la ricerca della chiave di rete. Per migliorare la velocità di connessione è consigliabile creare una variabile di condizione NSP_HOST sulla macchina client, specificando l'indirizzo IP del computer che ha la chiave, ad esempio: NSP_HOST = 192.168.0.23.

☞ ***Nel caso di più chiavi di rete è possibile impostare le variabili d'ambiente NSP_HOST1, ..., NSP_HOST5 che identificano i computer con le chiavi. Il numero massimo di chiavi in grado di gestire in questo modo è cinque.***

☞ ***Per eseguire AXISVM sui computer della rete il driver "SuperPro Server" deve essere attivo sul computer server. Se si arresta il server tutti i programmi AXISVM in esecuzione negli altri computer della rete si arresteranno.***

2.2.2.2. **Sentinel HL**

Sentinel HL chiave hardware

La chiave **Sentinel HL** è un nuovo tipo di dispositivo di protezione che non richiede l'installazione di driver. Collegandola alla porta USB il sistema operativo Windows la identifica come HID (Human Interface Device).

☞ ***Anche le chiavi Sentinel HL hanno modelli per singolo utente e di rete. Una singola licenza può essere utilizzata su un solo computer (su reti Windows Terminal Server su un solo terminale).***

Sentinel HL chiave hardware di rete

Le chiavi di rete possono essere utilizzate anche su reti locali (LAN) o remote (VPN). Collegare la chiave a una macchina per usarla come server di licenza della chiave e installare le copie di AXISVM sulle macchine client. Il Sentinel Runtime Environment deve essere installato sia sul server che su tutti i client lanciando InstallSentinelRuntime situato nella cartella Sentinel LDK sotto la cartella AXISVM creata durante l'installazione del programma.
Il Sentinel Runtime Environment fornisce una connessione tra la chiave hardware inserita nella macchina server e le macchine client. Se le condizioni di installazione dell'ambiente non sono soddisfatte, AXISVM non può essere lanciato sulle macchine client.
Le licenze di rete consentono di eseguire tante copie di AXISVM sulla rete quante sono le licenze acquistate. Le chiavi di rete Sentinel HL richiedono l'installazione dell'ambiente runtime HASP. Per fare ciò, trovare la cartella LDK di Sentinel all'interno della cartella di installazione di AXISVM ed eseguire l'applicazione HASPUserSetup da lì. L'ambiente runtime HASP fornisce una connessione tra la chiave hardware collegata alla macchina server e le macchine client. Se l'ambiente non è in esecuzione, AXISVM non può essere avviato sui computer client.

☞ ***Per acquistare ulteriori licenze per una chiave di rete, eseguire l'Admin Control Center (vedi sotto), scegliere Sentinel Keys dal menu a sinistra e scegliere la chiave di rete appropriata dall'elenco. Fare clic sull'icona C2V a destra per salvare un file c2v. Inviate questo file al vostro distributore con l'ordine della licenza. Il vostro distributore invierà un file v2c con le licenze aggiuntive. Salvarlo sul computer. Per aggiornare il numero di licenze, scegliere Aggiorna/Accetta dal menu a sinistra, quindi cercare il file v2c salvato. Fare clic sul pulsante Apri per trasferire le informazioni sulla licenza alla chiave di rete. Le nuove licenze saranno disponibili.***

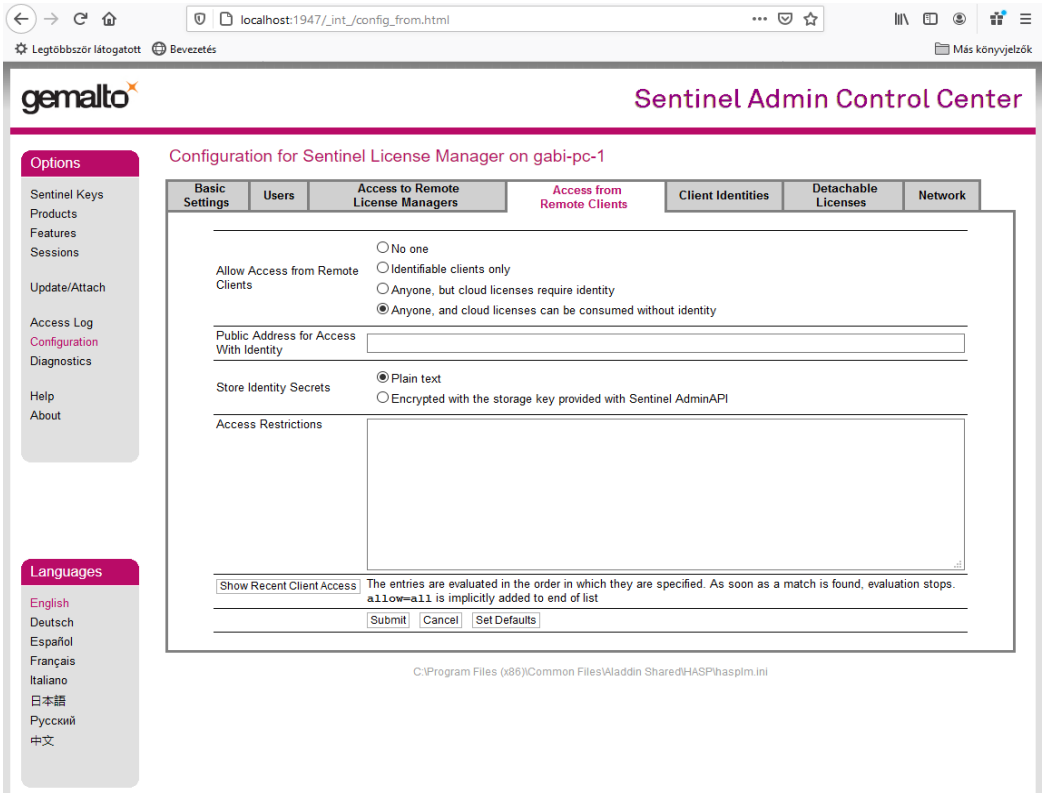
☞ ***IMPOSTAZIONE FIREWALL: Abilitare i protocolli TCP / IP e UDP sulla porta 1947 del firewall per garantire il funzionamento della rete.***

Configurazione dei computer server e client

Per garantire il corretto funzionamento di una chiave Sentinel HL, il Sentinel Admin Control Center deve essere configurato sulle macchine server e client.

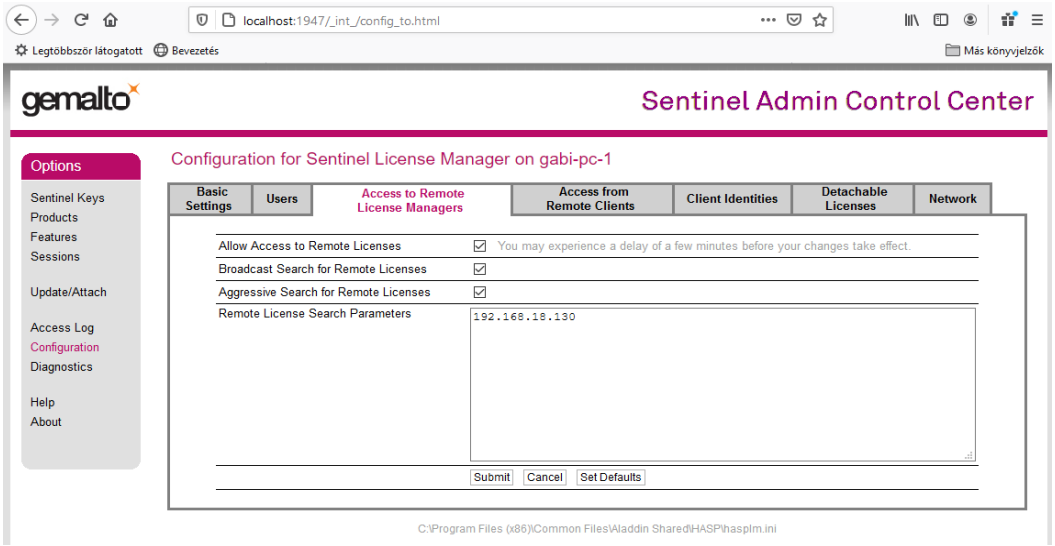
Server

Aprire il browser web e digitare localhost:1947 per accedere al Sentinel Admin Control Center. Vai alla scheda Accesso dai client remoti e imposta Anyone sotto Allow Access from Remote Clients.



Client

Aprire il browser web e digitare localhost:1947 per accedere al Sentinel Admin Control Center. Andare alla scheda Access to Remote License Manager e abilitare Allow Access to Remote Licenses, Broadcast Search for Remote Licenses e Aggressive Search for Remote Licenses. Inserisci l'indirizzo IP del server nel campo Remote License Search Parameters e clicca sul pulsante Submit.
Se sia il server che i client sono configurati correttamente, scegliendo Sentinel Keys dall'elenco Options sulla sinistra viene visualizzato un elenco di tutte le chiavi Sentinel HL e SL installate.



2.2.3. Chiave software (Sentinel SL)

La protezione della chiave software tramite una licenza installata sostituisce la chiave hardware inserita in una porta USB. Le licenze per chiavi software sono disponibili anche in versione locale o di rete. Una licenza locale permette l'esecuzione di AXISVM su un computer, dove è installata la chiave software. Una licenza di rete permette un numero limitato di utenti contemporanei sulla rete locale.
La protezione della chiave software consente di avviare il programma sulla macchina in cui è installata la chiave software. Le chiavi software possono essere trasferite su un'altra macchina utilizzando un utility (vedere più avanti). Dopo il trasferimento di una licenza software, il programma viene eseguito solo sull'altra macchina e non funzionerà sulla prima.

☞ ***La licenza software è collegata ai componenti hardware del computer, pertanto qualsiasi modifica dell'hardware (sostituzione della scheda madre, CPU, scheda Ethernet, disco rigido) invaliderà la licenza.***

Per evitare tale perdita la licenza deve essere temporaneamente trasferita ad un altro computer prima di cambiare l'hardware, sostituire il componente hardware e quindi trasferire la licenza dall'altro computer.

Sentinel SL chiave software

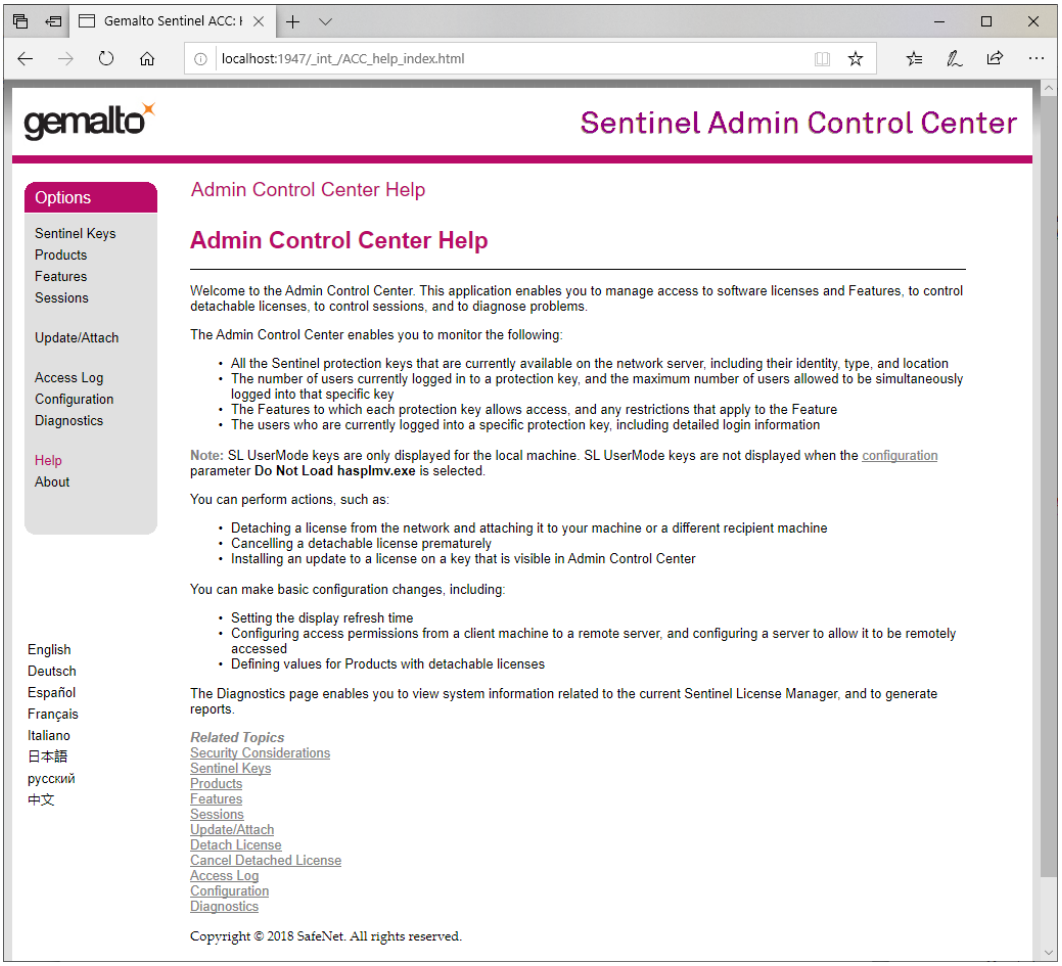
Sentinel SL non è un dispositivo fisico collegato a una porta, ma una chiave software specifica per l'hardware in questione. Non può essere copiata direttamente ma può essere trasferita su un'altra macchina utilizzando lo strumento RUS del pacchetto di protezione (vedi dettagli sotto).
La chiave software può essere una soluzione ragionevole se la memorizzazione, il collegamento o la protezione della chiave fisica solleva problemi.
Poiché la chiave software è memorizzata sul disco rigido / SSD della macchina, virus, malware o difetti nell'aggiornamento del sistema operativo possono danneggiare la chiave. In questo caso è necessario acquistare un'altra chiave software.

IInstallazione dell'ambiente di esecuzione di Sentinel HASP

Una chiave software richiede l'installazione del Run-time Environment di Sentinel HASP.
Scaricala da *www.axisvm.eu* (si trova sotto Downloads / Download Sentinel driver) o cerca InstallSentinelRuntime.exe nella cartella Sentinel LDK della tua installazione di AXISVM.

Amministratore sentinel Centro di controllo

Per controllare lo stato dell'ambiente eseguire il browser internet sul server, quindi digitare *http://localhost:1947*. TVerrà visualizzato il Centro di controllo di Sentinel Admin Control Center.



Il Centro di controllo dell'amministratore (*Sentinel Admin Control Center*) fornisce una panoramica delle chiavi Sentinel HL e SL, delle informazioni sul loro utilizzo e aiuta a scollegare i clienti delle licenze. Scegliere Sentinel Keys dal menu a sinistra per visualizzare l'elenco delle chiavi disponibili in rete.
Se più di una chiave hardware è collegata e non si è sicuri di quale appartiene ad AXISVM, selezionare Prodotti dal menu a sinistra. L'elenco delle chiavi verrà riorganizzato in base ai prodotti protetti. Cerca quello che protegge AXISVM.

Richiesta di licenza software Sentinel SL

Una chiave software richiede l'installazione del Sentinel Run-time Environment di Sentinel HASP. Per i dettagli, vedere Installazione dell'ambiente di esecuzione di Sentinel HASP di cui sopra. Dopo aver completato l'installazione eseguire l'applicazione RUS_AXISVM_En.exe dalla sottocartella SentinelRuntime nella cartella di installazione di AXISVM.
Per richiedere una licenza software selezionare l'opzione Installazione di una nuova chiave di protezione nella parte inferiore e fare clic sul pulsante Raccogli informazioni.
Salvare il file con estensione c2v generato da questa applicazione e inviarlo in allegato ad un'e-mail di richiesta di licenza al distributore AXISVM.

Applicazione di una licenza software Sentinel SL

La licenza software è un file v2c inviato dal vostro distributore. Salvatelo sul vostro computer.
Eseguire l'applicazione RUS_AXISVM_En.exe dalla sottocartella SentinelRuntime nella cartella di installazione di AXISVM. Scegliere la scheda Applica file di licenza e inserire il nome del file con il percorso completo del campo Aggiorna file oppure fare clic sul pulsante [....] per sfogliare.
Facendo clic sul pulsante Applica aggiornamento si attiva la licenza software.
Controllare la licenza utilizzando lo strumento Admin Control Center (vedi sopra). Scegliete Sentinel Keys dal menu a sinistra e controllate se la vostra licenza Sentinel SL appare nell'elenco.

Sentinel SL License transfer

Una licenza software può essere trasferita ad un'altra macchina. Dopo aver completato il trasferimento AXISVM verrà eseguito solo sull'altra macchina (funziona proprio come una chiave di protezione hardware rimossa e collegata all'altra macchina). Per trasferire la licenza eseguire l'applicazione RUS_AXISVM_En.exe anche sull'altro computer, selezionare la scheda Trasferisci licenza e generare un file di informazioni sul destinatario (*.id) e copiare il file sulla prima macchina. Tornare alla prima macchina, selezionare la scheda *Transfer Licens*, andare al campo *Read the recipient information file from*, cliccare sul bottone [...] e caricare il file *.*id* che è stato copiato dall'altra macchina compilare il campo *Generate the license transfer file,* quindi cliccare sul bottone *Generate License Transfer File*. Copiare il file generato con estensione *h2h* sull'altra macchina, andare sull'altra macchina, selezionare la scheda *Apply License File*, andare nel campo *Update File*, cercare il file *h2h* che è stato copiato e cliccare su *Apply Update*.

Configurazione del server e delle macchine client

Per garantire il corretto funzionamento di una chiave software, il Sentinel Admin Control Center deve essere configurato sulle macchine server e client nello stesso modo descritto alla fine del capitolo precedente.

2.2.4. Installazione

Impostazioni per l' installazione di AXISVM su Macintosh

Sul mercato sono pochi i software professionali per Mac che fanno analisi strutturale, queto tipo di programmi solitamente supporta solo sistemi operativi Windows.

Se si desidera eseguire AXISVM sul proprio Mac, ecco alcuni modi per farlo:

1. Virtual Machines

Si raccomanda l'utilizzo di programmi tipo Virtual Machine, come Parallels o VMWare Fusion che permettono l'esecuzione di applicazioni Windows su Mac senza la necessità di dover riavviare. Per massimizzare le prestazioni è necessario in alternativa alla Virtual Machine utilizzare Boot Camp che permette l'avvio con dual boot.

Le Virtual Machine sono uno dei modi migliori per eseguire il software desktop Windows. Permettono di installare Windows e altri sistemi operativi in una finestra sul desktop del Mac. L'esecuzione di Windows avviene come se fosse stato installato su un computer reale, ma sarà necessario disporre di una licenza d'uso del sistema operativo per installarlo su una Virtual Machine. Se si dispone già di un product key, è possibile scaricare gratuitamente i setup di Windows e installarli in una Virtual Machine.

I programmi di Virtual Machine più utilizzati su Mac sono Parallels e Vmware Fusion. Entrambi I programmi sono a pagamento, sarà necessario acquistare sia una licenza di Windows che un acopia del software di Virtual Machine. Si consiglia di scaricare le versioni di prova di Paralles e di VMWare Fusion per valutare quale sia il software migliore secondo voi.

2. Boot Camp

Apple's Boot Camp consente di installare Windows insieme a MacOS sul proprio Mac. Solo un sistema operativo può essere in esecuzione, quindi sarà necessario riavviare il Mac per passare da macOS a Windows e viceversa.

Istallando Windows su Mac sarà possibile utilizzare applicazioni Windows e lo stesso sistema operativo alle massime prestazioni possibili. Il Mac in questo caso fuzionerà come un PC Windows con le medesime caratteristiche hardware.

In questa configurazione a differenza della Virtual Machine non sarà possibile eseguire applicazioni macOS in contemporanea ad applicazioni Windows. Se è necessario eseguire contemporaneamente applicazioni Mac e Windows I consiglia l'uso di una Virtual Machine. Se si desidera utilizzare applicazioni Windows che fanno uso intensivo delle DirecX si consiglia vivamente l'utilizzo di Boot Camp.

Come per le macchine virtuali, sarà necessaria una licenza Windows per installare Windows sul tuo Mac.

3. Remote Desktop

Se si dispone già di un sistema Windows, è possibile ignorare completamente l' esecuzione di software Windows sul Mac e utilizzare il software desktop remoto per accedere alla macchina Windows dal desktop del Mac.

☞ ***Gli utenti hanno bisogno della licenza di rete (inclusa la licenza di rete per singolo utente) per lanciare AXISVM su Mac.***

Installazione

Se hai scaricato l'applicazione di installazione dal nostro sito Web, eseguila. Altrimenti, collegare la chiavetta USB di installazione di AXISVM. Il programma di avvio partirà automaticamente se l'opzione autoplay è abilitata. Se l'autoplay non è abilitato, cliccate sul pulsante Start e selezionate *Run*.... Aprire il programma Startup.exe dalla chiavetta USB. Scegliere **AXISVM X8 Setup** e seguire le istruzioni.

Installazione sotto Sistema Operativo **Windows 7/Windows 8 / Windows 10 / Windows 11:**

- È necessario l'ultimo driver per la chiave Sentinel che può essere scaricato da: www.axisvm.eu /Downloads/Latest release update – Download Sentinel Driver
- Cliccare sull'icona del programma con il tasto di destra del mouse dopo l'installazione di programma AXISVM
- Scegliere la voce di menu proprietà dal menu rapido.
- Scegliere la scheda Compatibilità ed attivare l'opzione di Esecuzione come amministratore.

Di default il programma e I modelli d'esempio verranno installati sul driver **C:** nelle cartelle

C:\ AXISVM_X8

e

C:\ AXISVM_X8\Esempi

E' possibile specificare il percorso della cartella dove verrà installato il programma durante il processo d'installazione. Il programma setup crea il gruppo di programma AXISVM che include le icone dell'applicazione AXISVM.

L'applicazione può essere installata in C:\Programmi\AXISVM_X8 cartella (C:\Programmi (x86) \ AXISVM_X8 con sistema operativo 64-bit). In questo caso bisogna attivare l'opzione *Esegui come amministratore* per **AXISVM.exe**, **AXISVM_x64.exe** e **\IDTFConverter\ DTFConverter.exe**. Questi files si possono trovare su *Start Menu / Computer,* click con il tasto destro e scegliere *Proprietà* dal menu popup, click su *Compatibilità*, trovare *Livello di privilegio* ed accenderlo. Gli uttenti senza diritti d'amministratore devono chiedere il permesso d'accesso nella cartella C:\Programmi\AXISVM_X8 (vedere *Permessi* sotto *Sicurezza*).

32/64 bit versions

Nei sistemi operativi a 64 bit l'utente può scegliere di installare la versione a 32 bit o a 64 bit di AXISVM. L'installazione della versione a 64 bit copia anche la versione a 32 bit sul disco rigido, ma non viene creato nessun collegamento sul desktop per questo file. Se il modulo x64 non è presente nella configurazione, verrà invece avviata la versione a 32 bit. Nei sistemi operativi a 32 bit viene installata solo la versione a 32 bit.

☞ ***Non si consiglia di installare AXISVM nella cartella c:\Programmi perché può essere avviato solo come amministratore e ci possono essere errori nella gestione di librerie come il generatore di PDF 3D.***

Installazione silente

Il software può essere installato in modalità silente utilizzando la riga di comando. Il programma di Setup accetta parametri opzionali della riga di comando. Questi possono essere utilizzati dagli amministratori di sistema e da altri programmi che chiamano il programma di Setup.
Di seguito sono riportati due esempi tipici, considerando le versioni a 32 e 64 bit:

In caso di versione a 64 bit:
setup.exe /VERYSILENT /SUPPRESSMSGBOXES /NORESTART /Dir="C:\AXISVMX8" lang=nl NoIcons=0 types=64bits Tasks=extensions1,extensions2

In caso di versione a 32 bit:
setup.exe /VERYSILENT /SUPPRESSMSGBOXES /NORESTART /Dir="C:\AXISVMX8" lang=nl NoIcons=0 types=32bits Tasks=extensions1,extensions2

La configurazione di AXISVM viene eseguita dal programma di installazione di Inno Setup. I parametri più importanti della riga di comando opzionale sono elencati di seguito in inglese. Per maggiori informazioni consultare la guida di Inno Setup.

/SP-

Disabilitando l'opzione Questo chiederà...Vuoi continuare con? all'inizio dell'installazione del programma. Ovviamente, questo non avrà alcun risultato, se l'impostazione Disabilita la richiesta di avviare il [Setup], è stata impostata su SI.

/SILENT, /VERYSILENT

Indica all'installazione di essere silenziosa o molto silenziosa. Quando l'installazione è silenziosa, la procedura guidata e la finestra di sfondo non vengono visualizzate, ma viene visualizzata solo la finestra di avanzamento dell'installazione. Quando un'installazione è molto silenziosa, non viene visualizzata neanche la finestra di avanzamento dell'installazione. Tutto il resto è normale, ad esempio vengono visualizzati i messaggi di errore durante l'installazione e la richiesta di avvio (se non si ha disabilitato *DisableStartupPrompt* o l'opzione della riga di comando '/ SP-' descrito sopra).

Se è necessario un riavvio e il comando '/ NORESTART' non viene utilizzato (vedi sotto) e l'installazione è silenziosa, comparirà una finestra di avviso Riavvio ora?. Se è molto silenzioso, si riavvierà senza chiedere conferma.

/SUPPRESSMSGBOXES

Indica all'installazione di annullare le finestre di messaggio. Ha effetto solo se combinato con *'/SILENT*' *e '/VERYSILENT*'.

La risposta predefinita in situazioni in cui c'è una scelta è:

- Sì in una situazione di 'Mantenere il file più recente?'
- No in una situazione di ' File esiste, confermare la sovrascrizione'
- Fallire in situazioni di Fallire/Riprovare
- Cancellare in situazioni Riprova/Cancella
- Si (=continua) in una situazione di *DiskSpaceWarning/DirExists/DirDoesntExist/NoUninstallWarning/ExitSetupMessage/ConfirmUninstall*
- Sì (= riavvio) in una situazione di *FinishedRestartMessage/UninstalledAndNeedsRestart*

5 caselle di messaggio non sono annullabili:

- La finestra di messaggio Informazioni sull'installazione.
- Casella dei messaggi Uscire dall'installazione?
- La finestra di messaggio FileNotInDir2 viene visualizzata quando l'installazione richiede l'inserimento di un nuovo disco e il disco non è stato trovato.
- Qualsiasi messaggio (errore) visualizzato prima dell'installazione (o della disinstallazione) potrebbe leggere i parametri della riga di comando.
- Qualsiasi casella di messaggio visualizzata dalla funzione di supporto [Code] MsgBox.

/LOG

Fa in modo che il programma di installazione crei un file di registro nella directory TEMP dell'utente che descrive in dettaglio l'installazione del file e le azioni [Esegui] eseguite durante il processo di installazione. Questo può essere un utile aiuto per il debug. Ad esempio, se sospetti che un file non venga sostituito quando ritieni che dovrebbe essere (o viceversa), il file di registro ti dirà se il file è stato davvero salvato e perché.

Il file di registro viene creato con un nome univoco basato sulla data corrente. (Non sovrascriverà o aggiungerà a file esistenti.)

L'informazione contenuta nel file di registro è di natura tecnica e quindi non è intesa per essere comprensibile dagli utenti finali. Né è progettata per essere analizzabile dalla macchina; il formato del file è soggetto a modifiche senza preavviso

/LOG="nomedelfile "

Uguale a / LOG, tranne per il fatto che consente di specificare un percorso / nome file fisso da utilizzare per il file di registro. Se un file con il nome specificato esiste già, verrà sovrascritto. Se non è possibile creare il file, l'installazione verrà annullata con un messaggio di errore.

/NOCANCEL

Impedisce all'utente di annullare durante il processo di installazione, disabilitando il pulsante Annulla e ignorando i clic sul pulsante di anulla. Utile insieme a '/ SILENT' o '/ VERYSILENT'.

/NORESTART

Indica all'installazione di non riavviarsi anche se è necessario.

/LANG = lingua

Specifica la lingua da usare. La lingua specifica il nome interno della lingua come specificato in una voce di sezione [Languages].

Quando viene utilizzato un parametro valido / LANG, la finestra di dialogo Seleziona Lingua (Select Language) verrà eliminata.

/DIR = "x:\dirnome"

Sostituisce il nome della directory predefinita visualizzata nella pagina della procedura guidata Seleziona posizione di destinazione *(Select Destination Location)*. È necessario specificare un nome di percorso completo.

/GROUP= "nome cartella"

Sostituisce il nome della cartella predefinita visualizzata nella pagina della procedura guidata Seleziona Menu Avvio Cartella (*Select Start Menu Folder*). Se la direttiva della sezione [Installazione] DisabilitaPaginaGruppoProgrammi è stata impostata su yes, questo parametro della riga di comando viene ignorato.

/NOICONS

Indica all'installazione di controllare inizialmente la casella di controllo Non creare un Menu di Avvio nella pagina (*Don't create a Start Menu folder*) della procedura guidata Seleziona menu Avvio (*Select Start Menu Folder*) cartella.

/TYPE=nome del tipo

Sostituisce il tipo di installazione predefinito.
Se il tipo specificato esiste e non è un tipo personalizzato, qualsiasi parametro dei /COMPONENTS verrà ignorato.

/COMPONENTS="elenco di nomi di componenti separato da virgole"

Sostituisce le impostazioni predefinite del componente. Utilizzando questo parametro della riga di comando, il programma di installazione seleziona automaticamente un tipo personalizzato. Se non è definito alcun tipo personalizzato, questo parametro viene ignorato.
Verranno selezionati solo i componenti specificati; il resto sarà deselezionato.

Se il nome di un componente è preceduto da un carattere "*", verranno selezionati anche tutti i componenti secondari (ad eccezione di quelli che includono il l'indicatore di controllo "non ereditare"). Se il nome di un componente è preceduto da un "!" carattere, il componente verrà deselezionato.
Questo parametro non modifica lo stato dei componenti che includono il l'indicatore fisso.

Esempio:
Deseleziona tutti i componenti, quindi seleziona i componenti "help" e "plugins":
/ COMPONENTS = "help, plugins"
Esempio:
Deseleziona tutti i componenti, quindi seleziona un componente principale e tutti i relativi figli con l'eccezione di uno:
/COMPONENTS = "*parent,!parent\child"

/TASKS = "elenco separato da virgole di nomi di attività"

Specifica un elenco di attività che dovrebbero essere inizialmente selezionate.

Saranno selezionate solo le attività specificate; il resto sarà deselezionato. Utilizzare invece il parametro / MERGETASKS se si desidera mantenere l'insieme predefinito di attività e solo selezionare / deselezionare alcune di esse.

Se il nome di un componente è preceduto da un carattere "*", verranno selezionati anche tutti i componenti secondari (ad eccezione di quelli che includono il l'indicatore di controllo "non ereditare"). Se il nome di un componente è preceduto da un "!" carattere, il componente verrà deselezionato.
Esempio:
Deseleziona tutte le attività, quindi seleziona le attività " *desktopicon*" e " *fileassoc* ":
/TASKS="desktopicon,fileassoc"
Esempio:
Deseleziona tutte le attività, quindi seleziona un'attività principale e tutti i relativi figli con l'eccezione di uno:
/TASKS="*parent,!parent\child"

Disinstallazione silenziosa

Al momento dell'installazione, nella directory del programma viene creato un file **unins000.exe** che può essere utilizzato per disinstallare il programma.
I parametri della riga di comando sono i seguenti:

/SILENT, /VERYSILENT
Se specificato, il programma di disinstallazione non chiederà all'utente la conferma dell'avvio né visualizzerà un messaggio che indichi che la disinstallazione è completa. I file condivisi non più in uso vengono eliminati automaticamente senza che venga richiesto. Eventuali messaggi di errore critici saranno comunque visualizzati sullo schermo. Quando si specifica '/VERYSILENT', la finestra di avanzamento della disinstallazione non viene visualizzata.

Se è necessario un riavvio e non viene utilizzato il comando '/NORESTART' (vedere sotto) e viene specificato '/VERYSILENT', il programma di disinstallazione riavvierà senza chiederlo.

/SUPPRESSMSGBOXES
Indica al programma di disinstallazione di sopprimere le finestre di messaggio. Ha effetto solo se combinato con '/SILENT' e '/VERYSILENT'. Per maggiori dettagli, vedere '/SUPPRESSMSGBOXES' in Parametri della riga di comando per l'installazione.

/LOG
Fa sì che Uninstall crei un file di registro nella directory TEMP dell'utente che riporta i dettagli della disinstallazione dei file e le azioni [UninstallRun] intraprese durante il processo di disinstallazione. Questo può essere un utile aiuto per il debug.

Il file di log viene creato con un nome unico basato sulla data corrente. (Non viene sovrascritto o aggiunto ai file esistenti).

Le informazioni contenute nel file di log sono di natura tecnica e pertanto non sono destinate a essere comprese dagli utenti finali. Il formato del file è soggetto a modifiche senza preavviso.

/LOG="filename"
Come /LOG, ma consente di specificare un percorso fisso/nome di file da utilizzare per il file di registro. Se esiste già un file con il nome specificato, questo verrà sovrascritto. Se il file non può essere creato, Uninstall si interrompe con un messaggio di errore.

/NORESTART
Indica al programma di disinstallazione di non riavviare anche se è necessario.

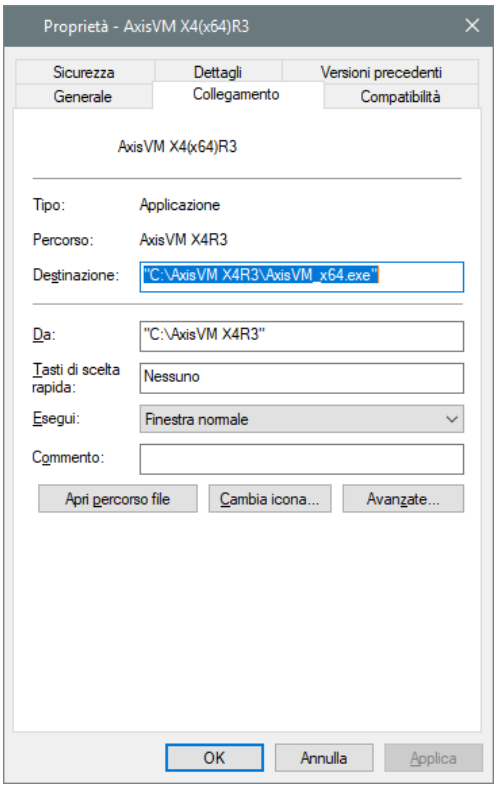
Risoluzione dei problemi

Il programma di installazione crea automaticamente il collegamento sul desktop per AXISVM X8.
Fare clic sull'icona per avviare AXISVM.
A seconda delle impostazioni di protezione del sistema operativo, può essere visualizzato un avviso di protezione. Fai clic su *Sì* e continuare.
Se AXISVM non si avvia impostare i diritti dell'utente come segue.

- Fare clic sul pulsante destro del mouse sull'icona AXISVM.
- Selezionare *Proprietà* dal menu a tendina
- Vai alla scheda *Compatibilità* e seleziona *"Esegui questo programma come amministratore"*

Se si dispone dei diritti di amministratore, ma il programma non si avvia verificare quanto segue:

- ***Se viene visualizzato un messaggio con un codice di errore,*** controllare se la chiave hardware è correttamente collegata ed il LED verde è acceso. Se non si vede la luce, la porta USB potrebbe non funzionare.
- ***Se non viene visualizzato alcun messaggio***, ma il programma non viene avviato controllare il programma antivirus (vedere sotto).



Esecuzione dei componenti aggiuntivi

Voi stessi potette utilizzare componenti aggiuntivi creati per AXISVM da sviluppatori esterni. Per eseguire questi programmi il server COM AXISVM deve essere registrato nel Registro di sistema di Windows. Se si è installato AXISVM come amministratore questa registrazione è già completata. Se la registrazione non è possibile eseguire *!Register_AXISVM.bat* (su sistemi operativi a 32 bit) o *!Register_AXISVM_x64.bat* (su sistemi operativi a 64 bit) come amministratore.

Allarmi virus falsi

Alcuni prodotti antivirus in esecuzione sul PC possono inviare falsi allarmi durante l'installazione. Questo è causato da algoritmi euristici alla ricerca di attività simili a virus. Questi algoritmi possono rilevare il funzionamento del sistema speciale di protezione di AXISVM ed inviare un falso allarme. Se questo accade è possibile effettuare le seguenti operazioni

- Se il prodotto antivirus ha messo in quarantena AXISVM.exe ripristinarlo
- Aggiungi AXISVM.exe alle eccezioni (file non controllato dal software)
- Ridurre la sensibilità del controllo euristico sul pannello di controllo del prodotto antivirus

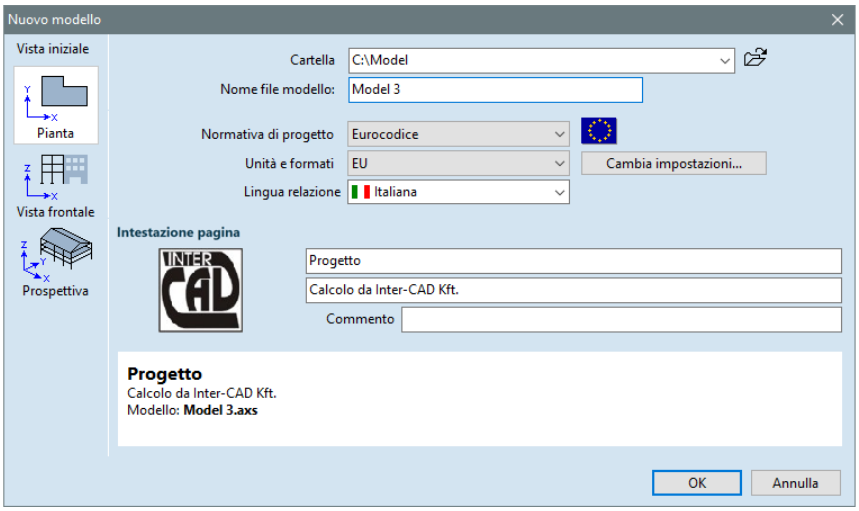
Il sito **VirusTotal** permette il controllo da parte di 47 prodotti antivirus diversi.

Avviare AXISVM



Ciccare il tasto di avvio, selezionare il programma, cartella AXISVM, e cliccare sull'icona AXISVM X8. AXISVM apre e mostra un modello vuoto pronto per l'inserimento. Alla partenza viene visualizzata una finestra di benvenuto (***vedere...*** *3.8.7 Informazioni su...*) dove è possibile selezionare il modello precedente o lanciare un nuovo calcolo.
Se non si desidera visualizzare questa finestra selezionare la casella di controllo al fondo per il futuro. Per riattivare la finestra scegliere da *Impostazioni* \ *Preferenze* \ *Integrità Dati* l'opzione *Visualizza la finestra di benvenuto alla partenza*.

In caso di un nuovo modello occorre specificare i seguenti dati:



Eseguire AXISVM in safe mode

Entrambi gli eseguibili AXISVM.exe (versione a 32 bit) e AXISVM_x64.exe (versione a 64 bit) possono essere avviati in safe mode impostando come linea di comando axisvm.exe /SAFE o axisvm_x64.exe /SAFE. Questa modalità d'esecuzione di AXISVM è raccomandata nei seguenti casi: (1) problemi con i driver della scheda grafica, (2) problemi con la modalità multithreaded (3) se AXISVM si blocca quando cerchiamo di recuperare l'ultimo file danneggiato (4) quando un modulo plugin causa errori

Lanciare AXISVM in modalità debug

Se si verifica un problema durante l'avvio o AXISVM non può essere lanciato, eseguire AXISVM.exe (versione a 32 bit) o AXISVM_x64.exe (versione a 64 bit) con gli switch /USERDEBUG e /NETDONGLELOG. Nel caso di una licenza di rete, lanciare AXISVM prima con /USERDEBUG poi con /NETDONGLELOG. Nel caso di una licenza singola locale, è sufficiente usare lo switch /USERDEBUG. Questi switch attivano la registrazione del processo di avvio, creando un file di log. Invia il file di log al tuo distributore per trovare come risolvere il problema.

Programmi e tipi di file

	Tipi di fie	*Estensione del file*	*Può essere aperto da*				
			Standard	*Viewer*	*Accademico*	*Demo*	*Light*
fatto da	Standard	.axs/.axe	si	si	si	si	no
	Viewer	.axv/.axw	no	si	no	no	no
	Accademico	.axs/.axe	WM	si	si	FI	DNE
	Demo	.axs/.axe	si	si	si	si	DNE
	Light	.axd/.axr	si	si	si	si	si

WM appare filigrana sull'output di stampa
DNE Dipende dal numero di elementi del modello (limite di versione light)

Aggiornamementi

E' consigliabile installare le nuove versioni in nuove cartelle. In questo caso le versioni precedenti rimarranno disponibili.

Conversione di modelli precedenti

I modelli creati con una delle versioni precedenti sono riconosciuti e convertiti automaticamente. I file di lavoro utilizzeranno l'ultimo formato per default. È possibile salvare i file nei formati delle versioni precedenti, ma in questo modo le informazioni specifiche delle versioni più recenti verranno perse.

Passi analisi

I passi principali dell'analisi per AXISVM sono:

Creazione del modello

↓

Analisi

Statica (lineare/non lineare)	Vibrazione (primo/secondo ordine)	Dinamica (lineare/nonlineare)	Instabilità

↓

Valutazione risultati

Capacità

Le restrizioni sulle dimensioni del modello e dei parametri sono le seguenti:

Versione professionale

Entità		Max
Nodi		Illimitato
Materiali		Illimitato
Elementi	Reticolare	Illimitato
	Asta	Illimitato
	Nervatura	Illimitato
	Membrana	Illimitato
	Piastra	Illimitato
	Guscio	Illimitato
	Diaframma	Illimitato
	Supporto	Illimitato
	Vincolo elastico	Illimitato
	Rigido	Illimitato
	Collegamento	Illimitato
Condizioni di carico		Illimitato
Combinazioni di carico		Illimitato
Frequenze		Illimitato

La dimensione del modello è limitata da due fattori.
Una dimensione ridotta dello spazio libero nell'hard disk limita la capacità di memorizzazione. Se si creano modelli complessi con troppi elementi l'applicazione non può memorizzare tutte le equazioni necessarie per la soluzione.

Versione small business

Entità		Max
Nodi		Illimitato
Materiali		Illimitato
Elementi	Solo elementi reticolari	500
	Elementi reticolari + travi + nervature *	250
	Nervature su elementi di superficie	1500
	Qualsiasi combinazione di membrana, piastra o guscio	2000
	Elemento solido (modulo SOIL)	20000
	Appoggio elastico	Illimitato
	Diaframma	Illimitato
	Vincolo Monolatero	Illimitato
	Vincolo Elastico	Illimitato
	Elemento Rigido	Illimitato
	Collegamento	Illimitato
Casi di carico		Illimitato
Combinazioni carico		Illimitato
Frequenze (forme modali)		Illimitato

* Se sono presenti travi o nervature

2.2.5. Esecuzione degli add-ons

È possibile utilizzare componenti aggiuntivi creati per AXISVM da sviluppatori esterni o da voi stessi. Per eseguire questi programmi, il server COM di AXISVM deve essere registrato nel registro di Windows. Se AXISVM è stato installato con diritti di amministratore, la registrazione è già stata completata. Se la registrazione non è andata a buon fine, è possibile eseguire !Regis-ter_AXISVM.bat (su sistemi operativi a 32 bit) o !Register_AXISVM_x64.bat (su sistemi operativi a 64 bit) con diritti di amministratore.

☞ ***I componenti aggiuntivi a 32 bit avviano la versione a 32 bit e sono compatibili solo con quella. I componenti aggiuntivi a 64 bit possono essere utilizzati solo sulle versioni a 64 bit.***

Per impostazione predefinita, viene installata la versione a 64 bit del programma, che registra solo il server COM a 64 bit. Se è necessaria la versione a 32 bit, l'installazione provvederà a installare la versione a 32 bit, che registrerà il server COM a 32 bit.

Se i componenti aggiuntivi non vengono eseguiti perché la registrazione non è riuscita durante l'installazione, è possibile controllare e modificare la registrazione del server COM in Guida / Informazioni sul server COM: *3.8.6 Informazioni sul server COM*

2.3. Per iniziare

Il modo migliore per scoprire AXISVM è quello di costruire un modello semplice, analizzarlo e valutare i risultati.
I passaggi di costruzione del modello sono descritti nel tutorial Passo dopo Passo di AXISVM.

Ci sono tre passi ben distinti del processo di modellazione.

Geometria
Il primo passo è creare il modello della struttura (in 2D o 3D).
La geometria può essere disegnata a mano o può essere importata da altri programmi di CAD. È possibile disegnare direttamente anche gli elementi (colonne, travi, pareti, solai).

Elementi
Se si sceglie di disegnare la geometria prima occorre specificare i materiali, caratteristiche geometriche e proprietà degli elementi, realizzare la maglia e definire le condizioni di vincolo.

Carichi
Nel terzo passo si applicano i diversi carichi sul modello.

Il risultato finale sarà un modello completo della struttura. Quando un modello è completo, è pronto per l'analisi (descrizione nel capitolo *Analisi*).

Nel tutorial di *AXISVM Passo dopo Passo* reso disponibile dal menu *Aiuto,* si possono trovare le fasi dettagliate di costruzione di modelli. Questo tutorial aiuta a costruire e analizzare strutture semplici.

- *Modello di trave*
- *Modello di telaio*
- *Modello di piastra*
- *Modello a membrana (con mesh parametrica)*
- *Modello a membrana (con domini)*
- *Modello di guscio*

AXISVM Passo dopo Passo (per utenti esperti) guida l'utente attraverso l'analisi dinamica e sismica di due modelli avanzati.
I video tutorial in lingua inglese per i modelli presi in esame sono disponibili qui: *Canale YouTube di AXISVM*

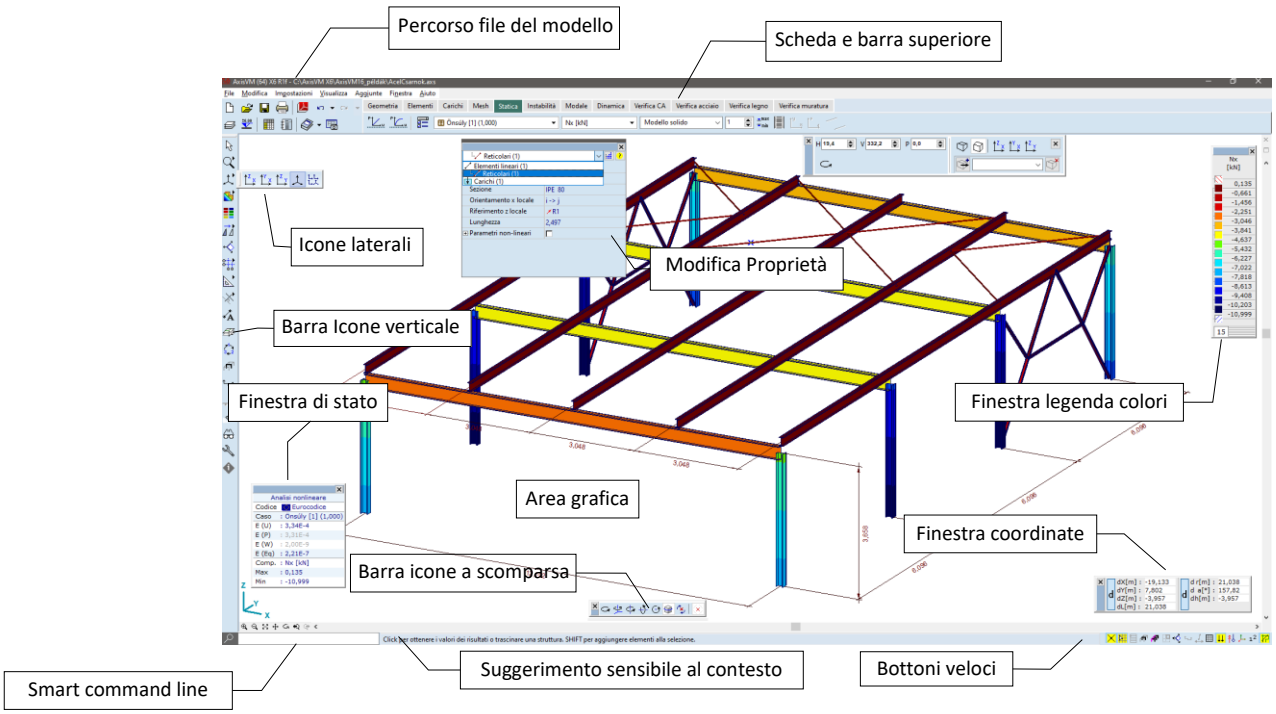
Si raccomanda di leggere l'intero manuale d'uso almeno una volta mentre si esplora AXISVM.
Nel **capitolo** *Nuove opzioni della Versione* si trovano le caratteristiche nuove ed aggiornate.
Il **capitolo** *Come usare AXISVM* contiene informazioni generali sull'uso di AXISVM. Negli altri capitoli si spiegano le opzioni del pre e post processore.
Consulti questo manuale d'uso ogni volta che usa AXISVM.

2.4. Interfaccia Utente di AXISVM

Questa sezione descrive l'interfaccia grafica utente completa di AXISVM. Legga attentamente queste istruzioni. La sua conoscenza del programma aumenterà la velocità e la produttività della modellazione.

Schermata AXISVM

Elementi dell'interfaccia utente



Le parti della schermata di AXISVM sono brevemente descritte sotto.

Area grafica Area dello schermo nella quale creare il suo modello.

Cursore grafico Il cursore si usa per disegnare, selezionare entità, operare scelte in menù e finestre di dialogo. A seconda dallo stato di AXISVM, la sua forma può cambiare.

Menù Ogni voce del menù ha la propria lista a tendina. Per usare il menù, muovere il cursore su di esso. Il cursore diventerà un indicatore. Per selezionare una voce, spostare l'indicatore su di essa, e premere il tasto sinistro del mouse, apparirà così la lista dei comandi del tendina menù.

Schede con barre degli strumenti associate Gli strumenti di modellazione, analisi e valutazione dei risultati sono raggruppati in schede che seguono l'ordine logico di queste operazioni.

Menù icone Le icone a sinistra rappresentano gli strumenti. Questi strumenti sono accessibili durante ogni fase del lavoro.

Barra icone mobile La barra delle icone e le barre degli strumenti mobili sono trascinabili e calamitati.

Finestra coordinate La finestra mostra le coordinate del cursore grafico.

Legenda colori Questa finestra mostra la legenda dei colori usati nella visualizzazione dei risultati. Appare solo durante l'uso del post-processore.

Finestra di stato La finestra mostra lo stato del modello e della visualizzazione dei risultati.

Suggerimento sensibile al contesto Fornisce un suggerimento che dipende dall'azione che si sta svolgendo.

Editor delle proprietà L'editor delle proprietà offre un modo semplice per cambiare certe proprietà degli elementi o dei carichi scelti.

Icone facilitate Le barre delle icone facilitate appaiono quando si modifica la geometria dell'entità desiderata (nodo, linea retta, arco). ***Vedere...*** *4.8.22 Modifica, trasformazione*

Bottoni veloci I pulsanti veloci posti nella parte inferiore destra forniscono l'accesso più veloce a certi interruttori (parti, sezioni, simboli, numeri, piani di lavoro, ecc.)

Il modello

Con AXISVM si possono creare e analizzare modelli a elementi finiti di strutture d'ingegneria civile. In questo modo il programma opera su un modello che è un'approssimazione della struttura reale. Ad ogni modello si deve assegnare un nome. Questo nome sarà usato come nome file quando il modello sarà salvato. si possono usare solo nomi validi per i file di Windows. Il modello consiste di tutti i dati specificati usando AXISVM.
I dati di input sono creati con i comandi di pre-processing. I risultati sono ottenuti eseguendo l'analisi.

I dati del modello

I dati del modello sono immagazzinati in due file: i dati di input in *filename*.**axs** e i risultati in *filename*.**axe**. AXISVM controlla se i file di tipo AXS e AXE appartengono alla stessa versione del modello.

Se le fasi di costruzione sono definite (***vedere...*** *4.13 Fasi di costruzione - Modulo STG*), filename.axe contiene i risultati della fase finale. I risultati degli stadi intermedi sono memorizzati come **filename.stg1, filename.stg2, ... filename.stgN,** dove N è il numero totale di stadi.
Se l'analisi fallisce in uno stadio, i risultati degli stadi precedenti (completati) rimangono disponibili. Se lo stadio k viene modificato dopo un'analisi, i risultati degli stadi 1, 2, ... k-1 rimarranno disponibili.

2.5. Uso di Cursore, Tastiera, Mouse

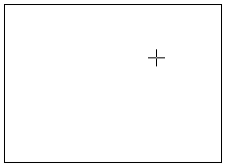
Unicode è uno standar per la rappresentazione ed il trattamento del testo utilizzato nella maggior parte dei sistemi di scrittura del mondo. AXISVM X7 fornisce supporto completo Unicode.
Tutte le finestre appaiono secondo il tema di Windows corrente.

Cursore grafico

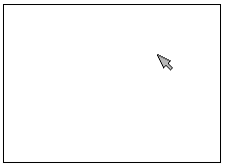


Quando si muove il mouse, il cursore grafico traccia il movimento sullo schermo. Per selezionare un'entità, un'icona o una voce del menù, muova il cursore su di esso e clicchi con il tasto sinistro del mouse. La forma del cursore cambierà di conseguenza (***Vedere...*** *4.7.1 Identificazione del cursore*), e apparirà sullo schermo una delle seguenti forme.

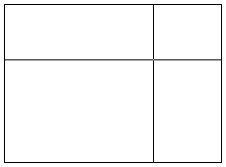
Croce:



Puntatore:



Croce/modalità zoom:



Se si clicca su un'entità quando il cursore è nella sua modalità di default (modalità info), le proprietà di questa entità saranno visualizzate in una finestra. A seconda del menu sul quale si trova il cursore, si possono ottenere le proprietà delle seguenti entità:

Geometria	coordinate dei nodi (punti), lunghezza delle linee
Elementi	elemento finito, riferimenti, grado di libertà, appoggio elastico, lunghezza, massa, materiale, sezione trasversale
Mesh	parametri della mesh
Carichi	carico elementi, massa nodale
Statica	spostamenti, sollecitazioni interne, tensioni, armatura, ordinata della linea di influenza
Vibrazioni	ordinata forma modale
Dinamica	spostamento, velocità, accelerazione, forze interne, tensioni
Instabilità	ordinata forma modale
Progetto C.A.	quantità di armatura specifica.
Verifica acciaio	spostamento, forza interna, controllo dei risultati e della resistenza
Verifica legno	spostamento, forza interna, risultati del fattore di utilizzazione e delle resistenze

La tastiera Si può anche utilizzare le tastiera per muovere il cursore.

[↑], [↓], [←], [→], Muove il cursore nel piano corrente.

[Ctrl] + [↑], [↓], [←], [→], Muove il cursore nel piano corrente con un passo di lunghezza allargata / ridotta da un fattore collocato nella finestra di dialogo Setting.

[Shift] + +[↑][↓][←][→], Muove il cursore grafico nel piano corrente su di una linea di angolo $n \cdot \Delta\alpha$, angolo α definito o $\alpha + n \cdot 90°$.

[Home] [End] Muove il cursore perpendicolarmente al piano corrente.

[Ctrl]+ [Home], [End] Muove il cursore perpendicolarmente al piano corrente con un passo di lunghezza allargata/ridotta da un fattore collocato nella finestra di dialogo Impostazioni.

[Esc] or right button Interrompe il comando e/ o ritorna al menù superiore.

[Enter]+[Space] *tasto sinistro (bottoni comando)* Seleziona una voce da un menù, esegue un comando, e seleziona entità. Questi sono bottoni comando definiti.

[Alt] Permetti di spostare il cursore tra area grafica, barre menù e menù a icone.

[Tab] Muove il puntatore tra le diverse opzioni di una finestra di dialogo.

[+] [-] Esegue lo zoom veloce per ingrandire, ridurre o spostare la vista. I sono definiti dalla posizione corrente del cursore grafico nell'area grafica, e da fattori di amplificazione collocati in *Impostazioni/ Opzioni/Vista/ Fattore Zoom*. Il centro dello zoom veloce in/out è sempre la posizione corrente del cursore grafico.

[Insert] o **[Alt]+[Shift]** Sposta l'origine relativa (i.e. punto di riferimento delle coordinate relative) nella posizione corrente del cursore grafico.

con ruota Ruotando in avanti attiva zoom di ingrandimento

Ruotando indietro attiva zoom di riduzione

Premere la ruota per trascinare l'area di disegno

Posiziona il centro dello zoom di ingrandimento o riduzione nella posizione corrente del cursore.

Tasti utili Combinazioni di tasti per accedere più rapidamente ai comandi utilizzati frequentemente.

Vedere… *2.6 Tasti scelta rapida*

bottone destro Presenta il Menu Rapido. ***Vedere…*** *2.7 Menu Rapido*

tasto destro Quando il cursore si trova sull'area grafica, premendo il tasto destro del mouse appare un menù diverso a seconda del comando corrente.

2.6. Tasti scelta rapida

Tasti di scelta rapida possono essere assegnati a operazioni comuni, pulsanti della barra degli strumenti, voci di menu. Le impostazioni predefinite in AXISVM prevedono che I tasti di scelta rapida siano sensibili al contesto, quindi la stessa combinazione di tasti può attivare comandi diversi a seconda della scheda attiva in quel momento (*Geometria, Elementi, Carichi,* etc.).

Comandi generici

```
Apri ..................................... Ctrl+O
Salva .................................... Ctrl+S
Stampa ................................... Ctrl+P
Annulla .................................. Alt+BkSp
Ripeti ................................... Shift+Alt+BkSp
Gestione livelli ......................... F11
Piani .................................... F7
Esplora tabella .......................... F12
Crea relazione ........................... F10
Libreria delle immagini ................... F6
```

Salva nella libreria immagini F9
Elimina ..... Del
Imposta origine coordinate relative ..... Ins
Caso di carico precedente ..... Ctrl+PgUp
Caso di carico successive ..... Ctrl+PgDn

Barra comandi verticale
Seleczione ..... S
Codifica colori ..... Shift+C
Transla / Copia ..... Shift+T
Ruota ..... Shift+R
Specchia ..... Shift+M
Scala ..... Shift+S
Lineee di quota ..... Ctrl+Alt+D
Modifica i layer di sfondo ..... Ctrl+Alt+E
Parti ..... Shift+P
Linee di sezione ..... Shift+Ctrl+X
Trova F3
Opzioni di visualizzazione ..... Ctrl+Y
Informazioni sul modello ..... Shift+I

Visualizza
Ingrandisci ..... Ctrl+ü
Riduci ..... Shift+Ctrl+ü
Adatta alla finestra ..... Ctrl+W
Sposta ..... Ctrl+M
Ruota ..... Ctrl+R
Vista frontale ..... Ctrl+1
Vista laterale ..... Ctrl+3
Pianta ..... Ctrl+2
Perspettiva ..... Ctrl+4
Vista per line ..... Alt+F5
Rimozione line nascoste ..... Alt+F6
Vista solida ..... Alt+F7
Vista con tessitura ..... Alt+F8

Guide
Reticolo strutturale ..... Shift+G
Perpendicolare ..... Alt+V
Parallelo ..... Alt+P
Bisettrice ..... Alt+B
Punto divisorio ..... Alt+M
Punto d’intersezione di due line ..... Alt+I

Schede
[Geometria] ..... Shift+F1
[Elementi] ..... Shift+F2
[Carichi] ..... Shift+F3
[Mesh] ..... Shift+F4
[Statica] ..... Shift+F5
[Instabilità] ..... Shift+F6
[Vibrazioni] ..... Shift+F7
[Dinamica] ..... Shift+F8
[Verifica CA] ..... Shift+F9
[Verifica acciaio] ..... Shift+F10
[Verifica legno] ..... Shift+F11

Geometria

Nodo ..... N
Linea L
Poligono ..... P
Rettangolo ..... R
Arco ..... A
Arco passante per tre punti ..... B
Divisione orizontale ..... H
Dividi linee ..... D
Intersezione I

Elementi
Materiale ..... Shift+Ctrl+M
Sezioni ..... Shift+Ctrl+C
Disegno diretto elementi F4
Disegno diretto degli appoggielastici F5
Dominio ..... D
Foro ..... H
Elementi lineari L
Appoggio elestico nodale ..... T
Appoggio elastic lineare ..... U
Elemento d’interfaccia nodo-nodo I
Elemento d’interfaccia linea-linea ..... J

Carichi
- Casi di carico e gruppi di carico L
- Combinazioni di carico C
- Carichi nodali ..... N
- Carichi concentrate sulle travi ..... B
- Carico concentrato su dominio ..... A
- Carico lineare ..... J
- Carico di bordo ..... E
- Carico lineare su dominio I
- Carico superficiale distribuito ..... H
- Carico distribuito su dominio ..... D
- Carico distribuito su reticolari/travi/nervature K
- Pannello di carico ..... P
- Carico neve ..... O
- Carico vento ..... W
- Carichi idraulici ..... F
- Peso proprio ..... G
- Definizione di carichi di mobili lineari ..... T

Mesh
- Mescatura domini ..... G

Statica
- Analisi static lineare L
- Analisi statica non-lineare ..... N
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A

Instabilità
- Analisi instabilità L
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A

Vibrazioni
- Analisi delle vibrazioni L
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A

Dinamica
- Analisi dinamica L
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A

Verifica CA
- Parametri armatura ..... P
- Armatura corrente ..... T
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A
- Armatura colonna C
- Progetto armature trave ..... B
- Analisi punzonamento piastra ..... U
- Progetto della Fondazione a plinto ..... F
- Progetto della Fondazione a trave rovescia I

Verifica acciaio
- Parametri di progetto ..... P
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Progetto giunti ..... J
- Progetto giunti ..... K
- Ottimizzazione sezione trasversale ..... O

Verifica legno
- Parametri di progetto ..... P
- Parametri di visualizzazione risultati ..... D
- Valori Min, Max ..... Ctrl+X
- Animazione ..... A

Menu

File
- Apri ..... Ctrl+O
- Salva ..... Ctrl+S
- Stampa ..... Ctrl+P
- Esci ..... Ctrl+Q

Modifica
- Annulla ..... Alt+BkSp
- Ripeti ..... Shift+Alt+BkSp
- Seleziona tutto ..... Num *
- Copia ..... Ctrl+C
- Incolla ..... Ctrl+V
- Elimina ..... Del
- Esplora tabella F12
- Crea relazione F10
- Libreria delle immagini F6

Salva nella libreria immagini F9
Informazioni sui pesi per materiale F8
Piano Sisma ..... Ctrl+Alt+P
Crea elementi strutturali ..... Shift+A
Rompe elementi strutturali ..... Shift+B
Inversione coordinate dei sistemi locali ..... Ctrl+E

Impostazioni
Simboli ..... Ctrl+Y
Varie ..... Ctrl+D
Gestione livelli F11
Piani F7
Definisci line guida ..... Ctrl+G
Reticolo strutturale ..... Shift+G
Tasti scelta rapida ..... Ctrl+K
Preferenze
Caratteri ..... Shift+Alt+F
Analisi ..... Shift+Alt+B
Visualizza
Vista frontale ..... Ctrl+1
Pianta ..... Ctrl+2
Vista laterale ..... Ctrl+3
Prospettiva ..... Ctrl+4
Un piano sopra ..... PgUp
Un piano sotto ..... PgDn
Ingradisci ..... Ctrl+ü
Riduci ..... Shift+Ctrl+ü
Adatta alla finestra ..... Ctrl+W
Sposta ..... Ctrl+M
Ruota ..... Ctrl+R
Vista per linee ..... Alt+F5
Rimozione line nascoste ..... Alt+F6
Vista solida ..... Alt+F7
Vista con tessitura ..... Alt+F8
Finestra
Editor di proprietà ..... Shift+Alt+P
Stato ..... Shift+Alt+I
Codifica colori ..... Shift+Alt+C
Coordinate ..... Shift+Alt+K
Legenda colori ..... Shift+Alt+L
Immagine di sfondo ..... Ctrl+B
Dividi orizzontalmente ..... Shift+H
Dividi verticalmente ..... Shift+V
Chiudi finestra ..... Ctrl+F4
Riduzione dimensione del testo dell'etichette .. Ctrl+Alt+I
Incremento dimensione del testo dell'etichette.. Ctrl+Alt+O
Libreria delle immagini F6
Salva nella libreria immagini F9
Aiuto
Argomenti F1
Pulsanti rapidi
Auto intersezione ..... Ctrl+I
Visualizza mesh on/off ..... M
Visualizzare solo gli elementi selezionati ..... Ctrl+F
Visualizza carichi on/off ..... Ctrl+L

Opzioni visualizzazione risultati
Nessuno ..... Ctrl+F5
Diagramma ..... Ctrl+F6
Isolinee ..... Ctrl+F7
Isosuperfici 2D ..... Ctrl+F8
Linea di sezione ..... Ctrl+F9
Isosuperfici 3D ..... Ctrl+F10
Diagramma + valori medi ..... Ctrl+F11
Elenco delle componenti risultanti ..... Q
Coordinate
X X
Y ..... Y
Z ..... Z
L ..... Shift+Ctrl+L
R ..... Shift+Ctrl+R
A ..... Shift+Ctrl+A
H ..... Shift+Ctrl+H
B ..... Shift+Ctrl+B
Piano di lavoro temporaneo ..... Shift+Ctrl+W
Bloccato X[m] : ..... Ctrl+Alt+X
Bloccato Y[m] : ..... Ctrl+Alt+Y
Bloccato Z[m] : ..... Ctrl+Alt+Z
Bloccato L[m] : ..... Ctrl+Alt+L
Bloccato r[m] : ..... Ctrl+Alt+R

```
Bloccato a[°] : ................................ Ctrl+Alt+A
Bloccato h[m] : ................................ Ctrl+Alt+H
Bloccato b[°] : ................................ Ctrl+Alt+B
Coordinate relative / globali ................... Shift+D
Coordinate polari relative / globali ............. Shift+E
```

Tasti di scelta rapida nell'ambiente tabella

Ctrl+L	Apre librerie
Alt+F4	Uscita
Ctrl+Insert	Nuova linea
Ctrl+Del	Cancella linea
Ctrl+A	Seleziona tutto
F5	Salta alla linea
Ctrl+D	Formato standard
Ctrl+Alt+F	Imposta formato colonna
Ctrl+R	Imposta modalità di visualizzazione dei risultati (per le tabelle dei risultati)
Ctrl+G	Modifica nuova sezione trasversale (per tabella sezioni trasversali)
Ctrl+M	Modifica sezione trasversale (per tabella sezioni trasversali)
F1	Help sensibile al contesto
F9	Aggiungi tabella alla relazione
F10	Creazione relazione

Tasti di scelta rapida nell'ambiente relazione

Ctrl+T	Inserisci testo
Ctrl+Alt+B	Inserisci salto pagina
Ctrl+W	Esporta file RTF
F3	Anteprima relazione
Ctrl+P	Stampa
Ctrl+Del	Elimina

Comandi rotella del mouse

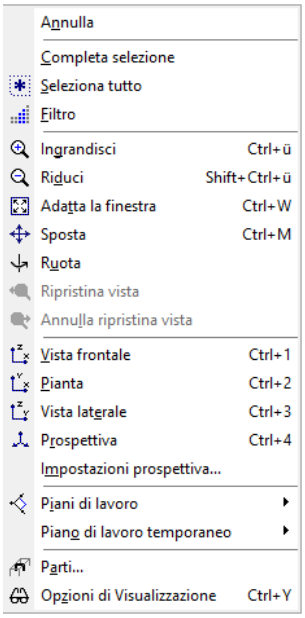
Ruota avanti	Zoom ingrandimento
Ruota indietro	Zoom riduzione
Premi rotella + muovi	Pan (lento)
Premi rotella + ALT + muovi	Ruota
Premi rotella + CTRL + muovi	Pan (veloce)

2.7. Menu Rapido

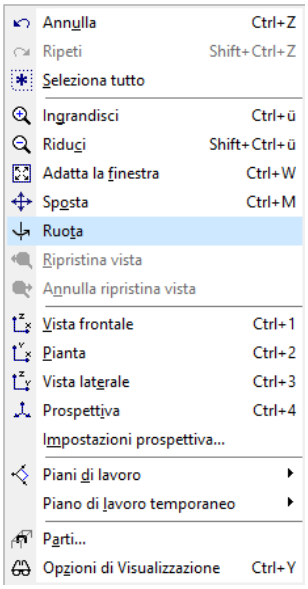
tasto destro

Quando il cursore si trova sull'area grafica e viene premuto il tasto destrodel mouse compare un menu contestuale, la lista del menu dipende dal comando in esecuzione.

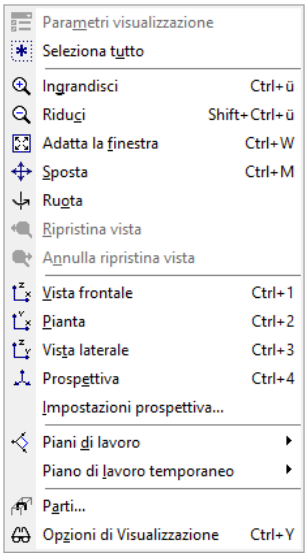
Selezione



Geometria / Elementi / Carichi



Risultati



2.8. Finestre di dialogo

Dopo avere scelto una funzione di solito una finestra di dialogo appare sullo schermo. Queste finestre di dialogo possono essere utilizzate allo stesso modo di qualsiasi altra finestra di Windows.
Il carattere della finestra di dialogo può essere cambiato scegliendo da *Impostazioni* \ *Preferenze* *Caratteri* e selezionando l'opzione *Finestre di dialogo*.
È possibile cambiare la posizione di tutte le finestre di dialogo. Il programma salva l'ultima posizione e mostra la finestra nella posizione precedente.

Seleziona >> Permette di uscire temporaneamente dalla finestra di dialogo e selezionare dal modello le proprietà di un'entità definita precedentemente. Questo tasto non è presente in tutte le finestre di dialogo.

2.9. Esplora Tabella



[F12]

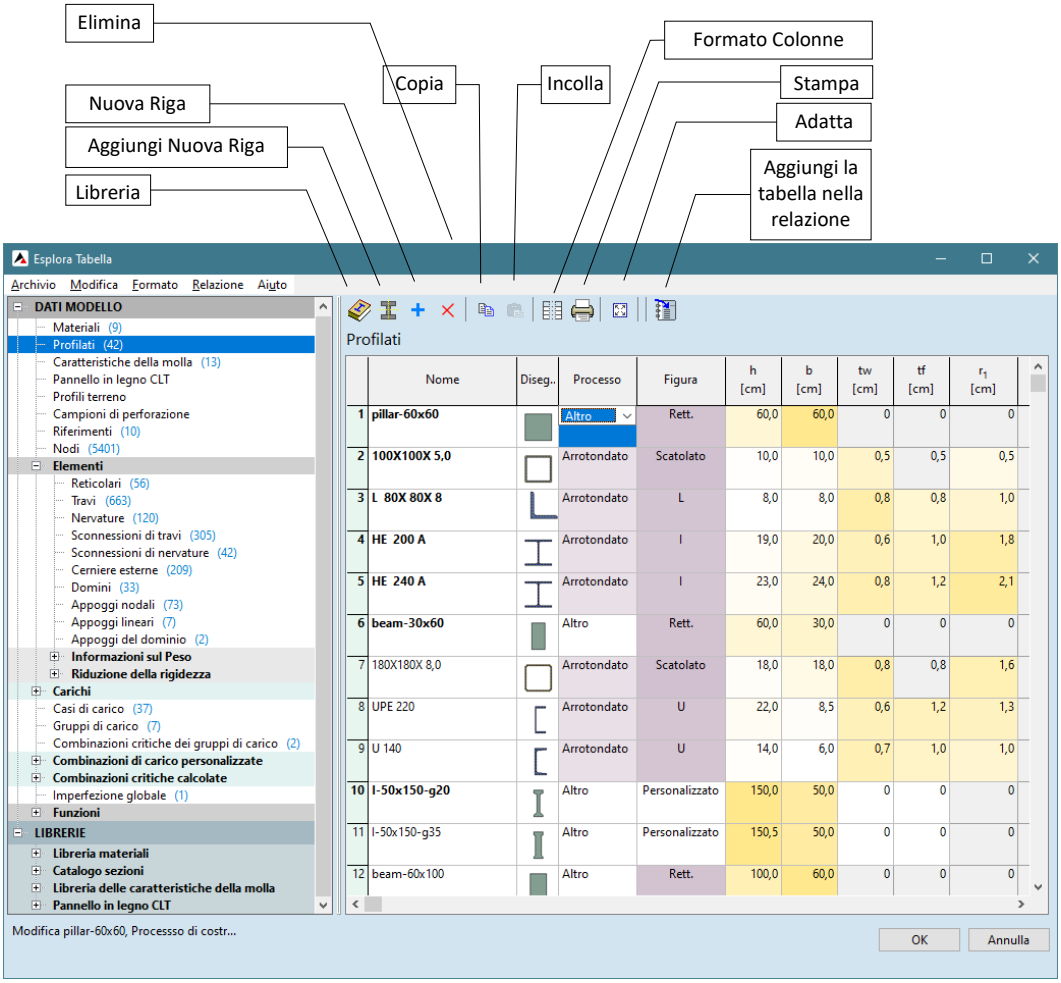
AXISVM utilizza tabelle per mostrare informazioni numeriche sullo schermo permettendo di introdurre cambiamenti nel loro formato. Le tabelle funzionano nella stessa maniera indipendentemente dal loro contenuto. Tutte le tabelle create da AXISVM sono disponibili attraverso il comando Tabella browser cliccando sul tasto relativo o schiacciando **[F12].**

☞ ***Di default sono elencati solo i dati della selezione corrente (se c'è) o della parte attiva (i.e. visualizzato).***

I dati del modello da visualizzare in tabella possono essere selezionati dalla struttura ad albero nella parte sinistra. Se si utilizza la tabella mentre si lavora nel preprocessore (prima della scheda Statica), vengono visualizzati solo i dati del modello di input. Quando si lavora nel post-processore (nella scheda Statica o a destra), vengono visualizzati anche i risultati del modello.

Codifica a colori delle celle di tabella

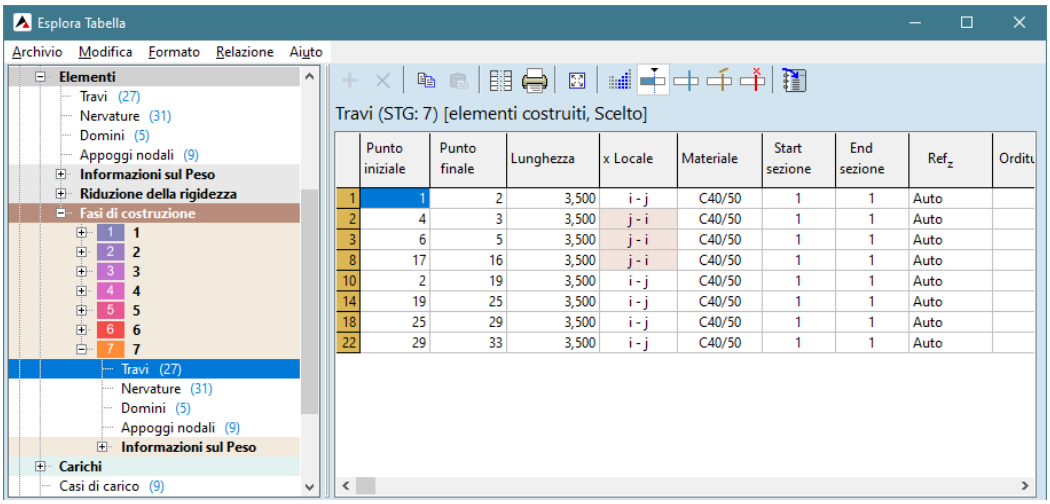
Le tabelle della *Libreria* applicano la codifica dei colori ai valori visualizzati (ad esempio spessore del dominio, sezione trasversale della trave, lunghezza della trave, componenti del risultato, ecc.). I colori di sfondo della cella appaiono solo sullo schermo. Ciò aiuta a trovare valori comuni, più piccoli dei valori più grandi.
Le tabelle dei risultati mostrano valori negativi nelle tonalità blu, valori positivi nelle tonalità di color rosso.
Le efficienze sono visualizzate in tonalità di color verde sotto il limite e nelle tonalità di color rosso sopra di esso. La codifica a colori può essere disabilitata, vedere *Formattazione/ codifica colore delle celle di tabella.*



Display options for construction stages



If the model includes construction stages (***vedi...*** *4.13 Fasi di costruzione - Modulo STG*), and a table under *Elements / Constructions stages / <Stage name>* is selected, additional buttons appear on the toolbar. These are display options for the construction stage (elements built, added, modified or removed from the stage). For more information ***vedere...*** *4.13.4 Definizione delle opzioni per le fasi.*



Uso della tabellao Una tabella può contenere più righe e/o colonne di quante se ne possono mostrare a video contemporaneamente. Per vederla nella sua interezza si possono utilizzare le scroll-bars e/o utilizzare la tastiera come segue.

[↑], [↓], [←], [→], *tasto sinistro* Sposta il cursore su e giù, da sinistra a destra, spostando la tabella lungo righe e colonne. Cliccando una cella modificabile sposta il cursore su quella cella.

[Home] Sposta il cursore sulla prima cella della riga.

[End] Sposta il cursore sull'ultima cella della riga.

[Ctrl]+[Home] Sposta il cursore sulla prima cella della prima riga.

[Ctrl]+[End] Sposta il cursore sull'ultima cella dell'ultima riga.

[Page Up] Visualizza la pagina di righe precedente.

[Page Down] Visualizza la pagina di righe successiva.

[Ctrl]+ [→] Sposta il cursore sulla pagina di colonne successiva(a destra). (solo in tabelle nelle quali possono essere visualizzate più colonne contemporaneamente).

[Ctrl]+ [←] Sposta il cursore sulla pagina di colonne precedente(a sinistra). (solo in tabelle nelle quali possono essere visualizzate più colonne contemporaneamente).

[Enter] Termina l'inserimento corrente nella cella memorizzando i dati introdotti e sposta il cursore una colonna a destra o sulla prima colonna della riga successiva.

[Esc] *tasto destro* Interrompe l'introduzione corrente nella cella.

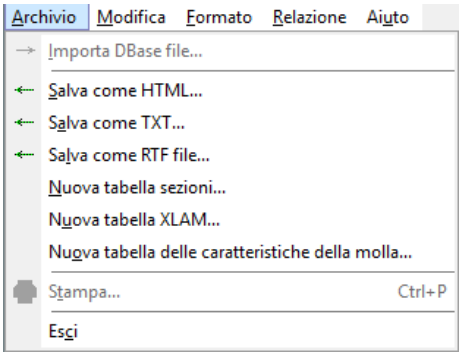
[Shift] Se è premuto il tasto **[Shift]** tutti i tasti di direzione selezioneranno celle invece di spostare il cursore. Si possono selezionare celle anche spostando il mouse.
Cliccando una cella prefissata(quella più in alto) di una colonna si seleziona l'intera colonna. Cliccando una cella prefissata(quella più a sinistra) di una riga si selezioan l'intera riga. Cliccando la cella in alto a sinistra si seleziona l'intera tabella. Le celle selezionate possono essere copiate negli Appunti come tabella.
Se la selezione si trova all'interno di una colonna modificabile, si può impostare un valore comune per le celle selezionate (vedere Imposta Valore Comune in seguito).

OK Salva i dati e chiude la tabella.

Cancella Chiude la tabella senza salvare i dati.

☞ ***Se si seleziona questa opzione nella finestra di dialogo** Opzioni di visualizzazione **quando si inserisce una tabella nella Relazione le tabelle dei risultati visualizzano anche gli estremi (valori minimi e massimi) dei dati. L'impostazione di default è la visualizzazione dei valori singoli ed estremi.***

Archivio



Esplora Tabella
menù a icone

Esplora da librerie

[Ctrl]+ [L]

Se la tabella dei *Materiali*, *Sezioni trasversali*, *Caratteristiche di molla* o *Pannelli di legno CLT* è selezionata, la prima voce di menu consente di sfogliare la libreria dei materiali incorporata, la libreria di sezioni trasversali, la libreria di caratteri della molla o la libreria di pannelli di legno CLT.

Importa DBase File

Importa il file *nome.dbf* dal Dbase nella tabella attiva. Il programma verifica i valori dei campi e segnala un messaggio di errore se vengono rilevati valori incompatibili.

Salva come DBase file

Esporta la tabella attiva, sotto forma del file *nome.dbf*, nel Dbase del programma. I nomi dei campi sono generati basandosi sui nomi delle colonne attive. I campi sono di tipo *testo* .

Salva come HTML

Esporta la tabella attiva in un file di formato HTML chiamato *nome.htm*. Questo file può essere importato come tabella in Word o può essere aperto con una applicazione browser. Alcune informazioni sulla formattazione potrebbero andare perse.

Salva come TXT

Esporta la tabella attiva in un file di testo chiamato *nome.txt* (ASCII)

Salva come RTF file

Esporta la tabella corrente in un file RTF (*nome.rtf*) utilizzando il file di maschera corrente.
Vedere... *2.10.2 Relazione*
È possibile importare questo file in Microsoft Word o qualsiasi altro elaboratore di testi che può importare file RTF.

Nuova tabella sezioni

Crea una nuova sezione e la salva nel file *nome.sec*. La sezione creata sarà considerata insieme alle sezioni dello stesso tipo. È possibile memorizzare le sezioni trasversali inserite in queste tabelle. Il tipo della tabella determina solo la posizione della tabella nel Libreria Sezioni.

Proprietà tabella sezioni

È possibile modificare le proprietà (nome tabella, tipo di sezione) di una tabella definita dall'utente.

Elimina tabella sezione trasversale

È possibile cancellare una tabella definita dall'utente.

Nuova tabella CLT

Crea una nuova tabella CLT di layer dei pannelli in legno sotto LIBRARIE / pannelli in legno CLT.

Rinominare la tabella CLT

È possibile modificare il nome di una tabella definita dall'utente nei pannelli di legno CLT.

Elimina la tabella CLT

È possibile eliminare una tabella definita dall'utente all'interno di pannelli di legno CLT.

Nuova tabella delle caratteristiche della molla

Crea una nuova tabella delle caratteristiche della molla sotto LIBRERIE/ *libreria delle caratteristiche di Molle*

Rinomina la tabella delle caratteristiche della molla

Se viene selezionata una tabella personalizzata delle caratteristiche della molla all'interno della *Libreria delle caratteristiche di molla*, questa voce di menu viene visualizzata e il nome della tabella può essere modificato.

Elimina la tabella delle caratteristiche della molla

Se viene selezionata una tabella personalizzata delle caratteristiche della molla all'interno della *Libreria delle caratteristiche di mola*, questa voce di menu viene visualizzata e la tabella può essere cancellata.

Stampa



[Ctrl]+ [P]

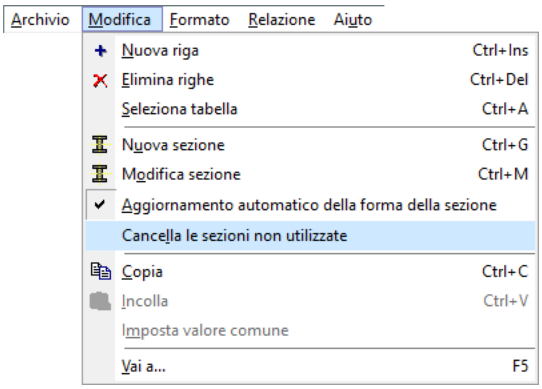
Stampa tutte le informazioni visualizzate nella tabella con la stampante selezionata o su file, con l'intestazione pagina e la riga di commento precedentemente impostate con il comando Intestazione nel menu File.

Esci

[Alt]+ [F4]

Esce dalla tabella allo stesso modo del pulsante Cancella (le modifiche non vengono salvate).

Modifica



Nuova riga



[Ctrl]+ [Insert]

Aggiunge alla lista nuove righe e permette il riempimento di tutte le celle con dati nell'ordine fissato da sinistra a destra.

Elimina righe

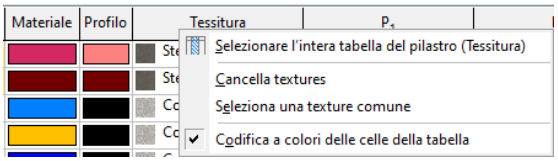


[Ctrl]+[Del]

Cancella le linee selezionate. Anche disponibile nei popup menu.

Cancella textures

Disponibile soltanto se i materiali sono elencati. Rimuove la struttura dai materiali selezionati. Disponibile nel menu del popup.



Impostazione di texture comuni

Imposta la stessa texture per le righe selezionate. Disponibile solo nella tabella dei materiali attraverso il menu a tendina.

[Ctrl]+ [A]

Seleziona la tabella intera.Ha lo stesso effetto di cliccare la cella in alto a sinistra.

Nuova sezione



[Ctrl]+[G]

Avvia l'editor per l'introduzione grafica di una sezione, permettendo l'immissione di una nuova sezione trasversale personalizzata.

Modifica sezione



[Ctrl]+[M]

Avvia l'editor per l'introduzione grafica di una sezione, permettendo la modifica di una sezione trasversale personalizzata creata in precedenza.

Aggiornamento automatico immagine sezione

Con questa funzione modificando i parametri della sezione nella tabella si ottiene il ricalcolo dei parametri della geometria e della sezione trasversale.

Cancella le sezioni non utilizzate

Saranno cancellate le sezioni trasversali inutilizzate dalla tabella

Copia



[Ctrl]+ [C]

Copia le celle selezionate negli Appunti come tabella. Anche disponibile nei popup menu.

Incolla



[Ctrl]+ [V]

Incolla celle dagli Appunti nella tabella sovrascrivendo i valori preesistenti.
Se qualche valore è inaccettabile, il comando Incolla si interrompe.
Se sono state tagliate o copiate intere righe e la tabella permette l'inserimento di nuove righe, i dati degli Appunti possono anche essere aggiunti alla fine della tabella invece di sovrascrivere le righe esistenti.

Imposta valore comune

Imposta un valore comune selezionando una colonna con le celle da modificare.
Per esempio: è possibile cambiare la Z di tutti I nodi selezionati. Disponibile dal menu della tabella *Modifica / Imposta valore comune*. Anche disponibile nei popup menu.

Vai a
[F5]

Salta alla riga specificata.

Formato

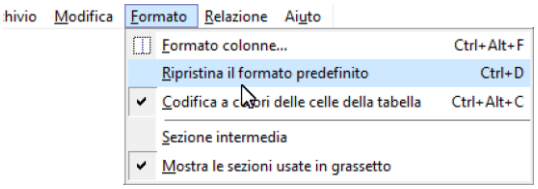
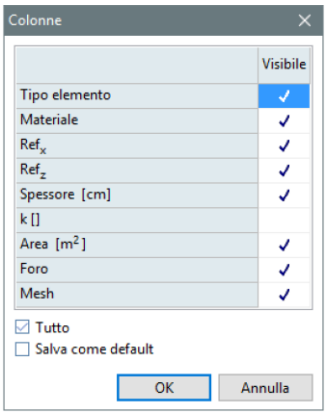


Tabelle inserimento dati

Setta on/off le colonne



[Ctrl]+ [Alt]+ [F]



Si può specificare se una colonna è visibile o meno, impostando le check boxes delle corrispondenti colonne. Se alcune colonne sono disattivate, le informazioni sulle colonne nascoste appaiono sotto la tabella. Controllare l'opzione *Salva come predefinito* rende lo stato della colonna predefinita per quel tipo di tavola.

Il formato di visualizzazione è impostato secondo le impostazioni nella finestra di dialogo Unità/Impostazioni (***Vedi...*** *3.3.8 Unità e formati*).

Alcune celle richiedono l'inserimento di valori numerici. Nell'inserimento di numeri reali si possono usare i seguenti caratteri:

+ - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 E

e il separatore decimale standard di Windows specificato nel campo *Start/ Impostazioni/Pannello di controllo/ Impostazioni Internazionali/ Numeri/ Separatore Decimale.*

In alcuni casi non si può inserire un numero negativo; pertanto il tasto - è disabilitato durante l'inserimento di questo tipo di valori. Se si richiede un numero intero non si possono usare il separatore decimale ed il simbolo di esponenziale (E).

Dec.
Quando si inseriscono numeri reali si può selezionare il numero di decimali dalla lista a tendina che include anche la notazione scientifica EXP. Per esempio, il valore 371.6 può essere visualizzato con 3 decimali, come 371.600, o in notazione scientifica, come 3.716E + 02.

Visibile.
Si può specificare se una colonna è visibile o no, impostando la cella di 60 scelta della colonna corrispondente.

Ripristinare il formato predefinito
Ctrl+D

Ripristina nell'intera tabella il formato di default (visibilità colonnE e decimali).

Codifica a colori delle celle di tabella
Ctrl+Alt+C

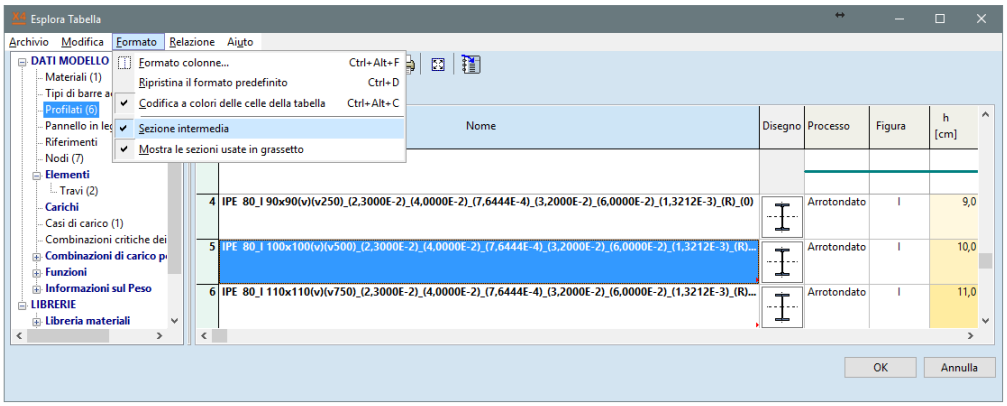
Questa funzione permette di abilitare o disabilitare la codifica a colori degli sfondi delle celle.

Ordine dei casi di carico...

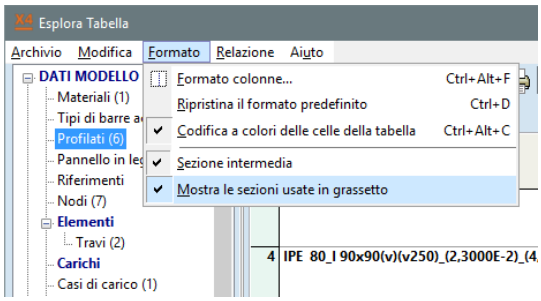
L'ordine di presentazione dei casi di carico può essere modificato.
Vedere... *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

Sezioni intermedie

Dopo aver diviso o mesciato una trave o una nervatura con una sezione variabile, Axis VM crea automaticamente le sezioni intermedie. Queste nuove sezioni vengono aggiunte nella lista in coda a quelle già presenti.



Mostra le sezioni usate grassetto

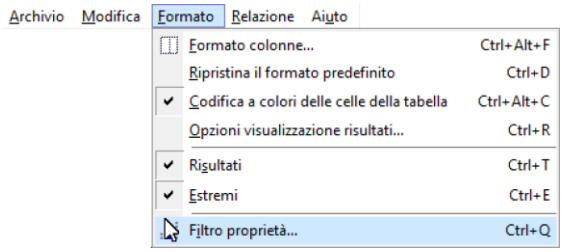


Agevola le informazioni dei dati contenuti nella Tabella delle sezioni trasversali. Le sezioni poste in evidenza rimarranno nella tabella se l'opzione del comando *Cancella Sezioni trasversali Inutilizzate* è attivo.

Vedere ... il comando *Edit* del menu.

In caso di richiesta di nuove ricerche, queste appaiono sul menu Formato e sulla Barra Comandi.

Durante l'interrogazione dei risultati



Opzioni di visualizzazione risultati
[Ctrl]+[R]

É possibile definire i valori estremi dei dati cercati e decidere se visualizzare tutti i valori (Risultato) e/o solo i valori estremi.
Vedere in dettaglio... *6.1.6 Tabella Risultati*

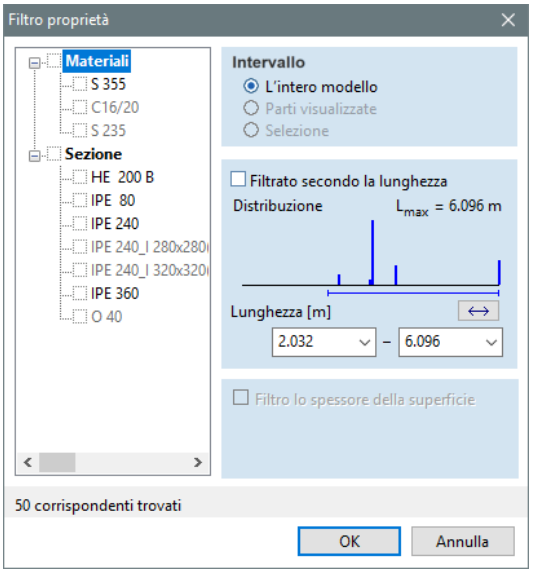
Risultati On/Off
[Ctrl]+[T]

Attiva o disattiva la visualizzazione dei risultati

Estremi On/Off
[Ctrl]+[E]

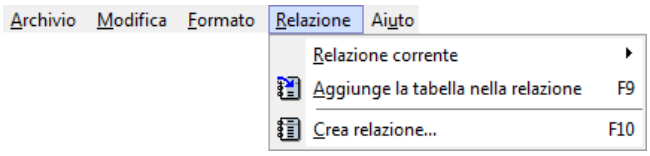
Attiva o disattiva la visualizzazione dei valori estremi

Proprietà Filtri
[CTRL]+[Q]



La opzioni dei filtri consentono di definire quali elementi includere nella ricerca.

Relazione



Relazione E' possibile definire il contenuto della relazione. I dati delle tabelle saranno aggiunte alla relazione. ***Vedere...*** *2.10 Generatore di relazione*.

Aggiungi la tabella nella relazione



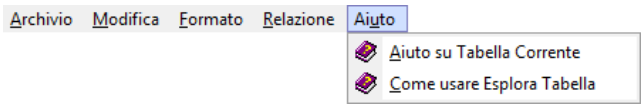
[F9] Aggiunge la tabella corrente alla relazione corrente. Se il nodo selezionato nell'albero ha elementi sottostanti (per esempio Modello o Carichi) tutti i dati saranno aggiunti. Se la tabella corrente è una tabella di risultati ed è impostata per visualizzare solo i dati estremi tutte le tabella seguenti riporteranno i dati estremi. ***Vedere...*** *2.10 Generatore di relazione*

Crea relazione



[F10] Attiva il generatore di relazione.

Help



Aiuto su tabella corrente



Mostra informazioni sulla tabella.

Come usare Esplora Tabella



Mostra informazioni sulle operazioni dei dati della tabella.

OK Salva i dati e chiude la tabella.

Cancella Chiude la tabella senza salvare i dati.

☞ ***Se si seleziona questa opzione nella finestra di dialogo*** *Opzioni di visualizzazione* ***quando si inserisce una tabella nella Relazione le tabelle dei risultati visualizzano anche gli estremi (valori minimi e massimi) dei dati. L'impostazione di default è la visualizzazione dei valori singoli ed estremi.***

Ridimensiona



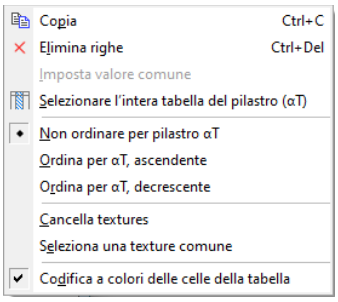
Reimposta automaticamente le dimensioni della finestra di dialogo per adattarla a tutte le colonne (se possibile).

Imposta valore comune Imposta un valore comune per le celle selezionate all'interno di una colonna.

Esempio:si può imporre che la coordinata Z di tutti i nodi abbia lo stesso valore costruendo così un modello completamente piatto.

Disponibile da Esplora *Tabella /Modifica/ Imposta Valore Comune*.

Menu a tendina Facendo clic con il pulsante destro del mouse sulla tabella, viene visualizzato il menu a tendina. Il suo contenuto dipende dalla tabella e dalla presenza o meno di celle selezionate. Alcune funzioni appaiono anche nel menu principale, altre sono disponibili solo qui:



Selezionare l'intera colonna della tabella: Seleziona le celle della colonna su cui si è fatto clic con il tasto destro del mouse.

Elimina le texture: Disponibile solo nella tabella dei materiali. Rimuove la texture dalle righe selezionate.

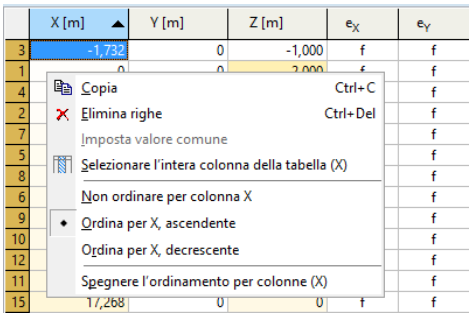
Imposta la texture comune: Disponibile solo nella tabella dei materiali. Imposta la stessa texture per le righe selezionate.

Ordinamento per colonne L'inserimento dei dati e la visualizzazione dei risultati in tabella possono essere riordinati nella maggior parte delle colonne. Sfiorando l'intestazione di una colonna ordinabile, il colore della cella di intestazione cambia. Facendo clic sull'intestazione, la cella diventa azzurra e l'ordinamento cambia (ascendente, discendente, nessun tipo). Le righe della tabella saranno ordinate di conseguenza.

La maggior parte delle tabelle di inserimento dati possono essere ordinate per più criteri. Ordinando la tabella dei nodi per Z e poi X significa che i nodi con Z uguale verranno ordinati per la loro coordinata X. L'ordine dei criteri dipende dall'ordine di clic. Le tabelle dei risultati consentono di ordinare solo una colonna del componente di risultato, ma alcune colonne possono essere utilizzate come il primo

criterio aggiuntivo (ad esempio la sezione trasversale nelle tabelle delle forze della trave, e.s. è possibile ordinare i risultati in primo luogo per la sezione trasversale, e poi per una componente di forza).

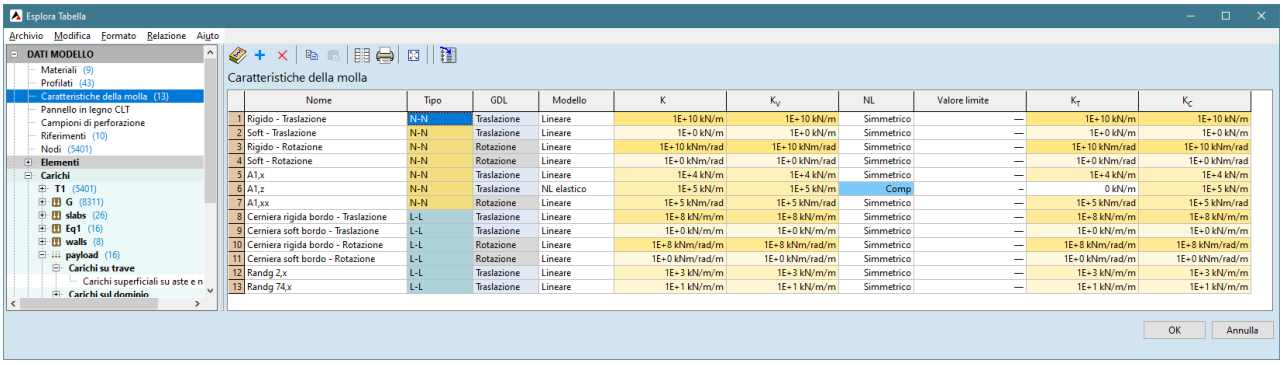
Quando più criteri vengono applicati l'ordine può essere verificato facendo clic con il tasto destro del mouse sulla cella di intestazione e controllando l'ultima voce del menu a tendina *(Spegnere l'ordinamento per colonne)*



2.9.1. Caratteristiche della molla

Definire le caratteristiche della molla

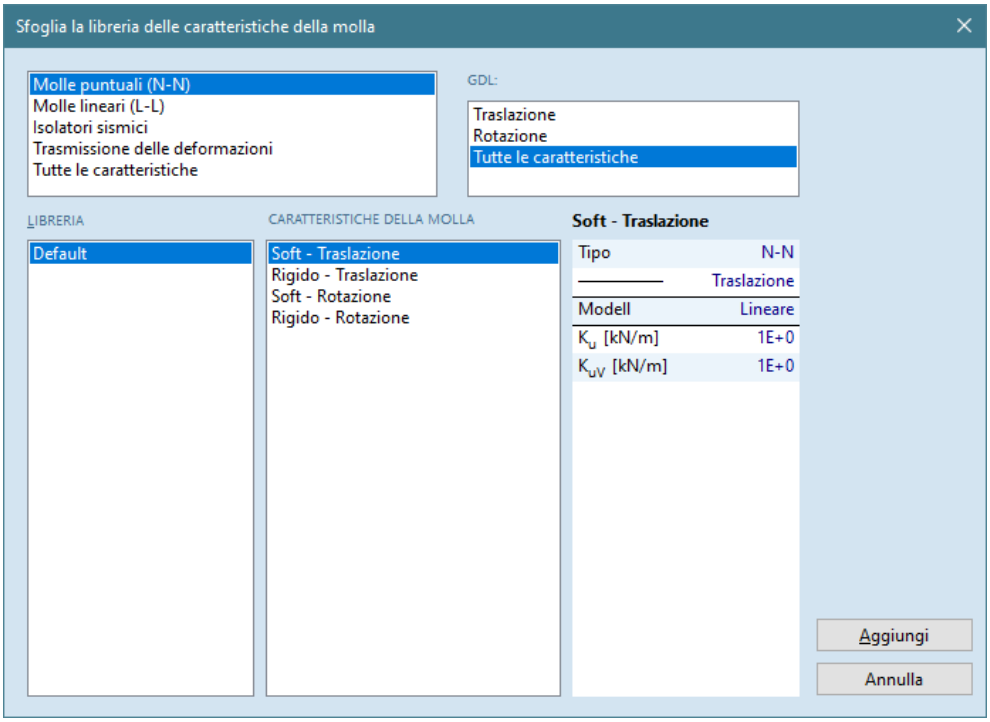
La nuova caratteristica della molla può essere inserita in *Sfoglia Tabella* sotto le *Caratteristiche di Molla*. Questa tabella mostra le caratteristiche della molla specificate nel modello corrente. Le caratteristiche non utilizzate possono essere cancellate con la funzione *Modifica/Elimina molle inutilizzate*.



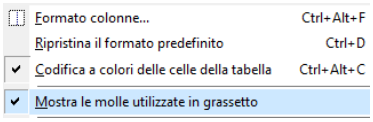


Sfoglia la libreria delle caratteristiche di Molla

La caratteristica della molla può essere selezionata dalla *libreria delle caratteristiche di Molla*. Viene visualizzata una finestra con le librerie e le caratteristiche. Le caratteristiche della molla sono elencate in base al grado di libertà selezionato (traslazionale, rotazionale, tutto). Le proprietà delle caratteristiche selezionate sono mostrate nella terza colonna.



L'attivazione di *Formato/Mostra le molle utilizzate in grassetto* aiuta ad evitare l'eliminazione di una caratteristica della molla quando è in uso.
Le molle elencate ma non utilizzate possono essere facilmente rimosse dal comando *Modifica/Elimina molle inutilizzate*.





Nuova caratteristica della molla

Specificare una nuova caratteristica della molla è descritta nella sezione *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle.*

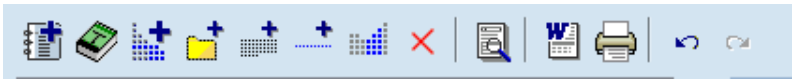
Proprietà delle caratteristiche della molla

Le caratteristiche della molla esistenti possono essere modificate facendo clic su una colonna non modificabile. Nella finestra di dialogo che appare possono essere definite o modificate tutte le proprietà delle caratteristiche della molla.
Le proprietà delle caratteristiche della molla sono descritte nella sezione *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle.*

2.10. Generatore di relazione



[F10]



Il generatore di Relazioni è uno strumento per compilare una relazione completa di un progetto utilizzando elementi tabellati (tabelle/disegni creati da AXISVM e blocchi di testo definiti dall'utente). Le relazioni sono memorizzate nel file di modello (*.axs) e possono essere stampate o salvate come un file Rich Text Format (RTF). I file RTF possono essere elaborati dagli altri programmi (per esempio Microsoft Word).

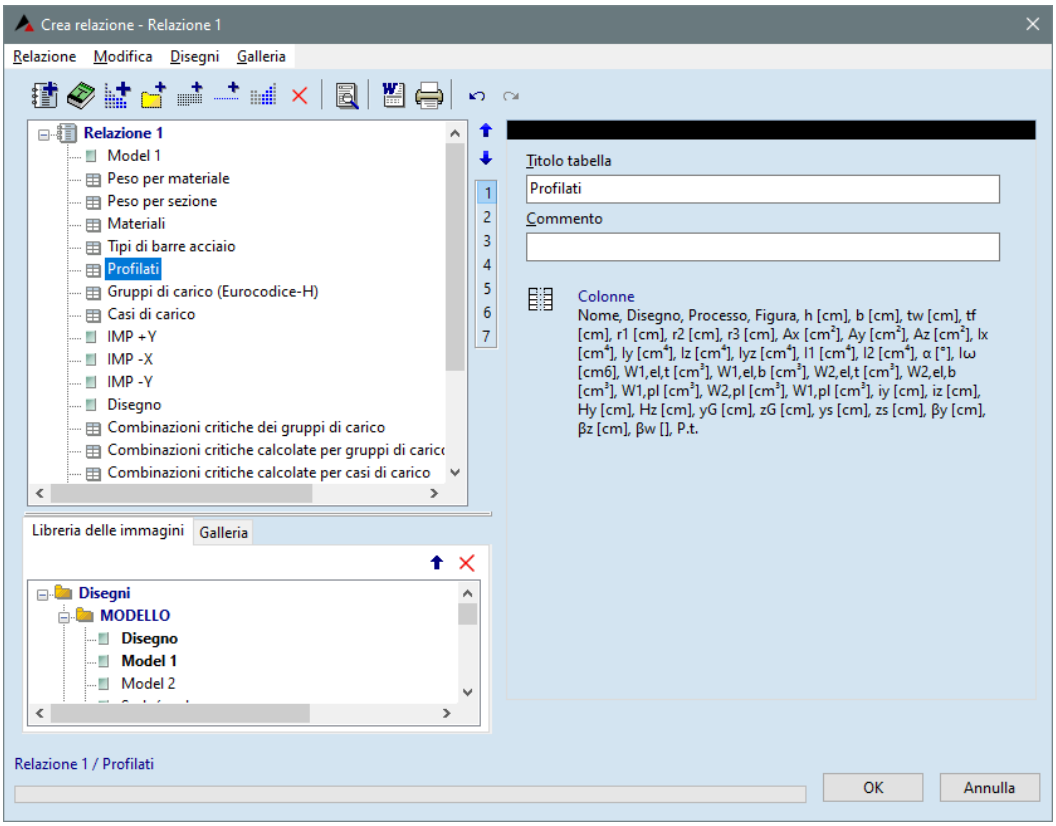
Le tabelle esportate dal Generatore di Relazioni sono aggiornate automaticamente se il modello è stato modificato o sono state cancellate alcune delle sue parti.
Il Generatore di Relazioni può gestire vari rapporti per lo stesso progetto.
La struttura delle relazioni viene visualizzata in una vista ad albero a sinistra. Le proprietà dell'elemento della relazione selezionato vengono visualizzate sul lato destro della finestra.

Cartella

Se una cartella viene selezionata il suo nome puo essere modificato sulla destra.

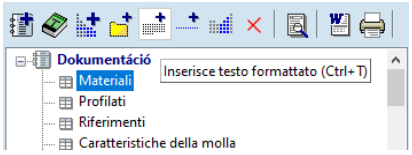
Tabella

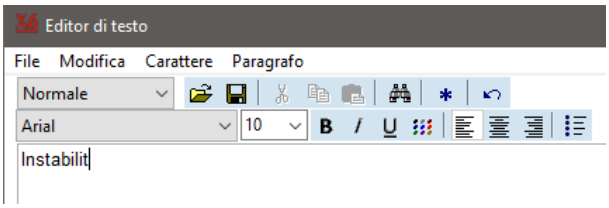
Selezionando una tabella, vengono visualizzati il testo di commento, i titoli della colonna e le altre proprietà. La visualizzazione del titolo, del commento e delle colonne può essere acceso e spento. Fare clic sull'icona a sinistra di Colonne per attivare e disattivare le colonne. Il titolo e il commento possono essere modificati, ma i titoli personalizzati non vengono tradotti quando si cambia la lingua del report.



Testo

Se un blocco di testo è selezionato il testo viene visualizzato alla destra.
Per modificare Click sul pulsante *Edit testo*.



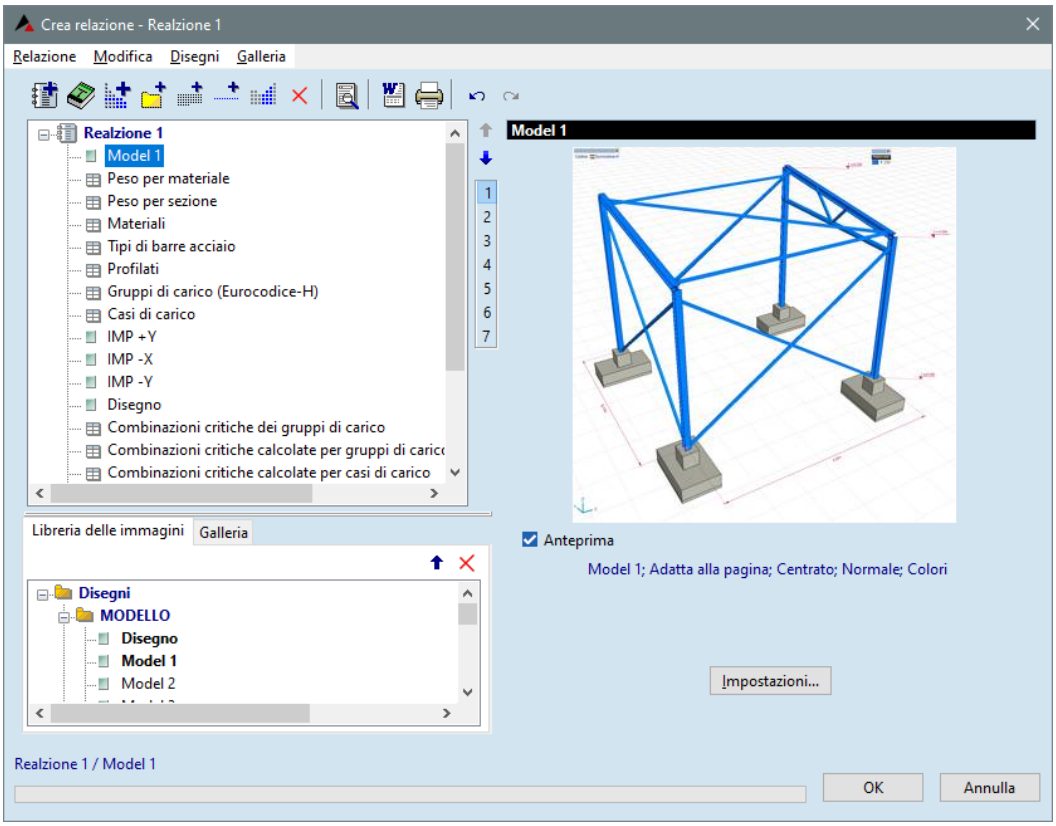


Immagine

Se un'immagine è selezionata l'immagine viene visualizzata alla destra. Dimensione, allineamento e intestazione dell'immagine possono essere impostati.

Libreria delle Immagini

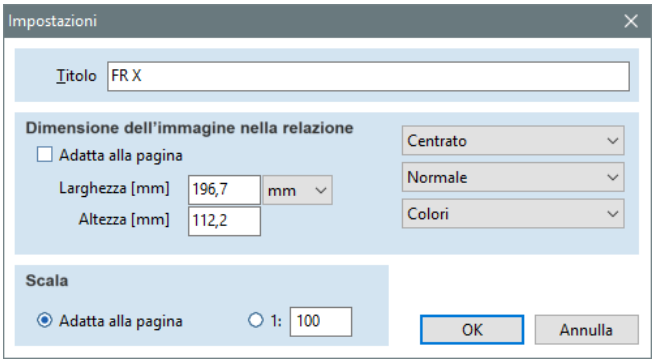
Facendo clic sul bottone relativo alla Libreria Immagini è possibile visualizzare le immagini salvate e aggiungere quelle scelte alla relazione. A differenza delle immagini nella Galleria questi disegni non sono file grafici, ma impostazioni di viste, memorizzate per ricreare il disegno in qualsiasi momento. In questo modo i disegni saranno aggiornati automaticamente se il modello è cambiato e ricalcolato.
Vedere in dettaglio... *3.6.10 Libreria immagini, 3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*



Galleria

Facendo clic sulla scheda Galleria è possibile visualizzare le immagini salvate (BMP, JPG, WMF, EMF, PNG) e memorizzate nella cartella *Images_modello* e aggiungerle alla relazione. Questa cartella è creata automaticamente come una sottocartella della cartella *Modello*. ***Vedere in dettaglio...*** *2.10.5 Galleria*

Impostazioni



Fare clic sul pulsante *Impostazioni* ... per modificare didascalia, dimensioni, giustificazione, modalità colore rotazione o ridimensionamento dei disegni.

È possibile salvare il disegno corrente sullo schermo o le tabelle dei risultati nei moduli di progettazione con la funzione di *Modifica*\ *Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione*

Una o più immagini selezionate nella Galleria possono essere inserite in una relazione selezionando la voce di menu *Galleria/Aggiungi immagini alla relazione* o facendo clic sul pulsante con la freccia sopra la Galleria o trascinandole.

Nelle relazioni stampate, il Creatore della Relazione crea automaticamente un sommario e lo inserisce all'inizio della relazione. Le tabelle sono elencate in base al loro titolo. I blocchi di testo sono elencati solo se sono stati formattati utilizzando uno degli stili di Intestazione nell'Editor di Testo. Le immagini sono elencate solo se hanno una didascalia.

2.10.1. La barra degli strumenti della relazione





Nuova relazione
Vedere... *2.10.2 Relazione*



Crea nuova relazione basata su un modello
Vedere... *2.10.3.1 Relazione basata sul template*



Crea nuova relazione basata sui filtri
Vedere... *2.10.3.3 Relazione generata con i filtri*



Inserimento cartella
Vedere... *2.10.3 Modifica*



[Ctrl]+[T]

Inserimento di testo formattato
Vedere... *2.10.3 Modifica*



[Ctrl]+[Alt]+[B]

Inserisce un'interruzione di pagina
Vedere... *2.10.3 Modifica*



Filtro di selezione
Vedere... *2.10.3 Modifica*



[Del], [Ctrl]+[Del]

Cancella la relazione selezionata o la voce di relazione selezionata
Vedere... *2.10.3 Modifica*



[Ctrl]+[R]

Anteprima della relazione completa
Vedere... *2.10.2 Relazione*



[Ctrl]+[W]

Esporta la relazione in un file RTF
Vedere... *2.10.2 Relazione*



[Ctrl]+[P]

Stampa
Vedere... *2.10.2 Relazione*



[Ctrl]+[Z]

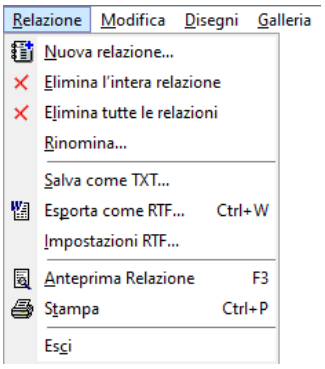
Annulla
Vedere... *2.10.3 Modifica*



[Shift]+[Ctrl]+[Z]

Ripristina
Vedere... *2.10.3 Modifica*

2.10.2. Relazione



Nuova relazione



Crea una nuova relazione. I nomi della relazione possono essere lunghi 32 caratteri.

Elimina l'intera relazione / tutte le reazioni



[Del], [Ctrl]+[Del]

Elimina la relazione corrente (p.es. la relazione che contiene l'elemento selezionato).
Cancella tutte le relazioni.
Le immagini utilizzate nella relazione non sono cancellate dalla Galleria.

Rinomina Rinomina una relazione esistente.

Salva come TXT Esporta la relazione in un file di testo ASCII. I disegni o le immagini non sono incluse.

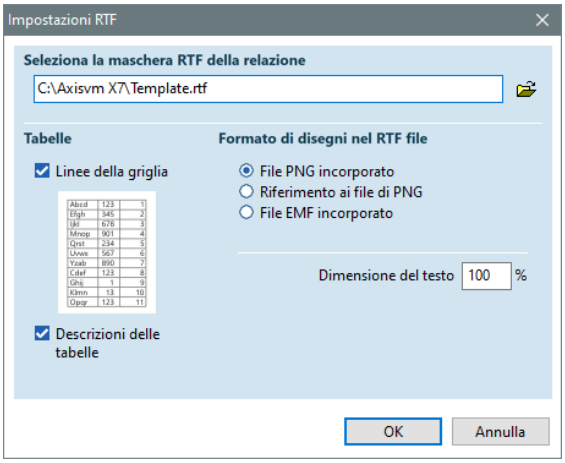
Template RTF AXISVM salva le relazioni su file RTF utilizzando un modello (quello di default è Template.rtf nella cartella di programmi). Potete utilizzare anche altri modelli. Quando si modifica un modello è possibile creare il proprio modulo e la propria intestazione di apertura/testo fisso inferiore per il rapporto. Leggere il testo del file di modello con attenzione prima di modificarlo.

Esporta come RTF



Salva la relazione come *name.rtf* utilizzando la maschera corrente. Se si salva il file in una cartella diversa dalla cartella dei modelli i file delle immagini utilizzate nel rapporto sono copiate in una sottocartella creata automaticamente (*Images_modelname*). È necessario perché le immagini sono solo collegate e non salvate nel documento RTF. Per stampare il rapporto RTF su una macchina diversa assicurarsi che i file di immagine siano copiati anche su una sottocartella *Images_modelname*. Saranno esportate le formattazioni dei caratteri e di paragrafo dei blocchi di testo. La solo l'eccezione è il colore di carattere. Le tabelle saranno esportate come tabelle RTF.

Impostazioni RTF AXISVM salva i reports nel formato RTF usando un modello (il modello di default è *Template.rtf* situato nella cartella in cui si trova il programma). E' possibile usare un altro modello. Cambiando il modello si possono definire il contenuto della prima pagina e le intestazioni in alto ed in basso ad ogni pagina che saranno inserite nel documento.



Formato dei disegni nei file RTF può anche essere impostato:

PNG incorporato: I disegni sono incorporati nel file. Questo metodo fornisce la portabilità con una dimensione più piccola a seguito della compressione delle immagini.

Riferimento ai file PNG: Questa opzione mantiene il file RTF più piccolo poiché i disegni sono memorizzati in file esterni. I disegni appaiono solo se le immagini sono presenti in una sottocartella *Images_modelname* relativa alla cartella del file RTF.

EMF incorporato: I disegni sono incorporati nel file come EMF (Enhanced Windows Metafile). Migliora la portabilità, ma può risultare un file di grandi dimensioni.

Dimensione del testo: Qui è possibile regolare con precisione la dimensione del carattere dell'etichetta utilizzata per i disegni esportati.

Linea della griglia: Le linee di bordo delle tabelle esportate possono anche essere attivate/disattivate.

Descrizione delle colonne della tabella: Aggiunge una descrizione delle colonne alla fine di ogni tabella. Vedere *Stampa* seguente.

Anteprima relazione



[F3]

Visualizza una finestra di dialogo per l'anteprima. È possibile impostare il fattore di zoom tra 10% e il 500% (larghezza pagina e pagina piena è un'opzione). Click sui pulsanti o tastiera per spostarsi tra le pagine (**[Home]** = prima pagina, **[←]** = pagina precedente, , **[→]** = pagina successiva, **[End]** = l'ultima pagina).
L'anteprima di stampa può essere visualizzata per pagine multiple. **[PgUp] [PgDn]** spostano in avanti o indietro la visualizzazione di un quantitativo di pagine conforme al numero mostrato a video.

Stampa

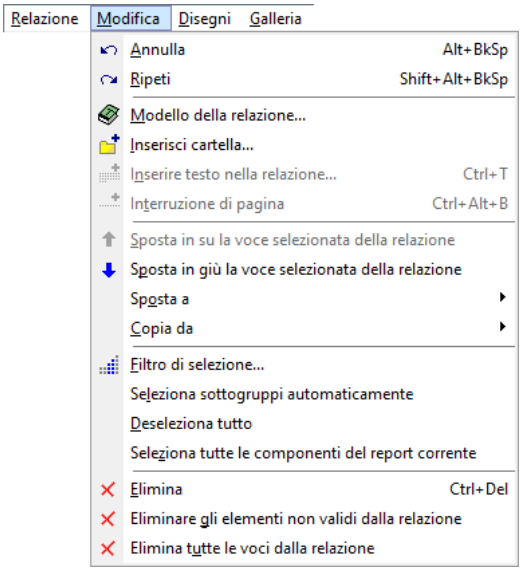


[Ctrl]+[P]

Finestra di dialogo per impostare parametri di stampa e stampare una relazione. Le opzioni sono le stesse come le opzioni di stampa della tabella.

Esci Chiude il generatore di relazioni.

2.10.3. Modifica



Alcune delle funzioni nel menu Edit sono disponibili nel menu di scelta rapida anche dopo avere fatto clic su tasto destro del mouse su un elemento di rapporto.

Annulla Annulla l'effetto del comando precedente.

Ripeti Esegue il comando che è stato annullato.

Template relazione



Vedi... *2.10.3.1 Relazione basata sul template*

L'albero nel lato destro presenta la composizione della relazione usando i criteri definiti a sinistra. Ogni elemento può essere attivato/disattivato singolarmente. La relazione presentata nel gestore di relazioni contiene solo gli elementi selezionati.

Il filtro elenca solo i componenti definiti dall'utente. Le parti logiche non compaiono nella lista.

Inserisci cartella



Inserisce una nuova cartella nell'albero, sotto l'articolo corrente. Il nome della cartella corrente appare sul lato destro sotto l'icona della cartella.
Il numero di livelli estesi (1-7) dell'albero può essere impostato con la barra adattamento livelli.

Inserire testo nella relazione



[Ctrl]+[T]

Avvia il Text Editor incorporato per creare un nuovo blocco di testo. Il testo formattato sarà inserito nell'elemento di relazione selezionato.

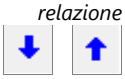
Interruzione di pagina



[Ctrl]+[Alt]+[B]

Inserisce un'interruzione di pagina dopo l'elemento di rapporto selezionato.

Spostamento su o giù di un elemento di relazione



Sposta su o giù l'elemento di relazione selezionato.

Sposta a Sposta l'elemento di relazione selezionato alla fine di un altro rapporto.

Copia da Copia l'elemento di rapporto selezionato alla fine di un altro rapporto.

Filtro di selezione... Determina i tipi d'articoli della relazione da inserire (riferimenti, tabelle, disegni, immagini, testo, interruzione di pagina, cartelle).

Seleziona sottogruppi automaticamente Attivando questa casella di controllo e scegliendo una cartella tutto il contenuto sarà inserito automaticamente.

Deseleziona tutto Deseleziona tutti gli articoli scelti.

Seleziona tutte le componenti del report corrente

Seleziona tutte le componenti della relazione

Elimina



[Del], [Ctrl]+[Del]

Cancella l'elemento di relazione selezionato (blocco di testo, immagine, tabella, interruzione di pagina). Se la scelta corrente nell'albero è una relazione intera, questa sarà cancellata.

Elimina tutte le voci dalla relazione

Cancella tutti gli elementi della relazione corrente ma non cancella la relazione.

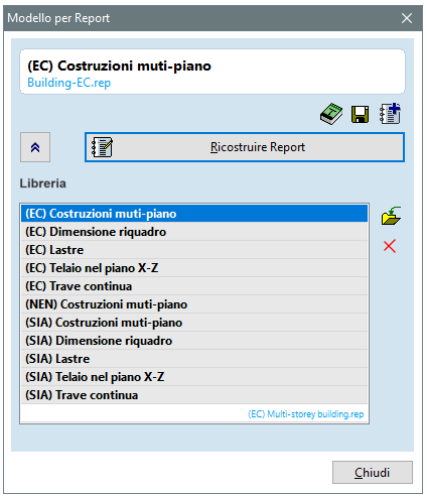
2.10.3.1. Relazione basata sul template



I modelli di relazione possono essere utilizzati per generare relazioni basate su determinate preimpostazioni, filtri e preferenze. Le relazioni generate sono costituite da disegni e tabelle. I modelli delle relazioni possono essere salvati come file e riutilizzati per generare le relazioni in altri modelli.

La gamma degli elementi inclusi, dati di modello e componenti di risultato può essere impostata tramite dei filtri.

Facendo clic sull'icona si apre la finestra di gestione dei template di relazione. Se la relazione corrente è stata generata da un template, quest'ultimo viene caricato. Se la relazione corrente non è basata su un template, viene visualizzato un nuovo template predefinito.
Aperta la finestra di dialogo, nella parte inferiore apparirà una lista di templates predefiniti (sfondo grigio) e quelli definiti dall'utente (su sfondo bianco). Facendo clic su un elemento della lista viene caricato il modello.
I template sono elencati con i nomi specificati nell'editor (***Vedere...*** *2.10.3.2 Modifica Template*). I template vengono salvati e caricati nella cartella:
c:\ Utente \ [nome utente] \ AppData \ Roaming \ AXISVM \ [numero versione] \ Templates.



Ricostruzione relazione

Se il modello è stato ampliato la relazione deve essere aggiornata (ad esempio, il progetto dell'elemento in acciaio è stato completato) fare clic sul pulsante Ricostruisci.
Ogni elemento della relazione inserito dall'utente verrà rimosso.



Questo pulsante apre o chiude la parte inferiore della finestra di dialogo con la lista dei template.

I pulsanti della barra strumenti hanno le seguenti funzioni.



Modifica template
I filtri, le viste e i contenuti nei disegni possono essere modificati. ***Vedere...*** *2.10.3.2 Modifica Template*



Salvare questo template in un file
Il template corrente può essere salvato in un file per essere riutilizzato in un altro modello. I template della relazione hanno *un'estensione *.rep* e vengono salvati nella cartella dei template sopra descritta.



Crea un nuova relazione
Crea una nuova relazione basata sul template corrente.



Importazione...
I file di modello *(*.rep)* possono essere importati da qualsiasi cartella nella cartella della libreria dei modelli. I modelli importati possono essere utilizzati allo stesso modo dei predefiniti.

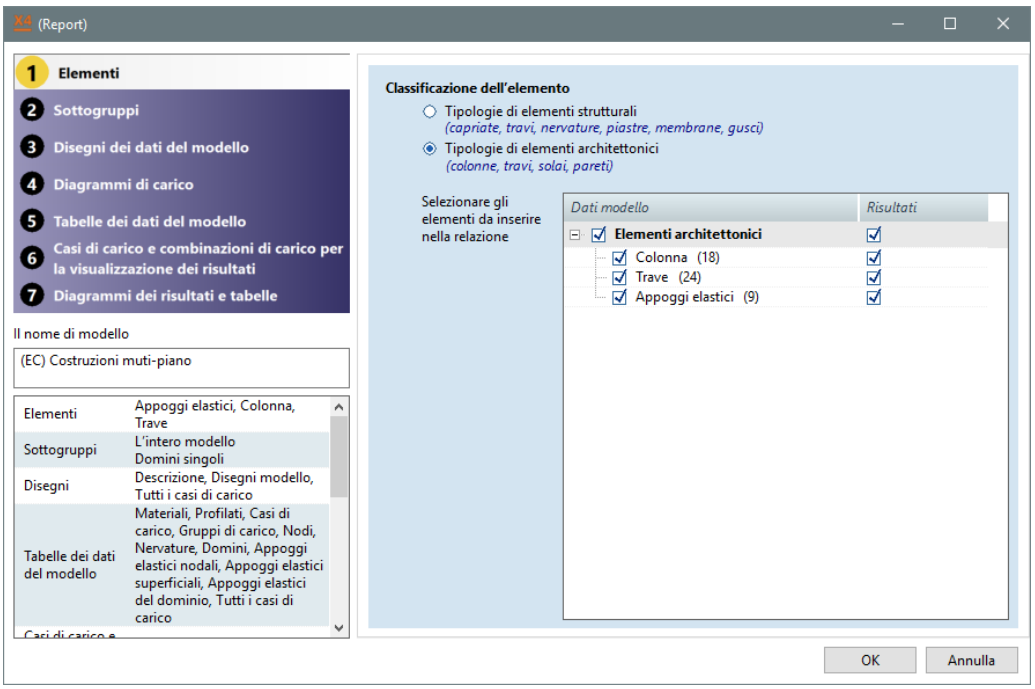


Cancellare
Rimuove il modello selezionato dalla libreria dei modelli.

2.10.3.2. **Modifica Template**

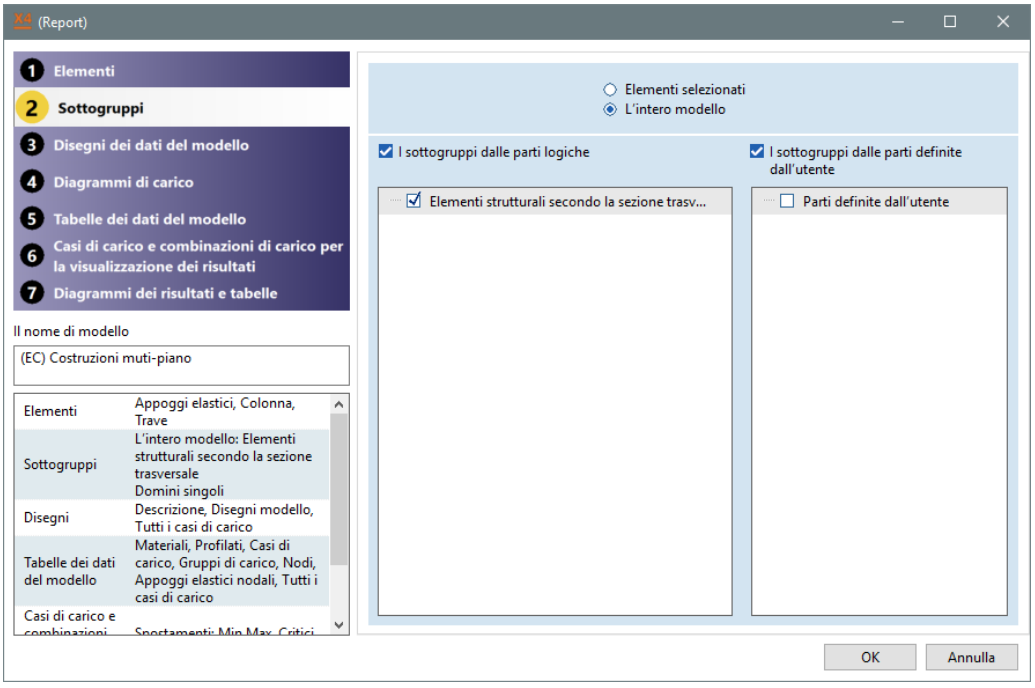
Creare un template di relazione è un compito complesso. Le fasi di questo processo sono elencate sulla sinistra. Cliccando su questi elementi si possono modificare le opzioni di filtro e le altre impostazioni. La casella modifica sotto la lista permette di inserire una descrizione per il template.

Elementi



Il primo passo è la selezione dei tipi di elementi da includere nella relazione e scegliere la classificazione dell'elemento. Se viene selezionato *Tipi di elementi strutturali*, gli elementi saranno classificati in base al loro tipo di elementi finiti. Se viene selezionato *Tipi di elementi architettonici*, gli elementi saranno classificati in base al tipo di architettura (determinato dalla geometria dell'elemento).
I dati degli elementi e dei risultati possono essere selezionati separatamente per la segnalazione.
I prossimi passi visualizzerano tabelle e disegni sulla base di questa selezione.

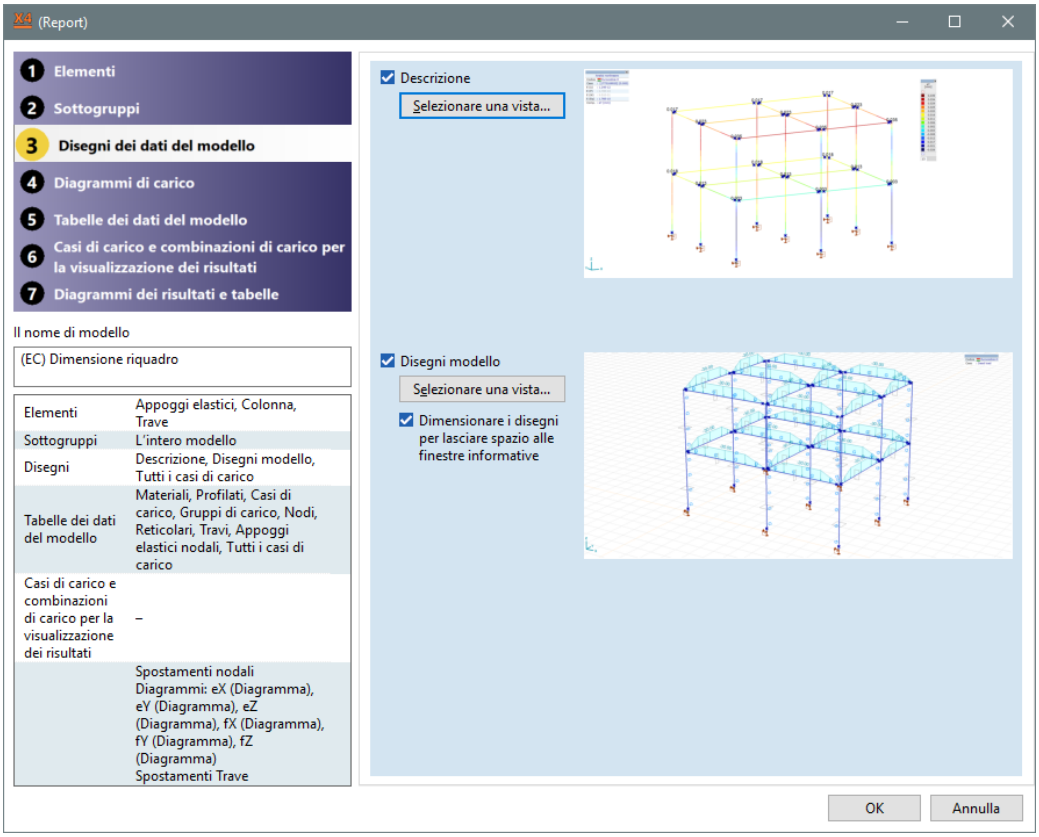
Sottogruppi



Il secondo passo è quello di definire i sottogruppi per gli elementi riportati. Una sotto-relazione completa sarà generata per ogni sottogruppo.
Se l'opzione di *Elementi selezionati* è attiva, saranno segnalati.solo gli elementi selezionati prima di aprire *Genera Relazione*.

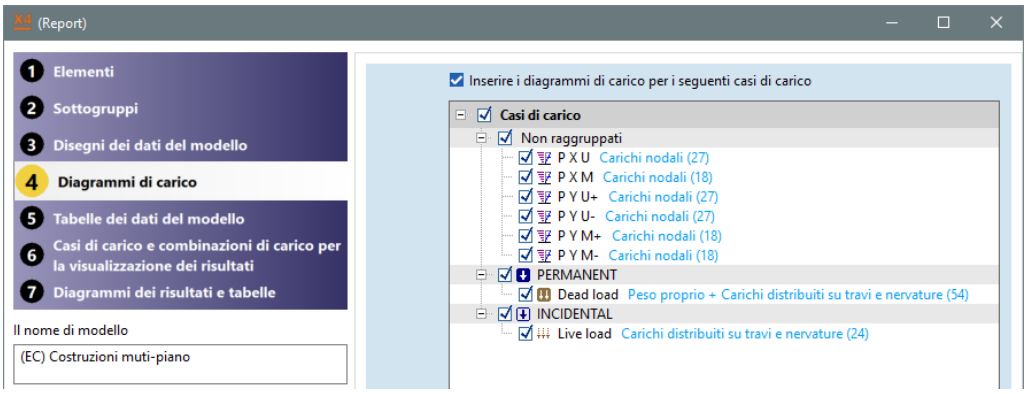
Se l'opzione *Sottogruppi di parti logiche* viene attivato i sottogruppi possono essere creati da domini con lo stesso spessore, elementi strutturali con la sezione trasversale uguale o piani (saranno riportati solo i piani selezionati).
Se viene selezionato *Segnala i domini uno a uno* ogni dominio sarà segnalato separatamente. I domini interni (interamente contenuti in un altro dominio) sono segnalati con il dominio esterno anche in questo caso.
Se viene selezionato *Modello intero* i sottogruppi possono essere creati anche da parti definite dall'utente

Disegni dati modello



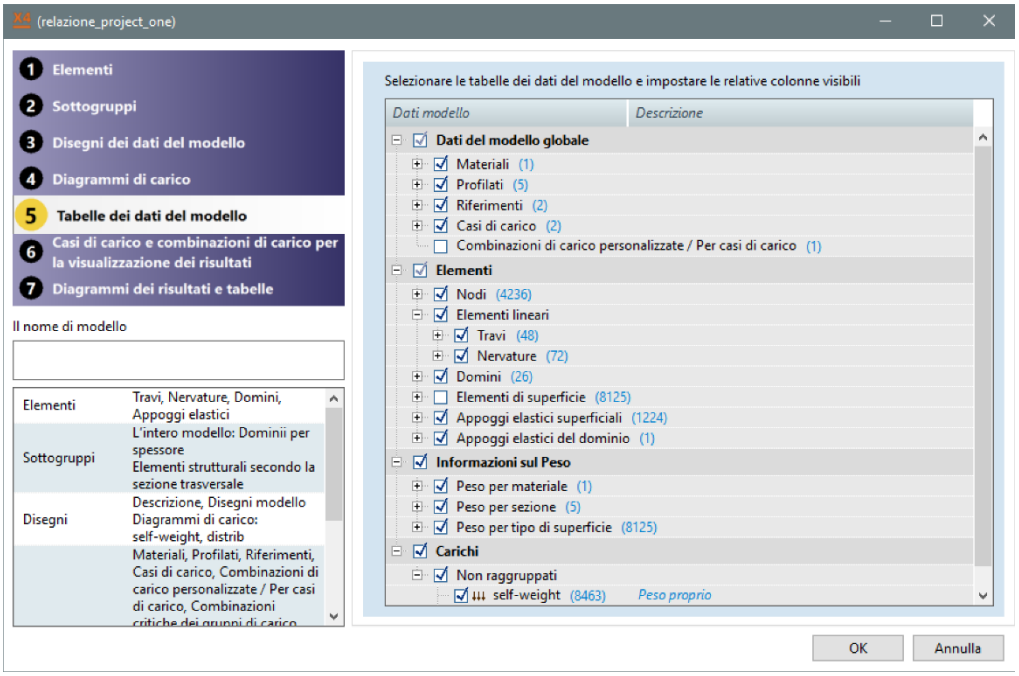
Se viene selezionato *Presentazione*, una vista del modello viene inserita all'inizio della relazione. Cliccare su *Seleziona una vista* ... per scegliere una vista dalla Libreria Disegni.
Selezionare *Disegni Modello*, se si desidera inserire automaticamente il carico creato e i diagrammi dei risultati. Cliccare su *Seleziona una vista* ... per scegliere una vista dalla Libreria Disegni.
I diagrammi generati erediteranno tutte le impostazioni del disegno selezionato (punto di vista, lo stato dei simboli grafici, la numerazione, l'etichettatura, ecc), con piccoli aggiustamenti. Se non viene selezionato un disegno (ad esempio la Libreria Disegni è vuota) i disegni seguiranno la vista corrente nella finestra attiva.
Se un diagramma è visualizzato solo su una certa parte della struttura, la vista viene ridotta per adattare il disegno alla finestra. Il punto di vista e lo stato dei simboli grafici rimarrà invariato.
Selezionando Adatta disegni per lasciare spazio alle finestre info, si imposta lo zoom in modo da adattare il disegno entro lo spazio rettangolare massimo disponibile tra le finestre info.

Diagrammi di carico



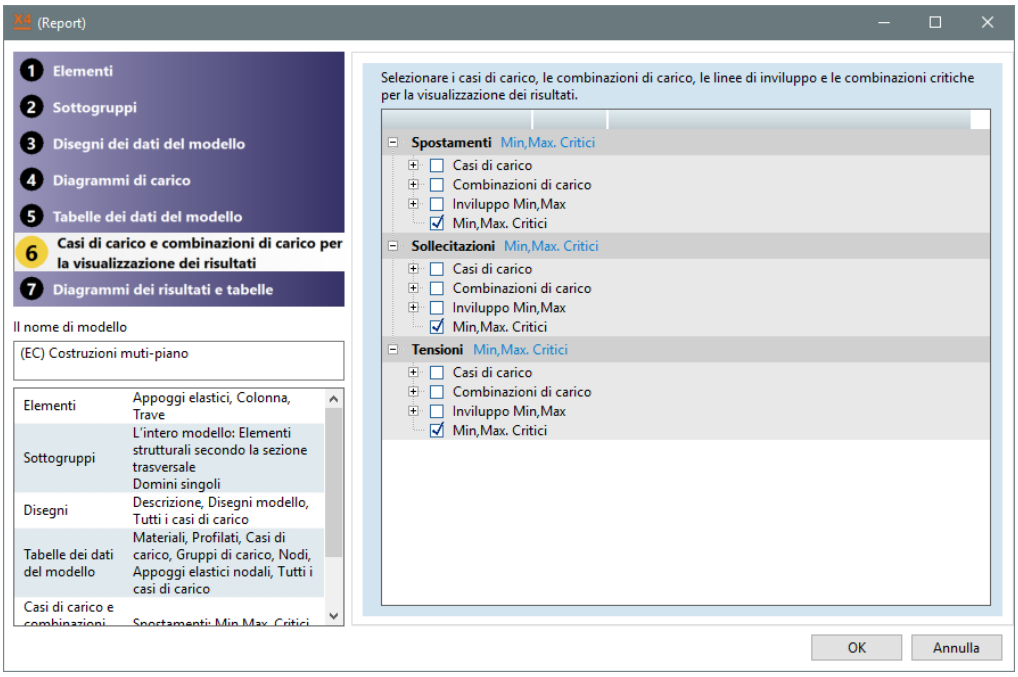
Se si seleziona *Inserie i diagrammi di carico per i seguenti casi di carico*, selezionare per la relazione i casi di carico da aggiungere ai loro diagrammi di carico. I diagrammi di carico saranno generati dalla vista definita per i *Disegni Modello* nel passaggio precedente.

Tabelle dati modello



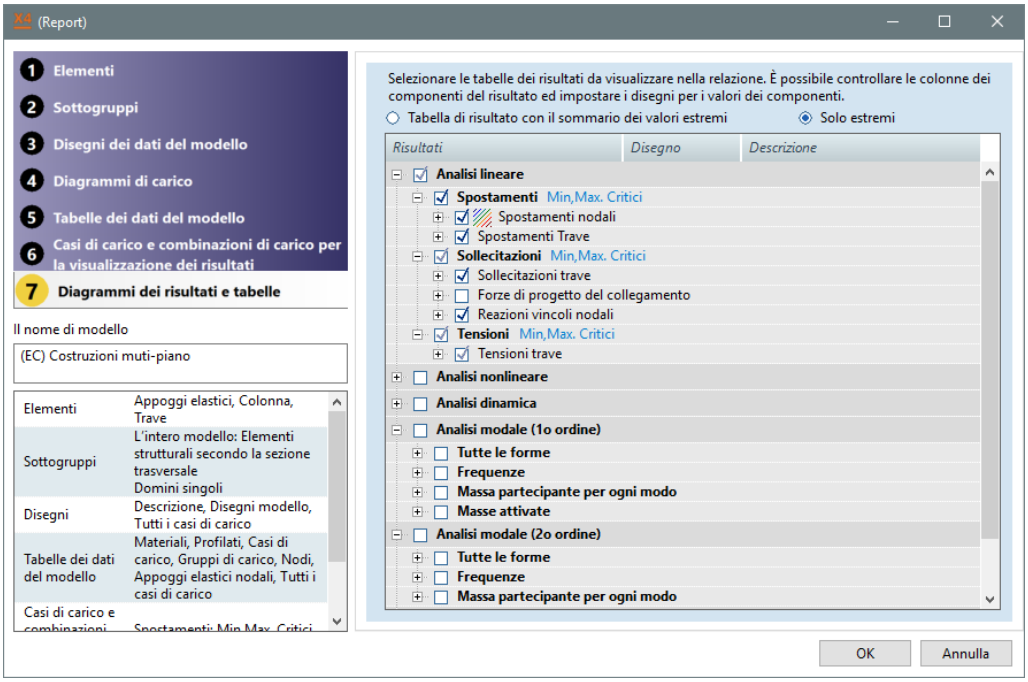
Selezionare le tabelle dati modello da aggiungere alla relazione. Si possono impostare le colonne visibili per le tabelle in modo da mettere a punto il contenuto della relazione.
In *Elementi* troverete solo gli elementi selezionati nella prima fase.
Sotto *Carichi* è possibile selezionare i casi di carico per aggiungere le loro tabelle dati carico alla relazione.

Casi di carico e combinazioni per la visualizzazione dei risultati



AXISVM fornisce una grande quantità di risultati. E 'importante decidere quali casi di carico, combinazioni, inviluppi o combinazioni critiche dovrebbero contribuire alla relazione per gli spostamenti, le forze interne, le tensioni, i valori dell'armatura, l'acciaio o le verifiche della progettazione in legno.

Diagrammi dei risultati e tabelle



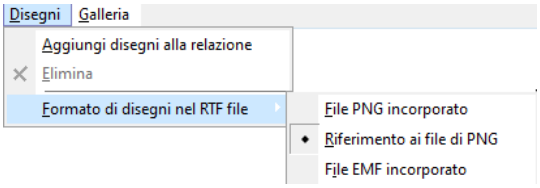
L'ultimo passo è quello di selezionare tra le possibili tabelle dei risultati e di controllare la visibilità delle loro colonne. È anche possibile generare diagrammi di risultato per i componenti del risultato. Cliccare nella colonna *Disegno* in una fila di un componente risultato. Si puo scegliere una modalità di disegno per tale componente dal menu a tendina, anche se si lascia la casella deselezionata (nascondendo la rispettiva colonna). I diagrammi dei risultati saranno generati dal set di vista per i disegni e i modelli saranno inseriti prima della tabella.

2.10.3.3. **Relazione generata con i filtri**



Il metodo precedente genera la relazione a partire dalle opzioni di filtro, questo metodo è poco configurabile e il suo contenuto non può essere aggiornato ma rimane una soluzione per i casi molto semplici. Selezionare gli elementi, i carichi, i casi dicarico e i risultati dall'elenco nella struttura ad albero sulla sinistra per gestire la composizione della relazione. Nella struttura ad albero sulla destra verrà visualizzato il contenuto della relazione. Ogni singola voce può essere selezionata e deselezionata. Solo le voci selezionate verranno utilizzate per la creazione della relazione.

2.10.4. Immagini



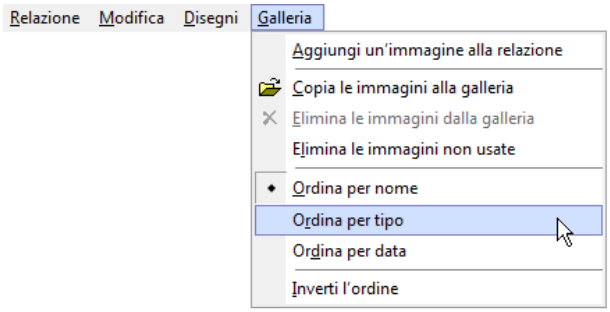
Aggiunge immagini alla relazione

Inserisce il disegno(i) scelti dalla Libreria Immagini nella relazione scelta.
La posizione d'inserimento è determinata dall'articolo scelto dell'albero della relazione. Lo stesso effetto si ottiene premendo il pulsante  .

Formati dei disegni nei file RTF...

Vedere... *2.10.2 Relazione* **/** Impostazioni RTF

2.10.5. Galleria



Aggiunge un'immagine alla relazione

Le immagini selezionate sono inserite nella relazione corrente.

Copia le immagini alla galleria



È possibile copiare bitmap *(.BMP, .JPG, .PNG)* e Windows Metafiles *(.WMF)* nella cartella *Images_modelname*.

Elimina immagini dalla galleria



Cancella le immagini selezionate dalla Galleria. I file sono cancellati permanentemente.

Elimina le immagini non usate

Cancella le immagini non utilizzate nella relazioni.

Ordina per nome

Le immagini della Galleria sono ordinate per nome.

Ordina per tipo

Le immagini della Galleria sono ordinate per tipo *(.BMP, .EMF, .JPG, .WMF)*.
Le immagini dello stesso tipo sono ordinate per nome.

Ordina per data



Le immagini della Galleria sono ordinate per data.
Per vedere gli ultimi file in alto selezionare Ordine Inverso.

Inverti l'ordine



Se le immagini sono ordinate in ordine decrescente dopo questo comando sono ordinate in ordine ascendente.

2.10.6. Barra degli strumenti di galleria e Libreria Immagini



È possibile eseguire certe operazioni utilizzando più rapidamente Toolbar di Galleria



Cancella immagini selezionate nella Galleria



Copie le immagini da altre ubicazioni nella Galleria. La posizione d'inserimento è determinata dall'articolo scelto nell'albero di rapporto.



Inserisce immagini selezionate nella relazione corrente. Questa funzione non è disponibile sulla scheda Libreria Immagini.

2.10.7. Text Editor

Dopo avere selezionato *Inserisci testo* tramite un semplice editor di testo è possibile inserire testo formattato.

File

Apri **[Ctrl]+[O]** Lo scopo principale di questa funzione è caricare un file RTF scritto in Text Editor. Se si apre un file RTF creato in un altro elaboratore di testi per cui può contenere comandi speciali (per esempio tabelle, margini di paragrafo, caratteri Unicode) questi non sono gestiti dall'editor interno. Come risultato è possibile ottenere una serie di comandi di controllo rtf invece di testo formattato.

Salva **[Ctrl]+[S]** Salva il testo in un file RTF.

Esci Chiude l'Editor di Testo.

Modifica

Undo **[Alt]+[BkSp]** Recupera l'ultima azione di editazione.

Redo **[Shift]+[Alt]+[BkSp]** Rifà l'ultima azione di editazione.

Taglia **[Ctrl]+[X]** Taglia il testo selezionato e lo mette al Clipboard.

Copia **[Ctrl]+[C]** Copia il testo selezionato sul Clipboard.

Incolla **[Ctrl]+[V]** Incolla il contenuto della Clipboard nella posizione corrente.

Trova **[Ctrl]+[F]** È possibile cercare qualsiasi testo nel documento, dall'inizio o dalla posizione corrente.
È possibile ricercare solo parole intere e accendere e spegnere la scelta di sole lettere maiuscole.

Trova ancora **[F3]** Se una corrispondenza è stata trovata è possibile ottenere la corrispondenza successiva con questa funzione.

Seleziona tutto **[Ctrl]+[A]** Seleziona l'intero testo.

Caratteri

Grassetto **[Ctrl]+[B]** Applica formattazione in grassetto al testo selezionato.

Italico **[Ctrl]+[I]** Applica formattazione corsiva al testo selezionato.

Sottolineatura **[Ctrl]+[U]** Si applica sottolineare per formattare al testo selezionato.

Colore **[Ctrl]+[Alt]+[C]** Imposta il colore di carattere della selezione.

Paragrafo

Allineamento a sinistra **[Ctrl]+[L]**	Allinea i paragrafi selezionati a sinistra.
Centrato **[Ctrl]+[E]**	Allinea i paragrafi selezionati al centro.
Allineamento a destra **[Ctrl]+[R]**	Allinea i paragrafi selezionati alla destra.
Punto **[Ctrl]+[Alt]+[U]**	Pane di granturco dei punti prima dei paragrafi selezionati.

2.11. Gestione dei livelli



Vedere in dettaglio... *3.3.3 Gestore dei livelli*

2.12. Gestione piani



Vedere in dettaglio... *3.3.4 Piani*

2.13. Libreria Immagini



Vedere in dettaglio... *3.6.10 Libreria immagini*

2.14. Salva nella Libreria Immagini



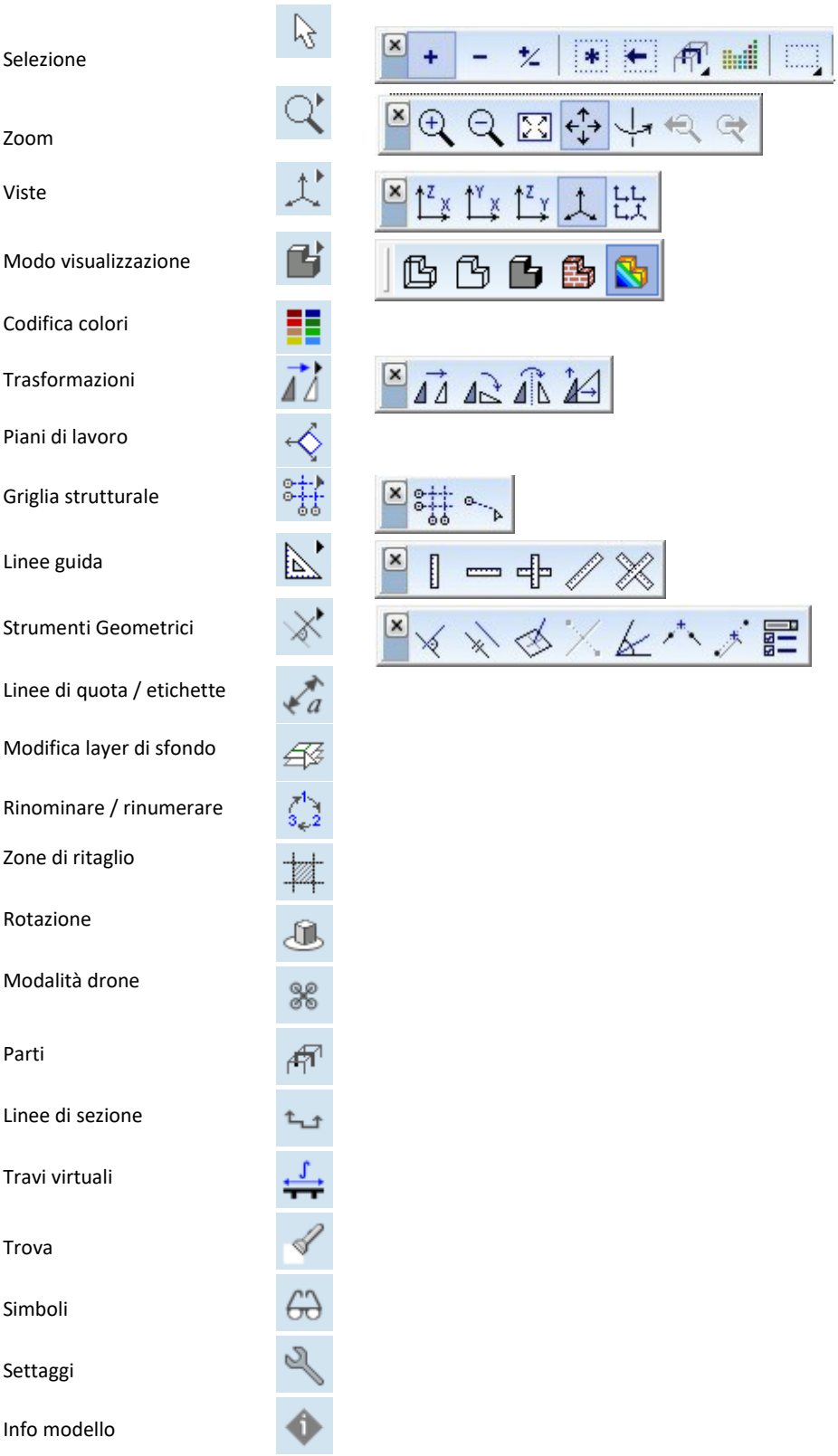
Vedere in dettaglio... *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*

2.15. Esporta la vista corrente come PDF 3D



Salvare la vista corrente come documento PDF 3D.
Il risultato è un document PDF che contiene una vista 3D. Adobe Acrobat Reader versione aggiornata 8.1 permete lo zoom e la rotazione del modello.
Il file contiene anche l'armatura realmente inserita.

2.16. Menu a icone



Scegliendo Piani di Lavoro, Dimensioni - Informazioni Modello appare una finestra di dialogo.

Trascinare e ancorare la barra delle Icone e le barre degli strumenti mobili

La barra dell'icona posta sulla destra e qualsiasi barra degli strumenti mobili possono essere trascinate e ancorate.

Trascinare e ancorare la barra Icone:

Se si sposta il mouse sul bordo superiore della barra dell'icona, il cursore cambierà la sua forma (spostandosi). È possibile trascinare la barra dell'icona in qualsiasi posizione sullo schermo. Se si trascina la barra dell'icona fuori dall'area di lavoro attraverso il suo bordo superiore o inferiore la barra dell'icona diventa orizzontale. Se la si trascina vicino al bordo sinistro o destro diventa verticale.

Se la barra delle icone è orizzontale è possibile ancorarla all'inizio o al fondo dello schermo. È possibile cambiare la posizione e l'ordine di barre degli strumenti ancorate trascinandole. Nel modulo di gestione delle Sezioni e nella finestra relativa al modulo per la verifica di Travi e Colonne in c.a. la barra dell'icona non può essere ancorata. La chiusura di una barra mobile di icone ripristina la sua posizione originale ancorata a sinistra.

Trascinamento ed ancoraggio di barre mobili:

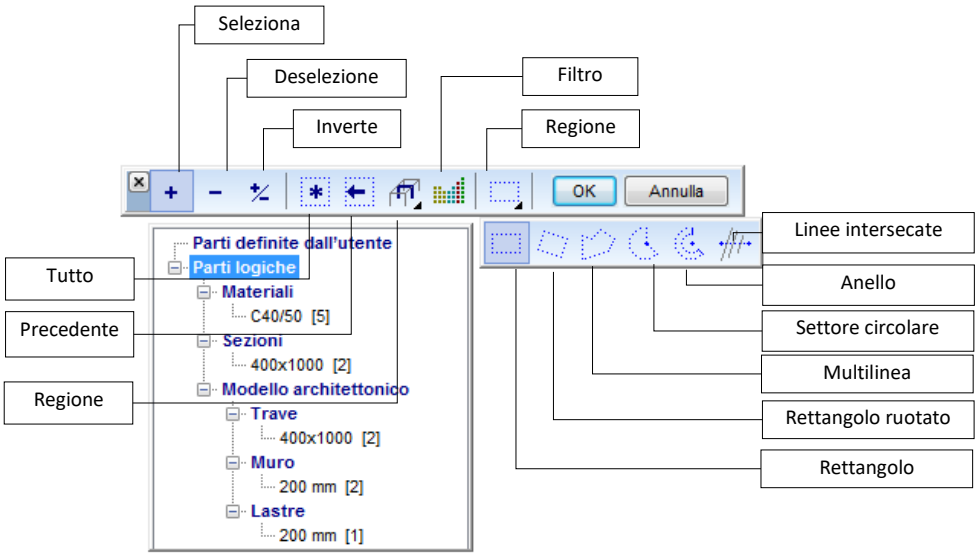
È possibile anche separare barre mobili dalla barra delle icone trascinando la maniglia. Chiudendo o trascinando la barra dell'icona ripristina la posizione originale. Le barre degli strumenti mobili possono essere ancorate in alto o in basso.

☞ ***La barra delle icone e le barre degli strumenti mobili possono essere ripristinate alla loro posizione originale scegliendo dal menu:*** *Definizione / Barre posizione standard***.**

2.16.1. Selezione



Attiva il modo selezione e visualizza la barra dell'icona di selezione.



Permette di selezionare un set di entità (nodi [punti], linee, elementi finiti). Quando si eseguono dei comandi si possono usare le icone di selezione per specificare il set di entità alle quali si vuole applicare il comando stesso. Se la funzione 'Parti' è disabilitata la selezione sarà riferita solo alle parti attive. ***Vedere...*** *2.16.17 Parti*

Durante il processo di selezione si possono cambiare le impostazioni di visualizzazione o continuare la selezione in altre finestre. Ciò permette di selezionare gli elementi nella vista più comoda. Le entità selezionate vengono segnate in color magenta nell'area grafica.

Il processo di selezione è considerato concluso quando si preme il tasto **OK**.

Aggiungi



Aggiunge la selezione al set di entità selezionate.

Rimuovi



Rimuove la selezione dal set di entità selezionate.

Inverti



Inverte lo stato di selezione delle entità selezionate.

Tutto



Applica la modalità di selezione corrente (aggiungi, rimuovi, o inverti) a tutte l'entità filtrate.

☞ ***Tutti i comandi di selezione cambiano lo stato di selezione degli elementi scelti nel filtro di selezione (vedi sotto).***

Ripristina



Ripristina la selezione precedente.

Selezione di parti



Facendo clic sul pulsante è possibile scegliere una parte dall'elenco.
Vedere... *2.16.17 Parti*

Filtro



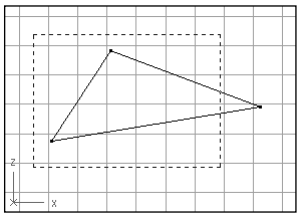
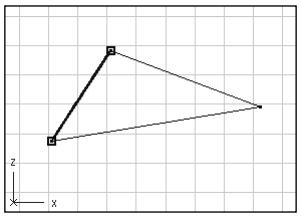
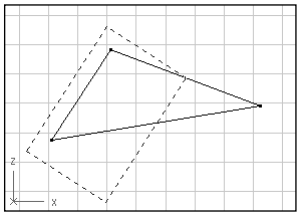
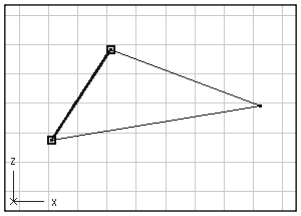
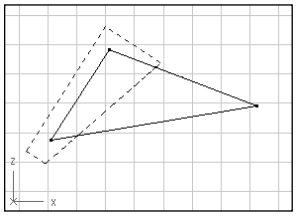
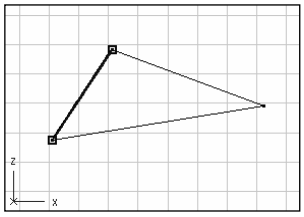
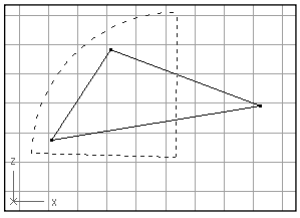
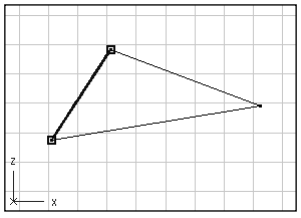
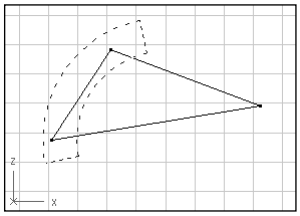
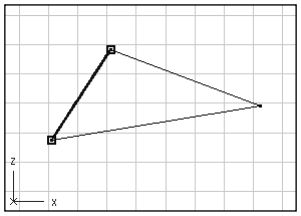
Specifica il criterio di filtraggio da usare durante la selezione. contrassegnando i tipi di elementi da selezionare. Il filtro proprietà permette di applicare ulteriori criteri (lunghezza asta, sezione, materiale, spessore superficie, riferimento). Tutti gli elementi che corrispondono a certi criteri possono anche essere selezionati usando la linea di comando intelligente (***vedere...*** *2.17 Smart command line*)

Regione

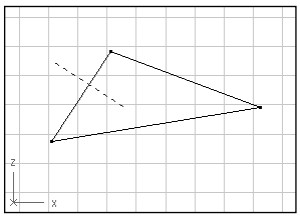


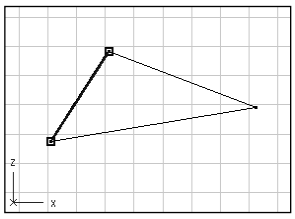
Seleziona entità usando finestre di forme diversie. Sono disponibili la forma rettangolare, rettangolare obliqua, settore circolare o anello.

Quando si traccia una cornice rettangolare, si applicano le seguenti regole:
Trascinando il riquadro di selezione da sinistra a destra si selezionano gli elementi che rientrano interamente nel riquadro.
Trascinando il riquadro di selezione da destra a sinistra si selezionano gli elementi che non sono interamente fuori dal riquadro (cioè, sono dentro il rettangolo di selezione o lo intersecano).
Nei seguenti esempi si mostra l'applicazione di varie forme di selezione:

	Selezione usata:	Risultato:
Rettangolo 		
Rettangolo routato 		
Multilinea 		
Settore circolare 		
Anello 		

Linee intersecate





OK Termina la selezione, mantenendo il set selezionato per l'utilizzo.

Annulla Termina selezione, senza mantener la selezione.

☞ ***Se un'entità è nascosta da un'altra entità non si puòi selezionarla semplicemente cliccando sopra di essa. In questo caso bisogna cambiare vista per selezionarla.***

Intorno ai nodi selezionati appare un rettangolo magenta per segnalarli.
Delle volte è necessario selezionare due volte i nodi. In questo caso essi vengono segnati con un rettangolo blu aggiuntivo.

☞ ***Le selezioni possono anche essere fatte senza usare la barra delle icone di selezione. Schiacciando e tenendo premuto il tasto*** [Shift] ***e selezionando contemporaneamente con il mouse, le entità saranno aggiunte alla selezione e schiacciando e tenendo premuto il tasto*** **[Ctrl]** ***mentre si seleziona con il mouse le entità saranno rimosse dalla selezione.***

Le doppie selezioni possono essere fatte schiacciando e tenendo premuto il bottone **[Alt]** e contemporaneamente cliccando due volte sulle entità con il mouse.

2.16.2. Zoom



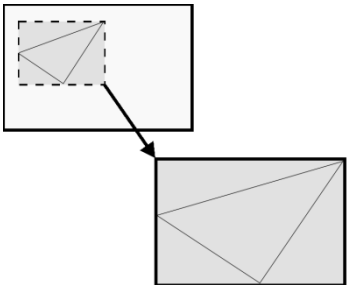
Mostra la barra delle icone di zoom.



Ingrandisci



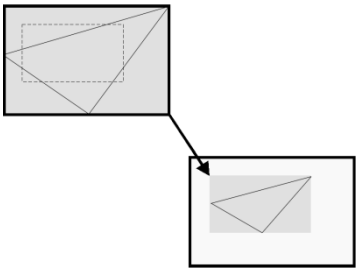
Visualizza un' area di disegno specificata da due punti (due angoli opposti) sull'area grafica che definiscono un zona rettangolare. Il risultato è che la dimensione apparente del modello visualizzato nell' area grafica aumenta.



Riduci



Visualizza un' area di disegno specificata da due punti (due angoli opposti) sull'area grafica che definiscono un zona rettangolare. Il risultato è che la dimensione apparente del modello visualizzato nell' area grafica aumenta.



Adatta



Scala il disegno del modello per adattarlo all'area grafica, in modo da mostrare il modello intero.

Sposta



Sposta il disegno del modello sullo schermo. Questo comando richiede la definizione di un vettore di spostamento che può essere definito da due punti sull'area grafica Il disegno del modello viene spostato dal primo punto al secondo.

Metodo più veloce: Utilizzi il tasto centrale di mouse per il modello (senza l'icona della *Sposta*).

Fare clic sull'icona *Sposta*.

Trascinare il modello alla sua nuova posizione.

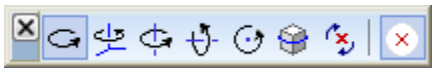
 Questa forma di cursore indica lo spostamento (pan) del modello.

Ruota



Dopo avere fatto click su questa icona è possibile ruotare il modello intorno al centro del modello trascinando il mouse.

Durante la rotazione appare la barra di comandi nella parte inferiore dello schermo:

Metodi di rotazione: 

 Rotazione intorno all'asse orizzontale dello schermo e all'asse globale Z.

 Rotazione intorno all'asse globale Z.

 Rotazione intorno all'asse verticale dello schermo.

 Rotazione intorno all'asse orizzontale dello schermo.

 Rotazione intorno all'asse perpendicolare allo schermo.

 Rotazione intorno al rettangolo che comprende gli elementi della vista

 Rotazione attorno al punto selezionato. Cliccare sul punto da utilizzare come centro di rotazione.

 Gestisce la visualizzazione del simbolo del centro di rotazione.



  Questa forma di cursore indica la rotazione del modello.

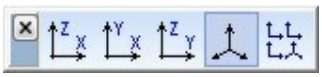
Undo vista /Redo vista

Disfare/rifare fino a 50 azioni dei comandi di visualizzazione.

2.16.3. Viste





X-Z  Visualizza la proiezione del modello sul piano X-Z (vista frontale).

X-Y  Visualizza la proiezione del modello sul piano sul piano X-Y (pianta).

Y-Z  Visualizza la proiezione del modello sul piano sul piano Y-Z (vista laterale).

Prospettiva



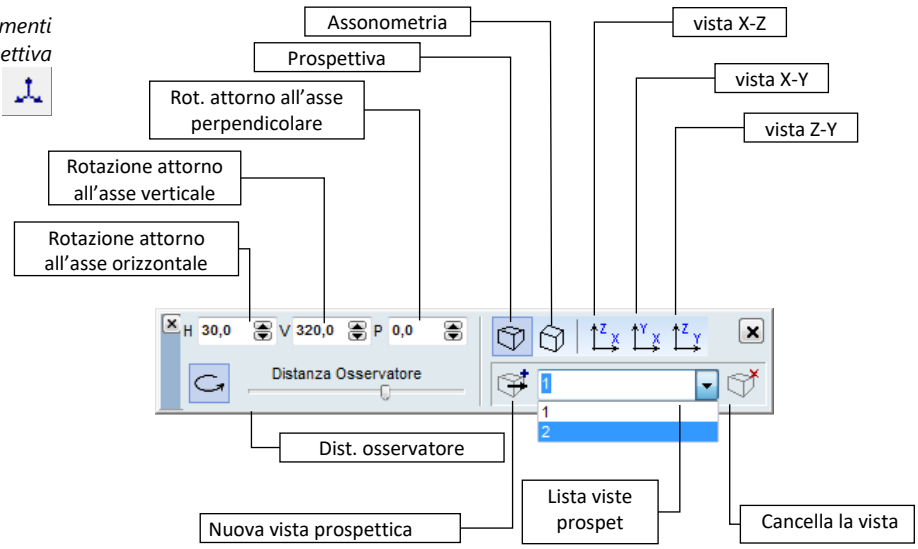
Mostra la finestra di dialogo Imposta Prospettiva, che permette di creare e salvare impostazioni di vista prospettica per usi successivi (comando Nuovo), modificare (Comando modifica) e cancellare (Comando cancella) impostazioni esistenti. Per salvare una nuova vista prospettica bisogna assegnarle un nome e selezionare **OK** o **Enter**.

Nella finestra di dialogo Imposta Prospettiva si può ruotare il modello intorno agli assi globali. Inoltre si può impostare distanza e altezza del punto d'osservazione relativo all'origine del sistema di coordinate globali.

Si può ruotare il modello trascinando con il mouse una qualsiasi parte di esso.

Mentre si visualizzano le impostazioni di una prospettiva,esse possono essere modificate in ogni istante tramite i comandi di zoom, pan, rotazione, etc. Se si preme **Enter** e si accetta il nome, esso comparirà nella lista delle viste salvate. Il nome può essere inserito in ogni momento durante l'impostazione dei parametri.

Barra degli strumenti per prospettiva



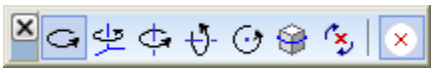
Definisce di visualizzazione della prospettiva. La vista si può definire ruotando il disegno del modello attorno ai tre assi e tramite la distanza dell'osservatore.Si può definire l'angolo di rotazione con precisione di 0,1 gradi.
È possibile assegnare un nome ad ogni set di parametri per il futuro. Immettere un nome nella riga di input e cliccare sull'icona a sinistra della riga per confermare le impostazioni. Per cancellare un'impostazione di prospettiva scegliere un'opzione dall'elenco a discesa è cliccare sull'icona per cancellare posta sul lato destro in alto. Le regolazioni della gamma di colori vengono salvate.

Distanza d'osservazione

La distanza di osservazione è la distanza fra il punto di vista e il centro del solido che comprende il modello.

Ruotare

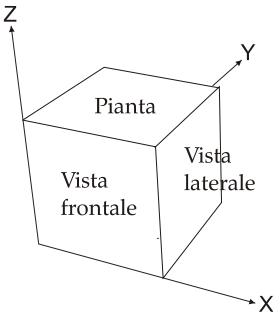
Cliccare sull'icona della rotazione presente sulla barra delle icone; lo stesso effetto lo si ottiene con il comando (*Zoom**Ruota*).

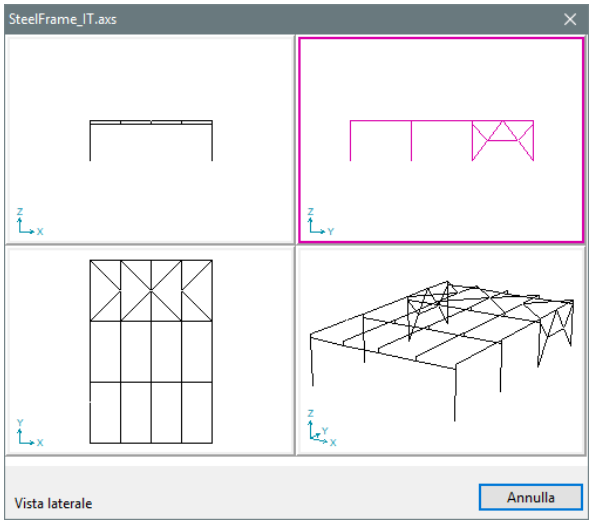


Questa forma del cursore indica la rotazione del modello.

Viste

Presenta le tre viste di proiezione e la prospettiva permettendo la selezione di ciò che si desidera visualizzare. Selezionare la vista che si desidera.





Visualizza tre proiezioni e una vista prospettica del modello, e permette la selezione della vista che si vuole visualizzare cliccando su di essa.

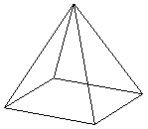
2.16.4. Modo visualizzazione





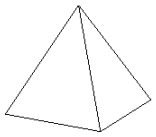


Vista per linee: Visualizza un disegno di modello wireframe. In questo modo sono visualizzati l'asse degli elementi lineari e il piano intermedio degli elementi di superficie.



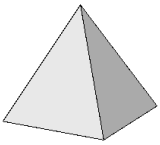


Nascosto: Visualizza un disegno di modello wireframe con le linee nascoste rimosse.



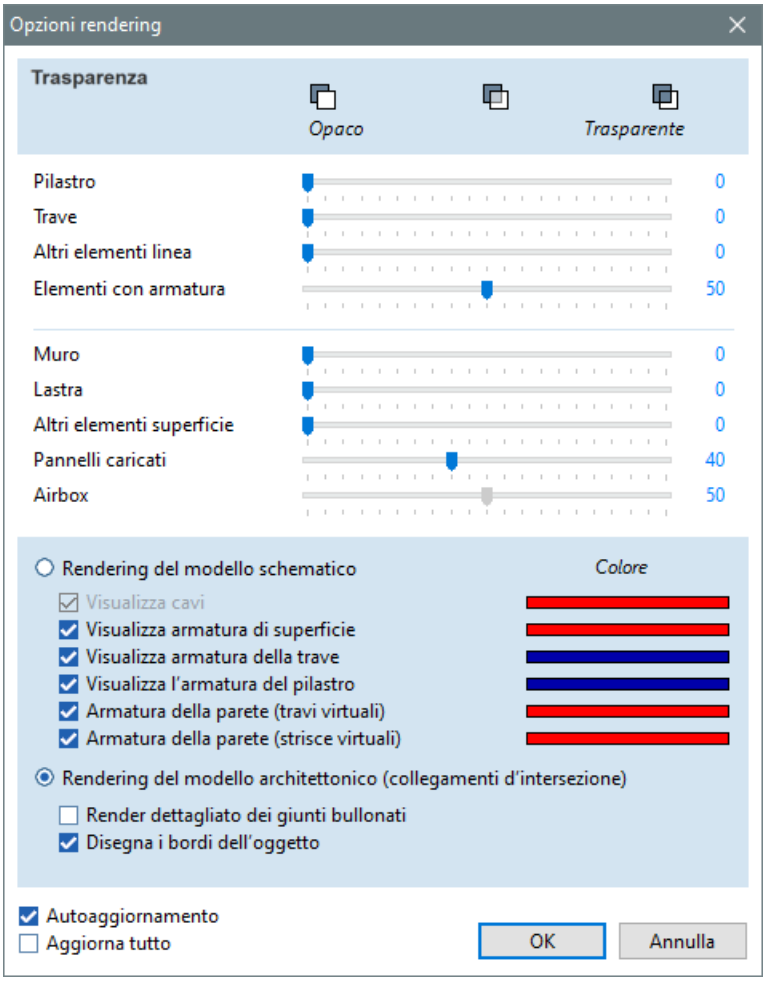


Realistico: Visualizza un disegno di modello realistico. Gli elementi di linea sono visualizzati con la loro sezione trasversale effettiva e gli elementi di superficie con il loro spessore effettivo. Gli elementi sono visualizzati con i corrispondenti colori assegnati ai loro materiali. La vista è stata resa più regolare e mostra i particolari delle sezioni trasversali di pareti sottili.

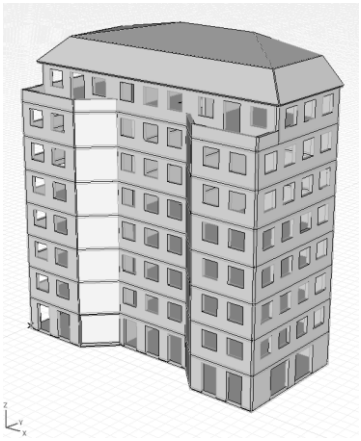


Opzioni di rendering

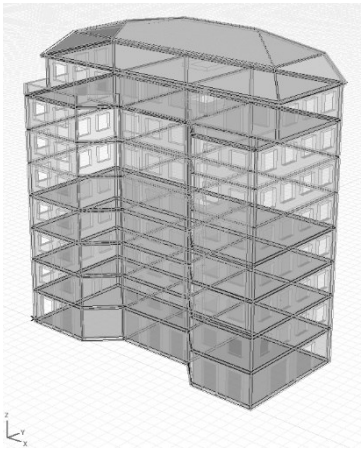
E' possibile definire la trasparenza degli elementi in *Vista / Opzioni di presentazione...* Il tipo di elemento è determinato attraverso la geometria. Gli elementi verticali sono considerati come colonne,
gli orizzontali come travi, domini orizzontali come solai, domini verticali come muri.



Trasparenza



Non trasparente



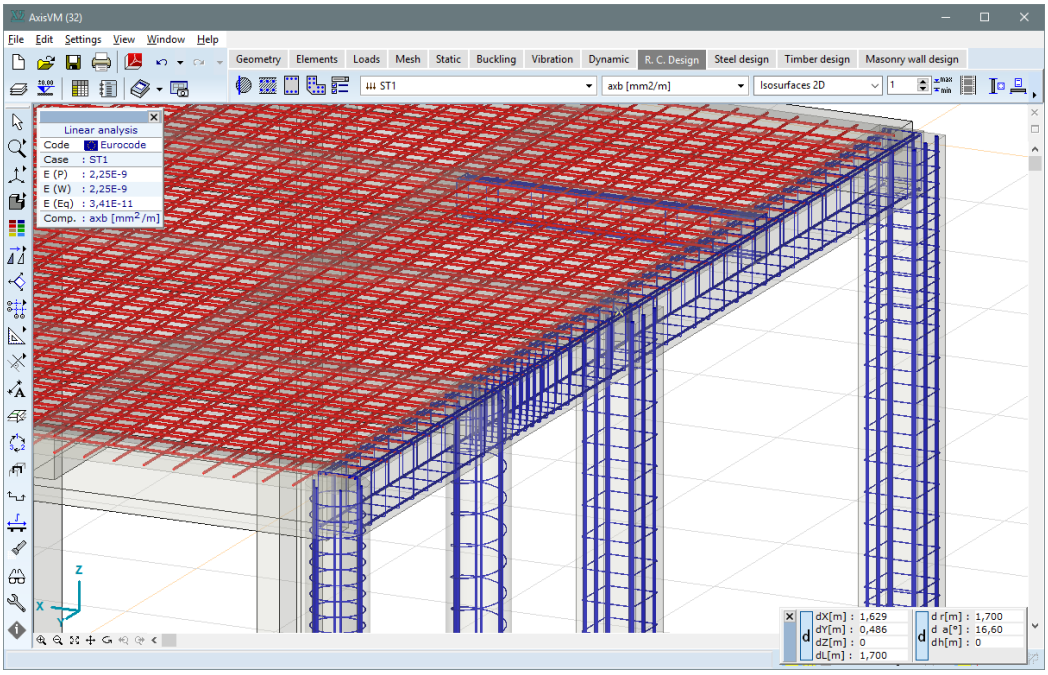
Semi-trasparente

Tipo Rendering

Sono disponibili due tipi di rendering:

- Modello schematico

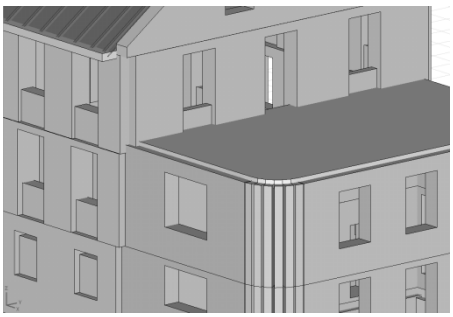
Visualizzazione realistica delle strutture. La visualizzazione dei tiranti e delle barre di rinforzo della superficie/colonna/trave è facoltativa. Per cambiare colore cliccare sui rettangoli di colore.



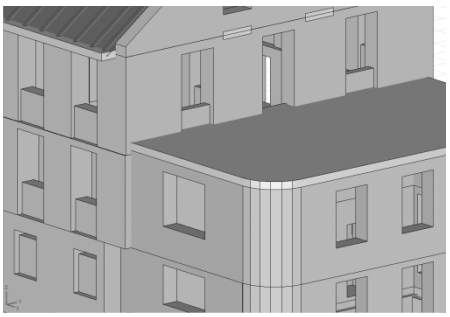
- Modello Architettonico

Invece di disegnare il modello strutturale questo tipo di rendering interseca i collegamenti più vicini all'immagine finale del modello. È possibile attivare il Disegno dei bordi dell'oggetto.
Render dettagliato dei giunti bullonati attiva le parti dettagliate del giunto bullonato.

Disegna i bordi del'oggetto attiva/disattiva bordi oggetto.



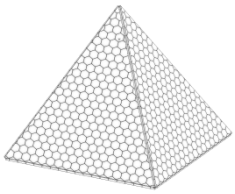
Modello schematico

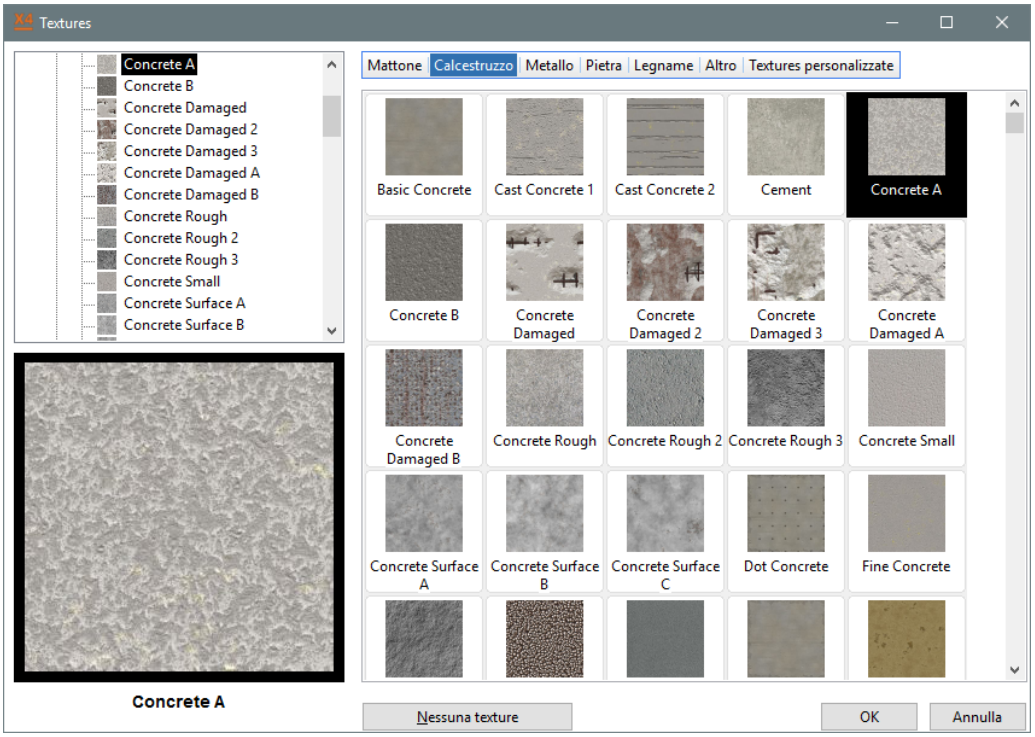


Modello architettonico



Texture. Vista fotorealistica utilizzando le textures assegnate ad ogni singolo materiale. Le texture possono essere assegnate ad un materiale cliccando nella cella *Texture* dalla tabella dei materiali o dal database dei materiali scegliendo nella libreria. Questa contiene delle textures predefinite e l'utente può utilizzarle come custom. Selezionando più righe nella tabella materiali è possibile assegnare la stessa texture contemporaneamente.

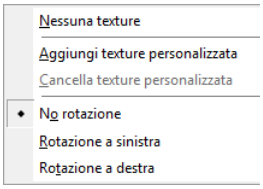




L'albero in alto a sinistra, mostra i dettagli di gruppi di materiali: mattoni, cemento, metallo, pietra, legname ed altro sulla parte destra in alto. L'ultimo gruppo (custom) è per la libreria personalizzata dell'utente. Sulla destra compaiono le textures in base alla selezione sull'albero, e sulla parte bassa sinistra c'è un'anteprima del materiale selezionato.

Popup menu

Dopo aver cliccato col tasto destro su una texture compare un menu popup con le seguenti funzioni:



Nessuna texture
Aggiunta o rimozione texture personalizzata
Settaggi di rotazione

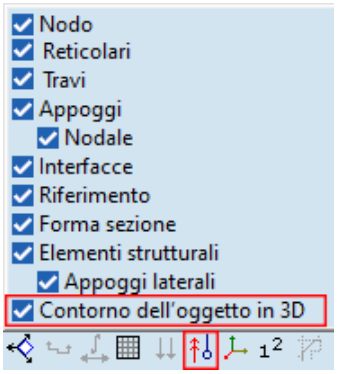
Nessuna texture Rimuove la texture dal materiale corrente

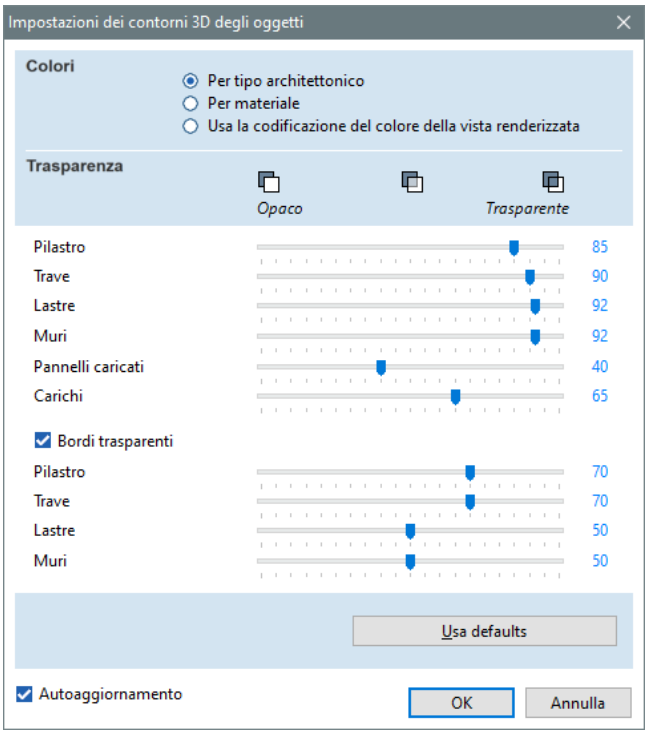
Aggiungi texture personalizzata 24-bit True Color bitmaps (JPG o BMP) possono essere convertite in textures di 64x64, 128x128 o 256x256 pixels. Se la bitmap non è quadrata verrà aggiustata automaticamente.

Cancella texture personalizzata Le texture predefinite non possono essere eliminate dalla libreria, solo la loro assegnazione può essere rimossa. Le textures personalizzate possono essere eliminate.

Impostazione rotazioni Le textures sono mappate sugli elementi in accordo con le coordinate locali. Qualche volta il risultato che si ottiene non è quello desiderato, è possibile ovviare al problema ruotando le textures lasciando così inalterato il sistema di riferimento locale. Di default le texture non vengono ruotate. Le due opzioni permettono di ruotare le texture a destra e sinistra di 90 gradi. Se c'è una rotazione viene indicata col carattere < o > alla fine del nome.

Impostazioni del contorno 3D dell'oggetto All'attivazione della visualizzazione dei contorni (vedere il pulsante dei livelli qui sotto) degli oggetti 3D viene visualizzato anche un modello solido semitrasparente. La trasparenza degli elementi può essere configurata *Visualizza / Impostazione dei contorni 3D degli oggetti*.





Colori — *Per tipo architettonico*: Il modello solido sarà visualizzato utilizzando i colori assegnati a pareti, lastre, travi, travi, ecc.
Vedere... *3.3.11 Preferenze*

Per materiale: Verranno utilizzati i colori assegnati al materiale.

Per colore della vista solida: I colori saranno determinati dal colore impostato per la vista solida.

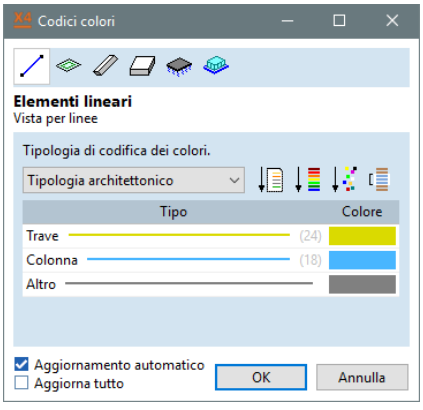
Transparenza: Spostare le barre delle tracce per impostare la trasparenza desiderata. Fare clic su *Usa valori di default* per tornare ai valori predefiniti. Selezionare *Aggiorna automaticamente* per vedere immediatamente le modifiche del modello.

Risultati visualizzati sul modello renderizzato. Se un componente di risultato viene visualizzato con la modalità di visualizzazione modello solido (***vedi...*** *6.1 Statica*), i risultati coloreranno il modello renderizzato dove gli elementi sono visualizzati con le loro dimensioni fisiche reali. Per le impostazioni, ***vedere***... *3.3.11.10 Visualizzazione*

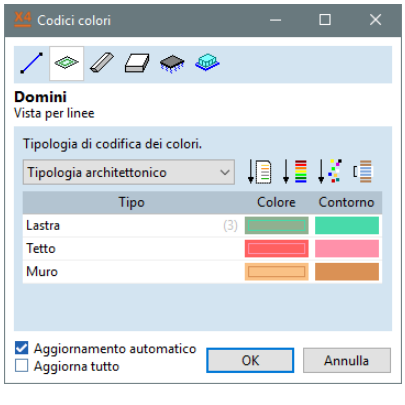
2.16.5. Codici colori

La codifica dei colori permette di individuare velocemente le proprietà degli elementi. Si possono impostare diverse codifiche dei colori nella modalità di visualizzazione solida o per linee.
Il tipo di codifica a colori può essere scelto da un elenco a tendina.
Il programma associa automaticamente colori diversi per proprietà diverse ma i colori possono essere modificati.

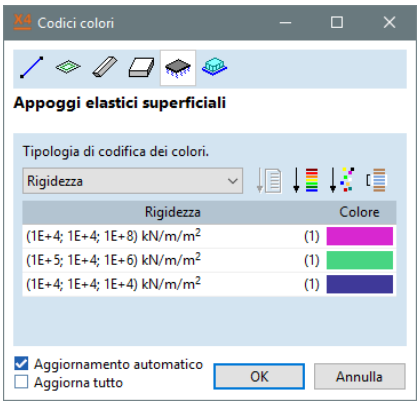
Elementi Lineari



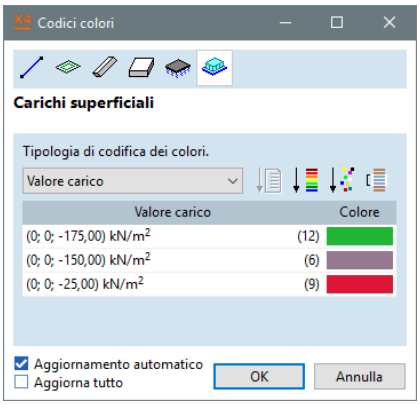
Dominio



Appoggi di superficie



Carichi di Superficie



Tipo codifica colori

Predefinito	Utilizza colori di default.
Tipo	I colori degli elementi vengono assegnati in base al tipo di elemento finito (trave reticolare, nervatura, piastra, membrana e domini).
Tipo architettonico	I colori degli elementi vengono assegnati in base al tipo architettonico (pilastri, travi, lastra, muro e parete inclinata).
Materiale	I colori degli elementi vengono assegnati in base al materiale
Spessore	I colori degli elementi vengono assegnati in base allo spessore del dominio
Sezione trasversale	I colori degli elementi vengono assegnati in base alla sezione trasversale del elemento.
Rigidezza	I colori degli elementi vengono assegnati in base alla rigidezza dell'appoggio elastico bidimensionale
Eccentricità	I colori degli elementi vengono assegnati in base all'eccentricità di nervature o domini
Gruppi d'eccentricità	I colori degli elementi vengono assegnati in base ai gruppi d'eccentricità
Eccentricità	I colori degli elementi vengono assegnati in base all'eccentricità della nervatura
Estremità	I colori degli elementi vengono assegnati dallo spostamento delle estremità delle travi
Valore carico	Il colore dei carichi di superficie è assegnato in funzione del valore del carico. Le zone in cui i poligoni carico si sovrappongono sono colorati in base alla somma dei singoli carichi.
Uniforma	Colore uguale per tutti gli elementi

Impostazione dei colori



Fare clic su una cella di colore qualsiasi per cambiare il colore.
I pulsanti della barra degli strumenti cambiano più di una cella.



Predefinito
Ripristina i valori predefiniti (colore predefinito elemento tipo, colore predefinito materiale).



Sfumatura colore
Impostare il colore iniziale e finale della sfumatura trascinando punti finali dell'arco sul cerchio tonalità / saturazione nella posizione desiderata. Il programma prende il numero necessario di colori tra i due punti.
Utilizzare la barra di scorrimento sulla destra per impostare la luminosità per il punto finale selezionato.
L'arco più corto collega i punti con il tratto più corto possibile. *L'arco più lungo* fa il giro del cerchio nell'altra direzione.

Il pulsante *Salva come predefinito* salva i punti finali del gradiente e l'opzione di lunghezza dell'arco come impostazione predefinita.
Facendo clic sul pulsante *Predefinito* si caricano questi valori.





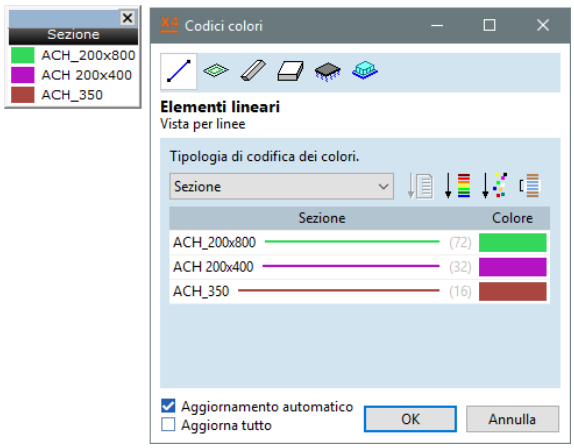
Colori casuali
Il programma seleziona i colori in modo casuale, ma assicura che i colori non siano simili.



Impostare un colore comune
Premendo il tasto Maiusc prima di cliccare è possibile selezionare un intervallo di celle di colore. Le celle di colore selezionate vengono visualizzate con un contorno nero spesso. Questo strumento permette di assegnare lo stesso colore alle celle selezionate.

Impostare un colore comune
Premendo il tasto Maiusc prima di cliccare è possibile selezionare un intervallo di celle di colore. Le celle di colore selezionate vengono visualizzate con un contorno nero spesso. Questo strumento permette di assegnare lo stesso colore alle celle selezionate.

La legenda della codifica dei colori viene visualizzata come una finestra di informazioni separata.
Si puo' attivare e disattivare questa finestra dal menu principale *(finestrino / codifica colori /)*



Aggiornamento automatico Le viste vengono aggiornate automaticamente dopo le modifiche.

Aggiorna tutto Applica le modifiche a tutte le viste. Se non selezionata viene modificata solo la vista attiva.

2.16.6. Cambiamento geometrico degli oggetti

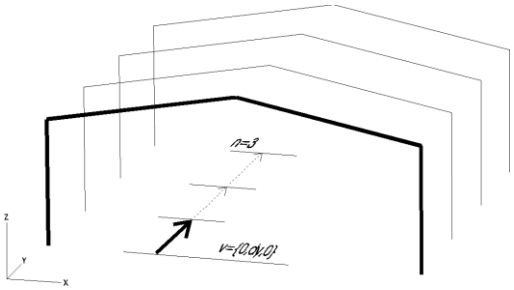




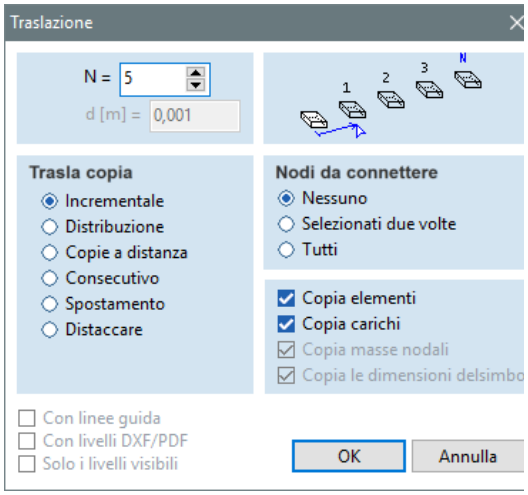
2.16.6.1. **Sposta/Copia**



Sposta o fa copie multiple delle entità geometriche o carichi, selezionati, tramite traslazione lungo un vettore..
Bisogna specificare il vettore di traslazione(dX, dY, dZ), e il numero di copie (N) desiderato.



Metodo (opzione traslazione)



Incrementale: fa N copie delle entità selezionate alla distanza dX, dY, dZ.

Distribuzione: fa N copie delle entità selezionate lungo la distanza dX, dY, dZ (per incrementi dX/N, dY/N, dZ/N).

Copie a distanza: fa copie delle entità selezionate distribuendole a distanza d nella direzione del vettore di taslazione. Il numero di copie dipende da quante di esse rientrano nella lunghezza definita dal vettore di traslazione dX, dY, dZ.

Consecutivo fa N copie consecutive delle entità selezionate a differenti distanze dX, dY, dZ da specificare per ogni copia.

Spostamento: sposta le entità selezionate alla distanza dX, dY, dZ. Le linee che appartengono ai nodi spostati rimangono collegate.

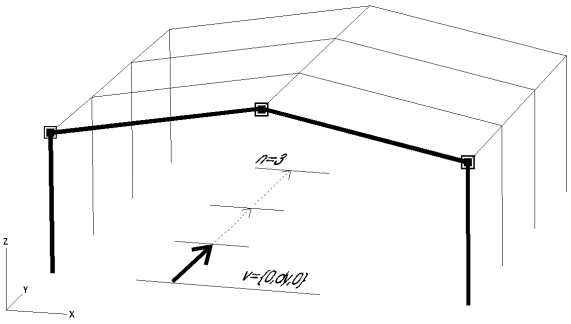
Distaccare: sposta le entità selezionate alla distanza dX, dY, dZ. Le linee che appartengono ai nodi spostati sono distaccate.

Nodi da connettere

Si possono selezionare dei nodi che saranno connessi da linee alle loro copie corrispondenti. Si può scegliere una delle seguenti opzioni

Nessuno Nessun nodo sarà connesso.

Selezionati due volte Tenendo premuto il tasto **ALT** si possono selezionare doppiamente i nodi. Questi nodi saranno connessi.



Tutti Tutti i nodi copiati saranno connessi.

Opzioni

Copia elementi Si può specificare che anche gli elementi finiti assegnati alle entità geometriche debbano essere copiati.

Copia carichi Si può specificare che anche i carichi assegnati alle entità geometriche debbano essere copiati

Copia dimensione Le linee di dimensione saranno copiate solo se i nodi a cui essi sono assegnati sono selezionati.

Con linee guida Tutte le guide possono essere rimosse (utile quando si sposta l'intero modello).

Con livelli DXF Con questa opzione le trasformazioni sarà effettuato sugli oggetti dei livelli di DXF. Se i singoli elementi del layer vengono selezionati la trasformazione verrà applicata solo agli elementi selezionati. Se non è stato selezionato niente l'intero layer verrà trasformato.

Solo livelli visibili Con questa opzione soltanto gli livelli visibili sarà trasformato.

Punti della trasformazione

Il comando Copia/Sposta consiste dei seguenti passi:

1. Cliccare sull' icona Sposta/Copia.
2. Selezionare le entità da copiare.
3. Cliccare OK nella Finestra di Selezione (o Annulla per interrompere la selezione e i comandi di Sposta/Copia).
4. Selezionare l'opzione desiderata dalla Finestra Sposta/Copia.
5. Cliccare OK.
6. Specificare il vettore di traslazione per punti iniziale e finale.

Il comando può anche essere applicato nella sequenza 2-3-1-4-5-6.

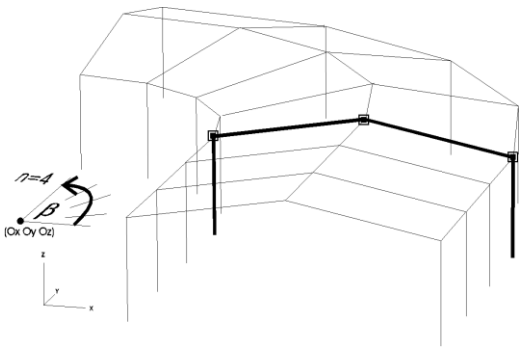
Se ci sono parti ripetitive nel modello, conviene creare prima queste (incluse la definizione dei elementi finiti, condizioni di vincolo e carichi), e poi farne delle copie. Quando si specifica il vettore di traslazione si può utilizzare qualsiasi punto già esistente. Durante l'operazione si possono copiare o muovere i Carichi selezionati verso un altro caso di carico se questo è cambiato.

Nella vista prospettica il vettore di traslazione può essere definito solo usando punti esistenti o altre posizioni 3D identificate (per esempio un punto su una linea).

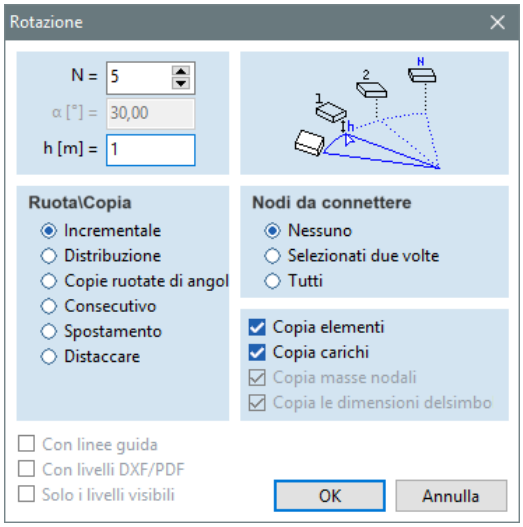
2.16.6.2. **Ruota/Copia**



Sposta o fa copie multiple delle entità geometriche o carichi selezionate per rotazione intorno a un centro. Nelle viste X-Y, X-Z o Y-Z l'asse di rotazione è perpendicolare al piano corrente. Nella vista prospettica l'asse è sempre l'asse Z.



Si può definire il metodo di rotazione.I parametri da specificare dipendono dal metodo scelto: angolo di rotazione α, numero delle copie (N) e uno spostamento aggiuntivo h lungo l'asse di rotazione (ogni copia sarà spostata di questa distanza). Per definire la rotazione si deve cliccare il centro di rotazione (OX, OY, OZ), il punto iniziale dellarco di rotazione e quindi disegnare l'angolo cursore.



Metodi di rotazione

Incrementale fa N copie di entità selezionate ruotate dell'angolo cursore.

Distribuzione fa N copie delle entità selezionate ruotandole di un angolo pari all'angolo cursore diviso per il numero N**.**

Copie ruotate di angolo fa copie delle entità selezionate ruotate dell'angolo α specificato nella finestra di dialogo. Il numero di copie dipende da quante rientrano nell'angolo cursore.

Consecutivo fa N copie consecutive delle entità selezionate ruotate di angoli cursore differenti definiti per ogni copia.

Spostamento sposta le entità selezionate dell'angolo cursore. Le linee che appartengono ai nodi spostati rimangono connesse.

Distaccare sposta le entità selezionate dell'angolo cursore. Le linee che appartengono ai nodi spostati sono distaccate.

Nodi da connettere, Opzioni

Vedere... *2.16.6.1 Sposta/Copia*

Copia dimensione

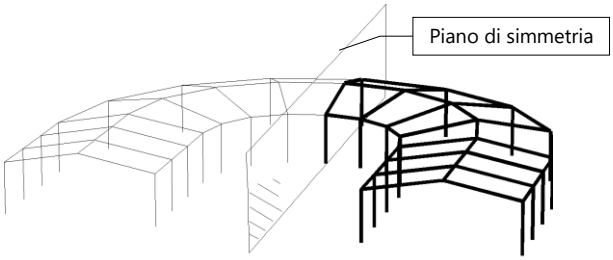
Le linee di dimensione saranno copiate solo se i nodi a cui essi sono assegnati sono selezionati.

Nella vista prospettica, il punto centrale, il punto iniziale e il punto finale possono essere specificati solo usando punti esistenti o altre posizioni 3D identificate (per esempio un punto su una linea). Nella vista prospettica l'angolo cursore viene determinato solo dalle coordinate globali X e Y.

2.16.6.3. **Specchio/Copia**



Sposta o fa copie a specchio delle entità geometriche o carichi selezionate. Occorre specificare due punti del piano di simmetria. Il piano di simmetria Il piano di simmetria è sempre parallelo a un asse globale a seconda della vista in cui ci si trova.



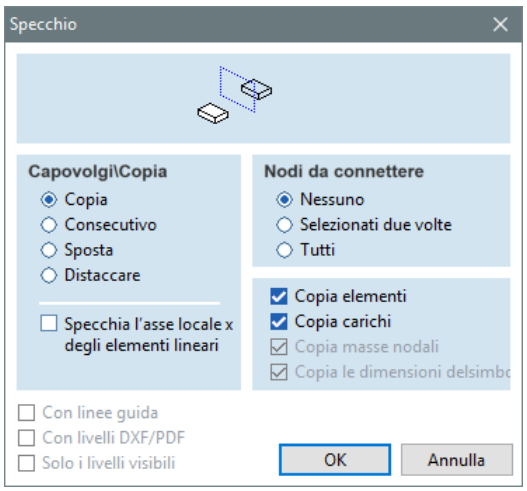
Opzioni Specchiatura

Copia: capovolge una copia delle entità selezionate simmetricamente al piano di capovolgimento.

Consecutivo: fa copie consecutive delle entità selezionate simmetricamente a piani di capovolgimento differenti specificati per ogni copia.

Sposta: capovolge le entità selezionate simmetricamente al piano di capo-volgimento. Le linee che appartengono ai nodi spostati rimangono connesse.

Distaccare: capovolge le entità selezionate simmetricamente al piano di capo-volgimento. Le linee che appartengono ai nodi spostati sono distaccate.



Specchia l'asse locale x degli elementi lineari: Questa opzione permette di controllare l'orientamento della x locale degli elementi lineari che vengono specchiati.

Nodi da connettere, Opzioni

Vedere... *2.16.6.1 Sposta/Copia*

Copia dimensione

Le linee di dimensione saranno copiate solo se i nodi a cui essi sono assegnati sono selezionati.
Nella vista prospettica, capovolgere le entità è possibile solo simmetricamente a un piano di capovolgimento parallelo all'asse globale Z.

2.16.6.4. **Scala/Copia**



Sposta o fa copie multiple delle entità geometriche selezionate scalandole da un centro. Bisogna specificare il centro di scalamento,un punto di riferimento e la sua nuova posizione dopo lo scalamento (i rapporti tra le coordinate determineranno i fattori di scala).

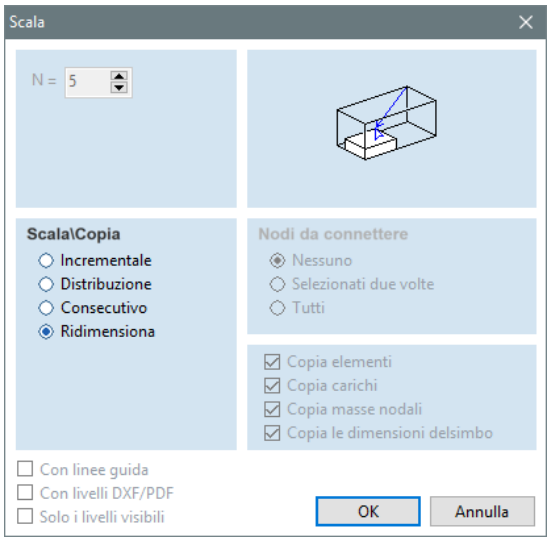
Opzioni scala

Incrementale: fa N copie scalate delle entità selezionate ripetendo lo scalamento N volte.

Distribuzione: distribuisca N copie scalate delle entità selezionate tra l'immagine originale e quella scalata.

Consecutivo: fa copie scalate in modo differente delle entità selezionate in passi consecutivi.

Ridimensiona ridefinisci le entità selezionate scalandole.



Nodi da connettere, Opzioni

Vedere... *2.16.6.1 Sposta/Copia*

Nella vista prospettica, il centro scala e i fattori scala possono essere specificati solo usando punti esistenti o altri posti identificati

2.16.7. Piani di lavoro



Il piano di lavoro (sistema coordinate utente) semplifica il disegno su piani obliqui. Consideriamo un foro per un lucernario su un piano obliquo di un tetto. Il piano del tetto può diventare un piano di lavoro, cosicché il disegno può essere eseguito nelle due dimensioni. Lavorando su di un piano di lavoro, le quote in altezza, sono espresse lungo l'asse normale al piano di lavoro.

☞ ***Tutte le funzioni di disegno/modifica sono disponibili in modo Piani di lavoro.***

Nel modo multifinestra ogni finestra può avere un Piano di lavoro diverso.

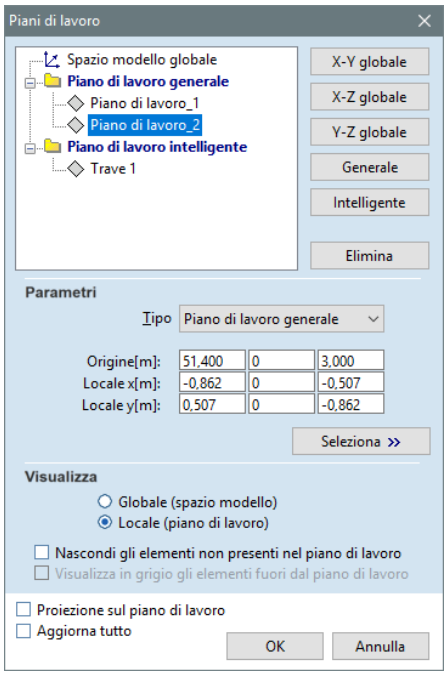
Piani di lavoro X-Y globale, X-Z globale, Y-Z globale

Questi Piani di lavoro sono paralleli con un piano del sistema di coordinate globali cosicché la loro posizione è definita da una singola coordinata. Utile quando si disegnano i piani di un edificio.

Generale Questi Piani di lavoro sono definiti da un'origine e due vettori passanti per gli assi locali x e y.

Intelligente Questi Piani di lavoro seguono il sistema locale di un elemento reticolare, di una trave, di una nervatura o di un dominio. L'origine è il primo punto dell'elemento, gli assi locali x e y sono paralleli agli assi locali x e y del sistema locale dell'elemento.

☞ ***Modificando il sistema locale dell'elemento finito, il Piano di lavoro cambia. Cancellando l'elemento finito si cancella il Piano di lavoro relativo.***



E possibile scegliere un Piano di lavoro tra quelli definiti, cliccando sulla finestra apposita. I Piani di lavoro sono disponibili anche dal menu principale scegliendo la *Vista / Piani di lavoro* o dal menu di scelta rapida scegliendo Piani di lavoro

Opzioni di visualizzazione Un piano di lavoro può essere mostrato nel sistema di coordinate globale o nel suo sistema locale.
Selezionando *Nascondi gli elementi non presenti nel piano di lavoro*, sono visualizzati solo gli elementi che appartengono al Piano di lavoro
Selezionando l'opzione *Visualizza in grigio gli elementi fuori dal piano di lavoro*, questi appaiono in grigio.

Modifica parametri piano di lavoro Se si sceglie un Piano di lavoro dall'albero, vengono mostrati i suoi parametri. Per modificarli cliccare sul pulsante OK o scegliere un altro Piano di lavoro.

Annulla Cancella Piani di lavoro definiti dall'utente.

Seleziona >> Permette la definizione grafica dei parametri del Piano di lavoro (origine o assi).

Proiezione sul piano di lavoro Se questa opzione è attivata, tutte le modifiche verranno proiettate sul piano di lavoro. Per lavorare nel sistema di coordinate fuori dal piano di lavoro (ad esempio impostando z a 3 metri), disattivare questa opzione.

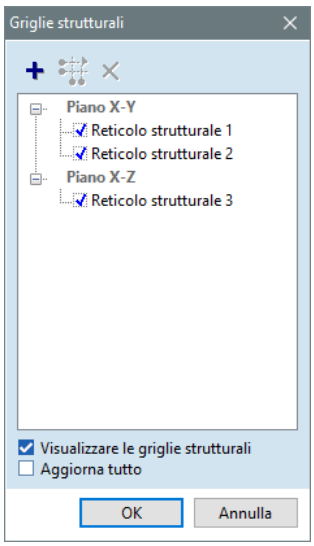
2.16.8. Griglia strutturale



Dal pulsante sulla barra delle icone escono due pulsanti. Il primo è per definire una griglia strutturale, il secondo è per definire singole linee di griglia.



Griglia strutturale



Le linee della griglia possono essere parallele ai piani globali X-Y, X-Z e Y-Z o ai piani di lavoro oppure ai livelli.
Le griglie strutturali sono insiemi di linee colorate in un piano comune, con una data lunghezza e un'etichetta che aiuta il processo di costruzione del modello. Questi set di linee della griglia possono essere paralleli con i piani globali XY, XZ o YZ, piani di lavoro o piani. Le griglie strutturali vengono visualizzate in un albero, organizzato dal piano della griglia.

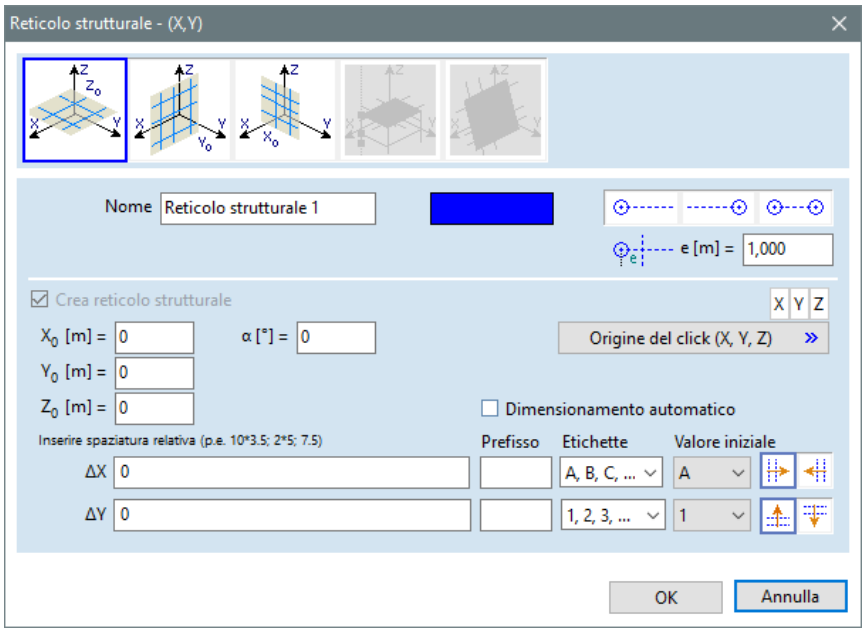
Visualizzare le griglie strutturali
Attiva/disattiva la visualizzazione delle griglie strutturali del modello. Se è spento tutte le griglie scompaiono.
Se è acceso verranno visualizzate le griglie che soddisfano i due seguenti criteri: 1) essere verificati 2) la regola associata alla rete consente la visualizzazione della griglia. Le griglie assegnate a i piani di lavoro e piani possono nascondersi se il loro piano di lavoro o il loro piano non è attivo.

Aggiorna tutto
Aggiornare le griglie strutturali per tutte le viste.

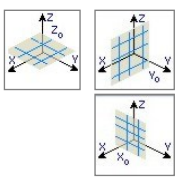
Per definire una griglia strutturale impostare una origine X_0, Y_0, e Z_0 poi inserire i valori relativi di spaziatura *X*, *Y* e *Z*. Per esempio con X_0 = 0 immettendo 4*3.5; 2*5; 7.5 nel campo della griglia *X* apparirà nelle seguenti posizioni X: 3.50; 7.00; 10.50; 14.00; 19.00; 24.00; 31.50.
La griglia strutturale può essere ruotata di un angolo personalizzato α.
La lunghezza delle linee che compongono la griglia strutturale, che è sempre rettangolare è data dal numero di celle per le relative spaziature.

Nuova griglia strutturale





Piano della griglia



Eè possibile impostare l'offset X_0, Y_0, e Z_0 per posizionare la griglia ad una data distanza dai piani ZY, ZX e XY.

Griglia di piano



Se il modello ha piu' piani le diverse griglie strutturali possono essere assegnate a ogni piano. La griglia può essere associata a tutti i piani selezionando *Su tutti i piani* dal menu a discesa. Se la griglia è associata ad un piano specifico (ad es Piano 1) ed è stato selezionato *Visualizza solo se il piano è attivo* la griglia rimane nascosta finché non viene attivato Piano 1.

Griglia del piano di lavoro



Le griglie strutturali possono essere assegnate a piani di lavoro (se ci sono piani di lavoro nel modello). Se è stato selezionato *Visualizza solo se il pianodi lavoro è attivo* la griglia rimane nascosta fino a quando viene attivato il piano di lavoro.

Nome Nome della griglia strutturale

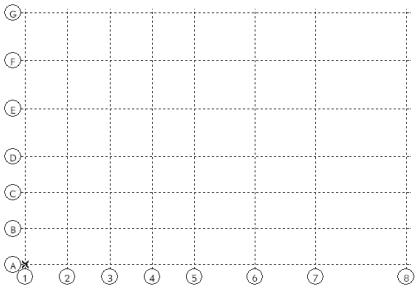
Colore Fare clic sul pulsante per modificare il colore della griglia.

$X_0/Y_0/Z_0$ [m] Origine della griglia strutturale rispetto all'origine globale

α[°] Angolo di rotazione attorno all'origine della griglia strutturale

Crea griglia strutturale Possono essere definite la spaziatura della griglia, i prefissi, le etichette e le indicazioni.

Le etichette della griglia possono essere numeri consecutivi (1, 2, 3, ...) o lettere (A, B, C, ...) secondo le etichette scelte dal menu a tendina.
Il valore iniziale definisce la prima etichetta. Un prefisso comune può essere impostato per creare etichette come 1A, 1B, 1C, ... o F1, F2, F3. L'ordine delle linee della griglia può essere impostato selezionando una delle icone (da sinistra a destra, da destra a sinistra in direzione X e dal basso verso l'alto, dall'alto verso il basso in direzioneY).





Ordine di creazione delle linee verticali della griglia

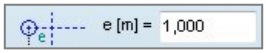


Ordine di creazione delle linee orizzontali della griglia



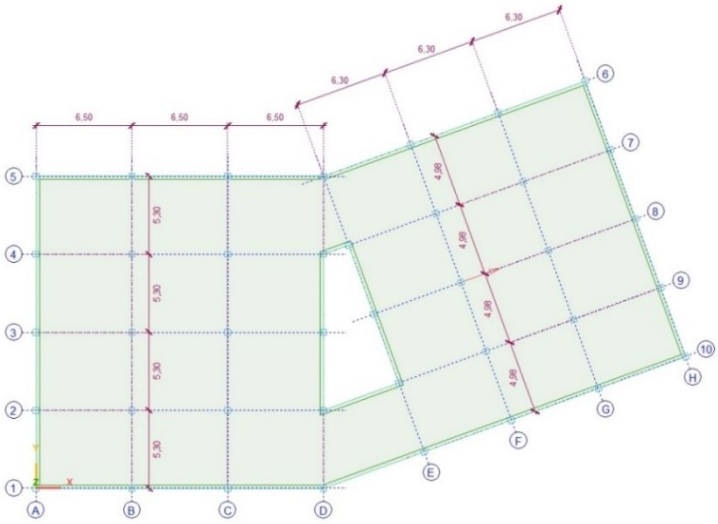
Le etichette possono essere posizionate nel punto iniziale, finale o entrambi.

e[m]



Si consiglia di impostare una linea di estensione griglia diversa da zero in modo che le etichette non rientrino nel rettangolo delle griglie

Dimensionamento automatico Se l'opzione *Dimensionamento automatico* è selezionata, anche le linee di quota vengono create con le linee della griglia strutturale. Queste linee di quota sono associative ad es. seguendo i cambiamenti della griglia strutturale.
È anche possibile posizionare manualmente le linee di quota intelligenti tra i punti di intersezione delle linee della griglia strutturale (***vedere...*** *2.16.11.1 Linee di dimensione ortogonali*). Ciò significa che l'attivazione della modalità intelligente e il posizionamento di una linea di quota tra A1 e G1 genereranno un gruppo di linee di quota: A1-B1, B1-C1, C1-D1, D1-E1, E1-F1, F1-G1.



Modifica la griglia strutturale

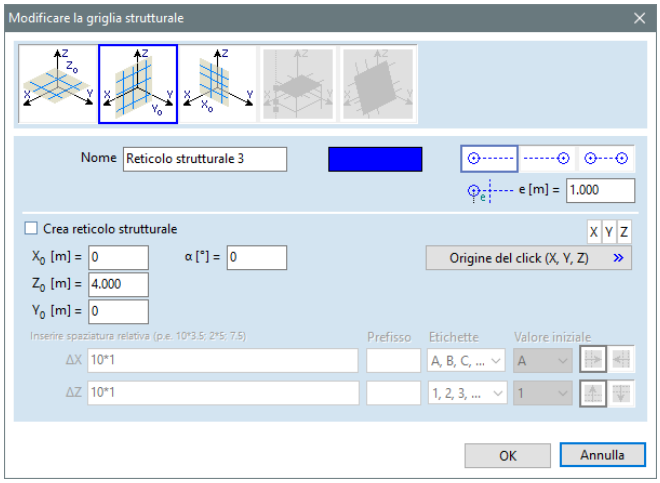


Il nome, le etichette, le posizioni e il colore di una griglia possono essere modificati. Se viene selezionata *Creare griglia strutturale* l'intera griglia verrà ricreata con i nuovi parametri. In questo caso, verranno rimosse tutte le griglie personalizzate associate alla rete (vedi sotto).

Copia griglia strutturale



Le copie saranno fatte dalla griglia selezionata.
Inserisci una radice per generare i nomi delle copie. Le copie saranno nominate come *radice_1, radice _2, radice _3...*
Inserire il numero di copie richiesto, il punto iniziale e finale del vettore di traslazione.



Elimina griglia strutturale

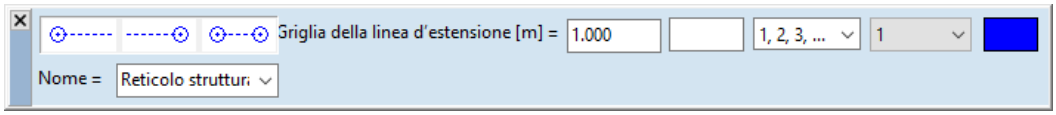


Le griglie strutturali selezionate verranno eliminate.
Premendo Ctrl o Maiusc mentre si clicca possono essere selezionate più griglie.



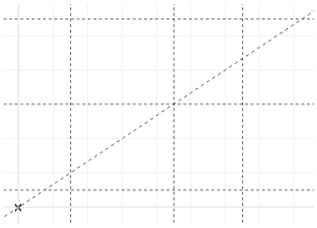
Linee di griglia personalizzate

Le linee delle griglie personalizzate si possono definire cliccando sul punto iniziale e quello finale. Le proprietà della griglia (posizione dell'etichetta, estensione, prefisso, etichetta, colore) si possono definire dalla tabella.
Le linee della griglia personalizzate devono essere associate ad una griglia strutturale e possono essere attivate / disattivate con quella griglia. Ricreare la griglia con i nuovi parametri cancella tutte le linee della griglia personalizzate associate.



2.16.9. Linee di Riferimento

Sono un aiuto nella fase di inserimento della geometria del modello. Le linee di Riferimento possono essere definite nel sistema di coordinate globali. In questo modo può essere creata una griglia di linee di riferimento, a distanza definibile, utilizzando gli snap alle linee ed alle intersezioni. Con il cursore si possono introdurre le linee di riferimento. ***Vedere...*** *4.7 Strumenti di editazione*



Le linee di riferimento (linee guida) appaiono come linee blu tratteggiate. La visualizzazione delle linee guida può essere abilitata o disabilitata dal menu Impostazioni–Mostra opzioni-switches (o icona).

Posiziona una linea guida verticale passante per la posizione corrente del cursore.

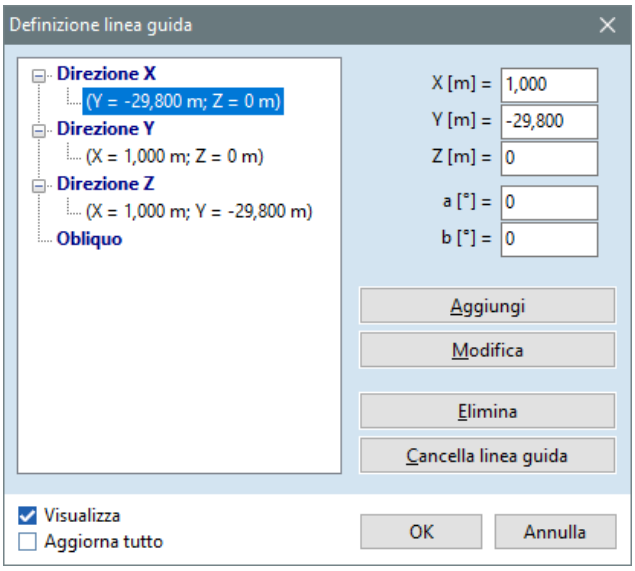
Posiziona una linea guida orizzontale passante per la posizione corrente del cursore.

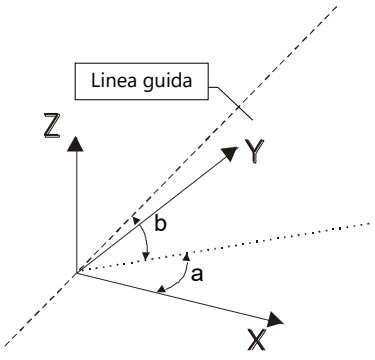
Posiziona una linea guida verticale ed una orizzontale passanti per la posizione corrente del cursore.

Posiziona una linea guida obliqua passante per la posizione corrente del cursore definendo due punti di passaggio.

Posiziona una coppia di linee guida ortogonali oblique passanti per la posizione corrente del cursore (definendo due punti di passaggio di uno degli assi).

In modalità Vista-prospettiva, vengono mostrate tutte linee guida ma possono essere posizionate solo quelle oblique.
La posizione di una linea guida può essere modificata (traslata) trascinando la linea guida con il mouse fino alla nuova posizione.
Le linee guida possono essere rimosse trascinandole semplicemente all'esterno dell'area grafica.
Le linee guida possono anche essere inserite numericamente mediante coordinate. Cliccando con il mouse su una linea guida o selezionando il comando Impostazioni/Linee guida Setup dal menu principale, viene mostrata la seguente finestra:
Posiziona una linea guida verticale passante per la posizione corrente del cursore.





a: angolo tra la proiezione della linea guida sul piano X-Y e l'asse X.

b: angolo tra la linea guida e la sua proiezione sul piano X-Y.

Visualizza Attiva / disattiva la visualizzazione delle linee guida.

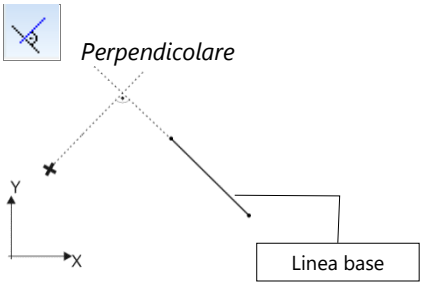
Aggiorna tutto Se selezionato i cambiamenti verranno applicati a tutte le viste altrimenti solo nella vista attiva.

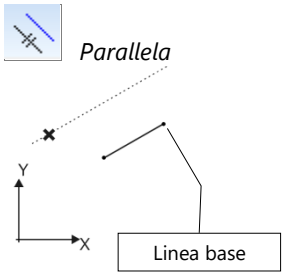
2.16.10. Strumenti Geometrici





Tramite le icone degli strumenti geometria è possibile bloccare la direzione di disegno della linea.





Iniziare a disegnare una linea. Fare clic sull'icona *Perpendicolare* o *Parallela* quindi clic su una linea esistente o clic su due punti per definire la direzione.
Il cursore si posiziona in modo perpendicolare o parallelo a questa linea di base.

 *Perpendicolare al piano*

Iniziare a disegnare una linea. Fare clic sull'icona *Perpendicolare al piano*, quindi fare clic sul dominio che definisce il piano. Il cursore si posizionerà in modo perpendicolare al piano. Il piano può essere definito anche facendo clic su tre punti.

L'icona *Perpendicolare / Parallela / Perpendicolare al* piano può essere convenientemente usata durante l'introduzione della geometria del modello o per la definizione di linee di sezione.

 *Linea in direzione di un punto medio*

Uso dell'icona: si usa dopo aver dato il primo punto d'inserimento di una linea, consente di definire tramite punto iniziale e finale una linea immaginaria di cui il punto medio sarà preso come direzione fissa per il punto finale della linea precedentemente iniziata.

 *Bisettrice*

Uso dell'icona: si può usare sia per il punto di partenza che di fine linea, basta attivarlo prima di inserire e prima di terminare la linea. La direzione viene impostata tramite il tracciamento di due linee dell'angolo definito da queste due sarà utilizzata la bisettrice come direzione forzata.

 *Punto d'intersezione*

Uso dell'icona: si può iniziare a disegnare un nodo o una linea, cliccando sull'icona per scegliere le due linee o il loro punto iniziale e finale. Nel punto d'intersezione è stato creato un nodo o un punto di una linea.
Una delle linee (o entrambi) può essere un arco. In questo caso ci sono più di un punto d'intersezione. Se è così, i punti calcolati sono segnati con piccoli cerchi. Il punto richiesto può essere selezionato facendo clic.

 *Punto divisorio*

Uso dell'icona: si può iniziare a disegnare un nodo o una linea, cliccando sull'icona e i due nodi. Si specifica la divisione per distanza o rapporto nella finestra di popup. Alla fine viene creato un nodo o un punto di linea.

 *Operazione di vincolo del punto*

L'azione del punto d'intersezione e del Punto divisorio può essere impostato qui.
Due sono le opzioni disponibili: Crea nuovo nodo o Imposta l'origine relativa alla posizione calcolata.

2.16.11. Linee, simboli ed etichette di dimensione



Questo gruppo di funzioni permette di assegnare (in modo associativo) linee ortogonali e testi di dimensione allineate di linee dimesion al tre modello dimesional, oltre ad angoli, a segni di livello e di elevazione, etichette o valori dei risultati.
Fare clic sull'icona Dimensioni per visualizzare la Toolbar Dimensioni. Questo permetterà di selezionare lo strumento di dimensione corretto. Click in basso a sinistra sull'icona della Toolbar Dimensioni per impostare i parametri dello strumento selezionato.

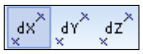


È possibile modificare la posizione di linee o etichette di dimensione in qualsiasi momento trascinandole sulla loro nuova posizione. Se le linee di dimensione sono state associate con il modello la loro posizione e la loro dimensione saranno aggiornate automaticamente dopo le modifiche apportate alla geometria del modello.

2.16.11.1. Linee di dimensione ortogonali



Le linee o le stringhe di dimensione ortogonali associative di linee di dimensione, parallele con gli assi globali X, Y o Z possono essere assegnate al modello seguendo i passi successivi:



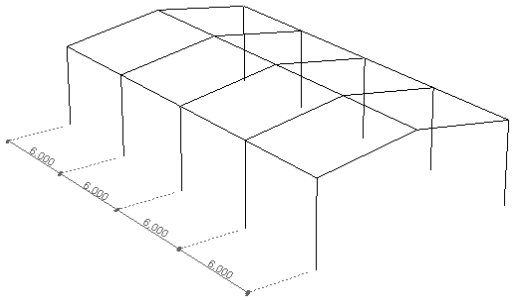
1. Click su punto di inizio di linea di dimensione e sul punto finale. Se questi punti sono collegati da una linea si può fare clic sulla linea.
2. Spostate il mouse. La nuova posizione della linea di dimensione dipende dalla direzione in cui è stato spostato il mouse. C'è un'eccezione: quando il segmento non è parallelo ad alcun piano globale e l'editazione è nella vista di prospettiva. In questo caso occorre selezionare la direzione dX, dY o dZ dalla toolbar.
3. Click sul tasto sinistro del mouse per impostare la posizione finale della linea di dimensione.

Per inserire una stringa di linee di dimensione, fare clic sui punti nell'ordine corrispondente o sulle linee. I passi 2 e 3 sono gli stessi come visto per le linee di dimensione. Una stringa di linee di dimensione può essere selezionata immediatamente facendo clic su una di loro con contemporanea pressione del tasto Shift. Questo permette di spostarle come un gruppo. Per modificare la posizione di un gruppo di segmenti selezionarlo utilizzando il rettangolo di selezione e trascinarlo sulla sua nuova posizione. Come risultato questa linea di dimensione sarà rimossa dal gruppo (può essere spostata individualmente).



Linee di dimensionamento rapido

Una stringa di linee di dimensione può essere creata anche attivando le linee di dimensione intelligenti. Si può utilizzare questa funzione premendo il pulsante, selezionare solo i punti finali della serie, assicurandosi che i punti intermedi non siano stati generati da un comando di maglia di dominio. Tutte le linee di dimensione intermedie saranno create automaticamente.



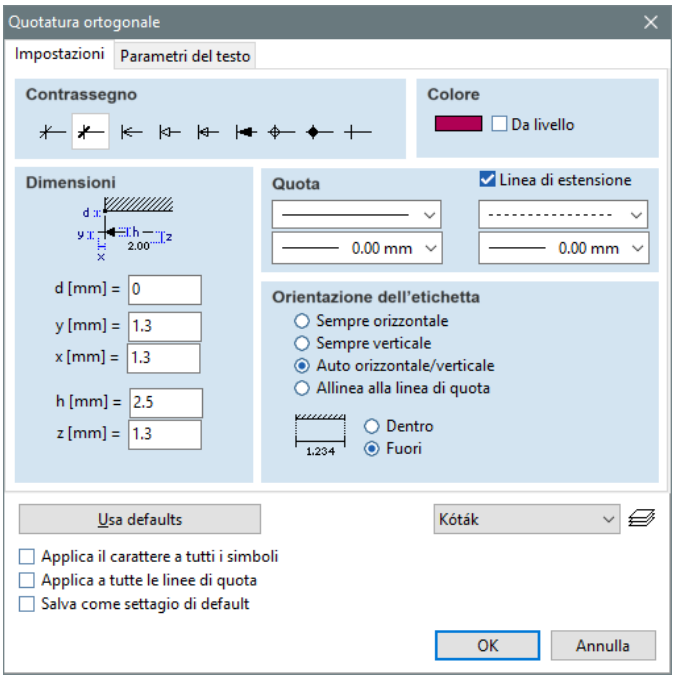
Un esempio di linee di dimensione intelligenti

Se la linea di dimensione è assegnata ai punti di un modello, si comporterà sempre in un modo associativo (per esempio si sposterà con il modello quando il modello è modificato o ridimensionato o spostato).

Impostazioni di linea di dimensione allineate e ortogonali.

Impostazioni





Contrassegno È possibile impostate i segni di limite delle linee di dimensione. È possibile selezionare da nove simboli predefiniti.

Colore È possibile impostate il colore delle linee di dimensione individualmente. Si può ottenere il colore dal livello attivo. Le linee di dimensione, segni e testi sono messe sul livello Dimensioni per default ma con possibilità di modifica.

Dimensioni È possibile impostare i parametri di disegno della linea di dimensione.

Dimensione della linea/ Linea di estensione Permette di impostare il tipo e lo spessore di una linea di dimensione o di estensione. È possibile scegliere un valore predefinito o ottenerlo dal livello attivo. È possibile accendere/spegnere la visualizzazione di linee di estensione.

Orientazione dell'etichetta È possibile impostate l'orientamento delle etichette di testo delle linee di dimensione (sempre orizzontali, verticali, Auto orizzontale/verticale o Allineate per dimensionare linea) dentro o fuori dalla linea di dimensione.

Usa defaults È possibile ripristinate l'impostazione di default.

Applica gli stessi caratteri a tutti i simboli Applica gli stessi caratteri ad ogni linea di dimensione.

Salva come settaggio di default È possibile salvare l'impostazione corrente come default.

Applica a tutte le linee di quota Applica l'impostazione corrente a tutte le linee di dimensione per assicurare un aspetto uniforme.

Livelli



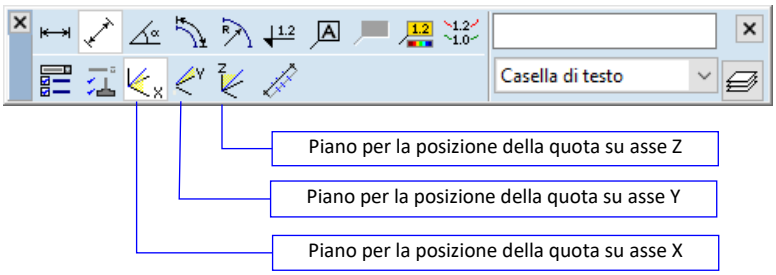
Permette di *selezionare/definire/scegliere i livelli* per le linee di dimensione. Se non esistono livelli selezionati, un livello di Dimensioni è creato automaticamente.

Vedere... *3.3.3 Gestore dei livelli*

2.16.11.2. Linee di dimensione allineate



Assegna linee di dimensione allineate o una stringa di linee di dimensione al modello.

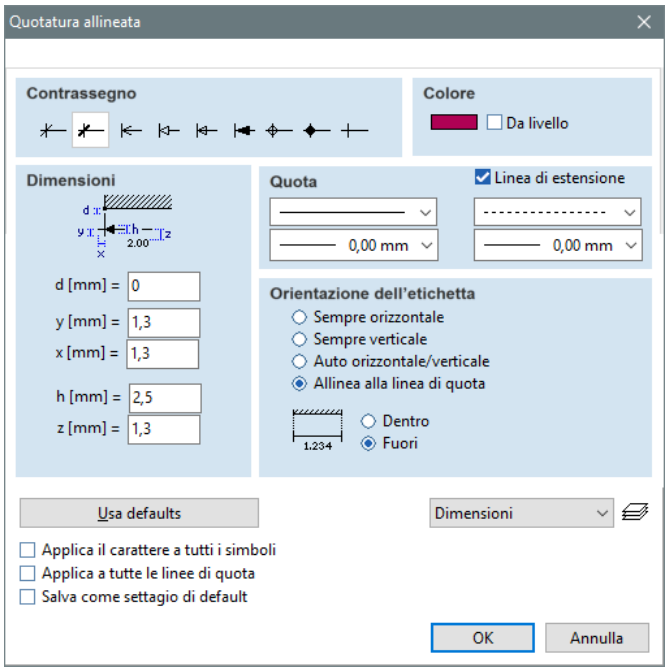




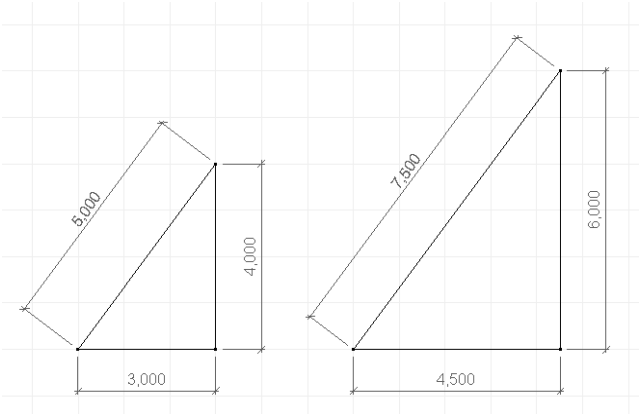
I passi sono gli stessi come per la creazione di una riga di dimensione ortogonale.
Vedere... *2.16.11.1 Linea di dimensione ortogonali*
Il piano della linea di dimensione parallela è deciso automaticamente. C'è un'eccezione: quando il segmento non è parallelo ad alcun piano globale e l'editazione è nella vista di prospettiva. In questo caso occorre selezionare la direzione X, lo Y o lo Z dalla barra degli strumenti. Il piano della linea di sezione sarà definito dal segmento e dall'asse globale selezionato.



Definisce le impostazioni della linea della dimensione (***Vedere...*** *2.16.11.1 Linea di dimensione ortogonali*). Per linee di dimensione allineate il prefisso automatico è sempre dL= o DL=.



Un esempio di linee di dimensione associative:



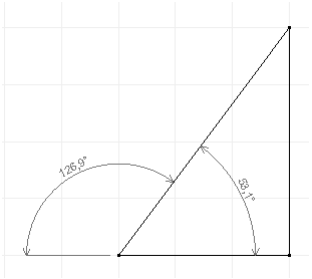
Prima comando Scala *Dopo comando Scala*

2.16.11.3. Dimensione angolare



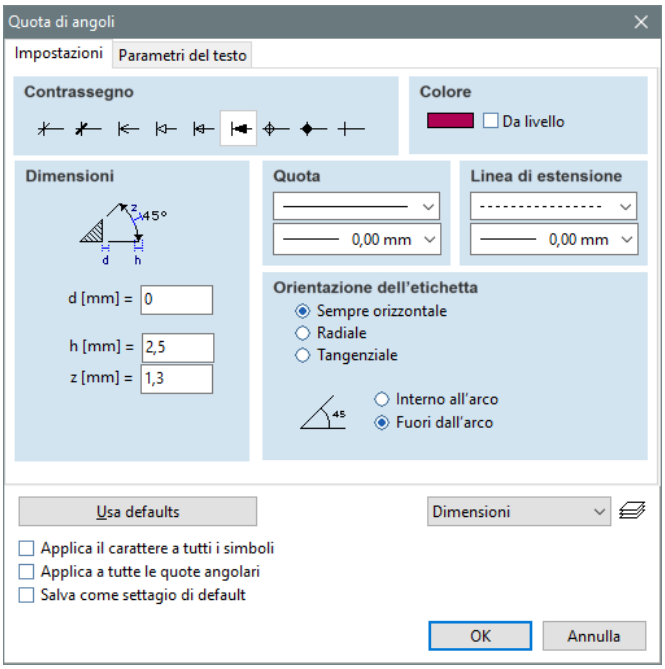
Le dimensioni di angolo associative, come il simbolo dell'angolo tra due segmenti, possono essere assegnate al modello nei seguenti passi:

1. Fare clic su punto di inizio e sul punto finale del primo segmento. Se i punti sono collegati da una linea si può fare clic sulla linea.
2. Fare clic su punto di inizio e sul punto finale del secondo segmento. Se i punti sono collegati da una linea si può fare clic sulla linea.
3. Spostare il mouse. La posizione e il raggio della dimensione di angolo saranno determinati dal movimento del mouse. In base alla posizione del mouse può essere immesso l'angolo, l'angolo supplementare o l'angolo complementare.
4. Fare clic sul tasto sinistro del mouse per impostare la dimensione di angolo nella sua posizione finale.





Impostare i parametri di dimensione dell'angolo (come le linee di dimensione ortogonali o allineate.
Vedere... *2.16.11.1 Linea di dimensione ortogonali*

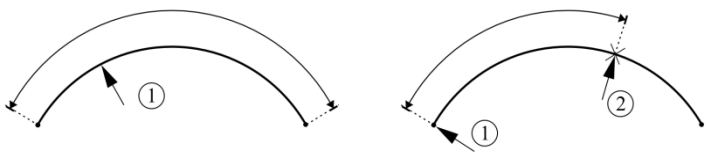


Facendo clic sul pulsante Unità e formati il formato del valore dell'angolo può essere impostato nella sezione Dimensioni della finestra di dialogo *Definisci Unità e Formati*.

2.16.11.4. Lunghezza degli archi



E' possibile creare il simbolo di dimensione di un arco nel modello.
Per assegnare il simbolo ad un cerchio intero cliccare in un qualsiasi punto del cerchio e trascinare il segno di dimensione.
Per assegnare il simbolo ad un arco di cerchio cliccare in un qualsiasi punto del cerchio e trascinare il segno di dimensione.
Per assegnare il simbolo ad una parte di un arco di cerchio cliccare un punto terminale e quindi nel punto di mezzeria e trascinare il segno di dimensione.



2.16.11.5. Raggio dell'arco



E' possibile inserire la dimensione del raggio nel modello.
Per assegnare questo simbolo cliccare su un punto qualsiasi dell'arco e trascinare il simbolo.

2.16.11.6. Segni di livello e di elevazione



Crea segni di livello e di elevazione associativi nel vostro modello.
Facendo clic sul pulsante Unità e formati il formato del valore del numero può essere impostato nella sezione Dimensioni della finestra di dialogo *Definisci Unità e Formati*.
Questi sono l'unità e il formato utilizzati nella finestra Coordinate.

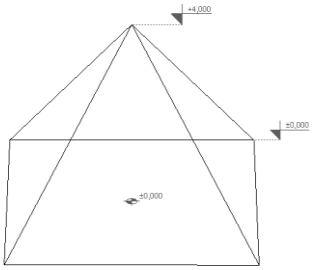


I segni di livello possono essere messi sulla vista superiore, facendo clic sul punto chiesto. La visualizzazione superiore è definita come visualizzazione nella direzione di gravità (È possibile modificarlo nella finestra di dialogo *Definizione/Gravità*).



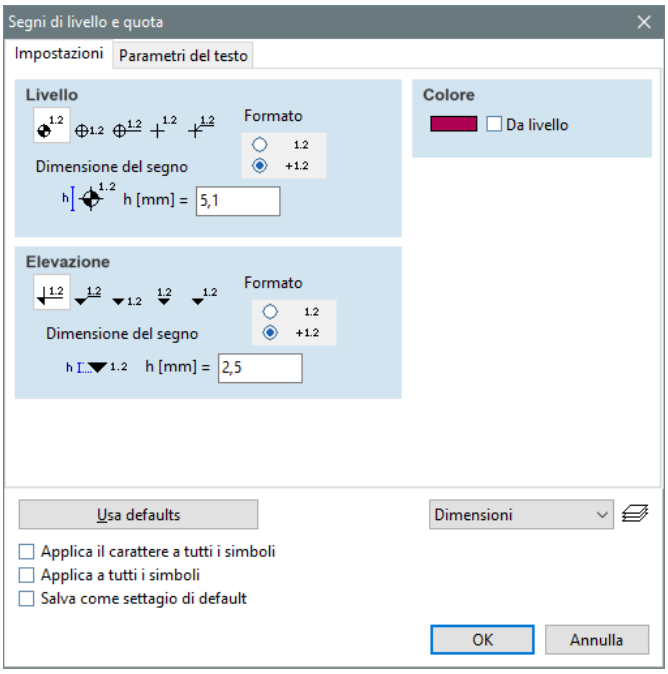
I segni di elevazione possono essere messi in visualizzazione frontale, visualizzazione laterale o in prospettiva, seguendo i passi successivi:

1. Fare clic sul punto che volete contrassegnare.
2. Spostate il mouse nella direzione in cui si vuole mettere il segno di elevazione e fare clic per impostare il simbolo nella sua posizione finale.





Impostare i parametri di segno di livello e di elevazione.



Livello Selezionare il simbolo di segno di livello e impostare la sua dimensione e il suo formato.

Elevazione Selezionare il simbolo di segno di elevazione e impostare la sua dimensione e il suo formato.

2.16.11.7. Casella di testo



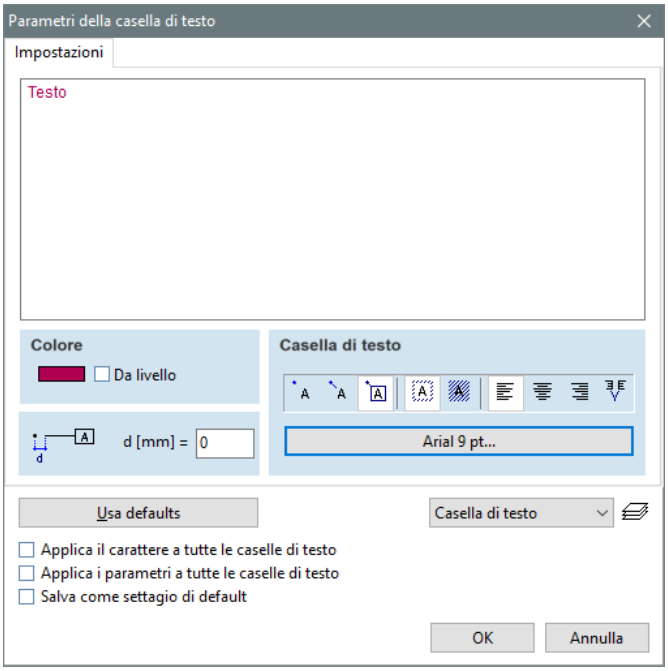
Creare una casella di testo associativa nel vostro modello.
Potete immettere testo multiline in una casella di testo. Il testo utilizzerà la stessa formattazione di testo all'interno di una casella di testo.
Potete creare una casella di testo nei seguenti passi:

1. Immettere il testo nei parametri di casella di testo finestra, o in caso di una singola immissione inserirlo direttamente nel campo della Toolbar.

2. Fate clic sul punto a cui volete assegnare la casella di testo.

3. Spostate il mouse alla posizione e fare clic per impostare la casella di testo nella sua posizione finale.





Colore Imposta il colore del testo, del segmento e della linea di estensione. Potete ottenere il colore dal livello.

Casella di testo Queste opzioni impostano i parametri di disegno della casella di testo, linea di segmento ed estensione, della trasparenza e dell'allineamento del testo e la distanza d della linea di estensione dal punto di riferimento (a cui la casella di testo è assegnata).

Carattere Imposta il carattere di testo, lo stile e la dimensione.

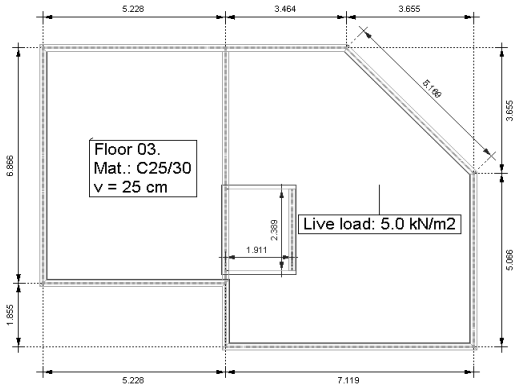
Potete caricare di nuovo e modificare le impostazioni di default, applicare parametri di casella di testo o di font a tutte le caselle di testo esistenti

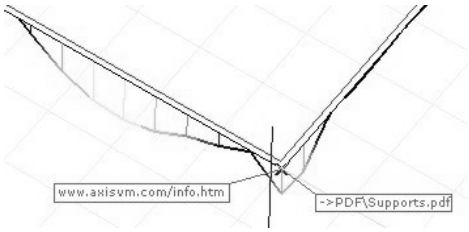
Link attivi I link attivi possono essere posizionati in riquadri in cui inserire ogni informazione legata al modello. Se il testo contiene il riferimento ad un file o un link ad una pagina web, cliccando il testo nel riquadro viene lanciata l'applicazione che gestisce il file o lo URL di riferimento. Per cambiare il testo selezionare prima il riquadro che contiene il testo con Shifh+click e quindi cliccare nel riquadro.

File collegati Si può collegare un file con i caratteri -> e un nome di file. Per es.:
->C:\MyModel\Reports\Details.doc
Se non è definito il percorso Axis VM cerca i file inseriti dalla cartella in cui è contenuto il modello. Così se il nostro modello è in *C:\MyModel* possiamo definire -> *\Reports\Details.doc*
Cliccando sul riquadro di testo viene lanciata l'applicazione associata al tipo di file. In questo modo si possono collegare immagini, filmati, suoni, tavole di Excel o altri documenti in qualsiasi punto del modello.

URL

I protocolli ed i formati dei links sono:
http://..., ftp://..., https://..., file://..., www. ...
Cliccando sul riquadro di testo viene il lanciato il browser per la presentazione delle pagine web e aperto il sito o il file. Se il testo contiene più di un URL viene aperto il primo.



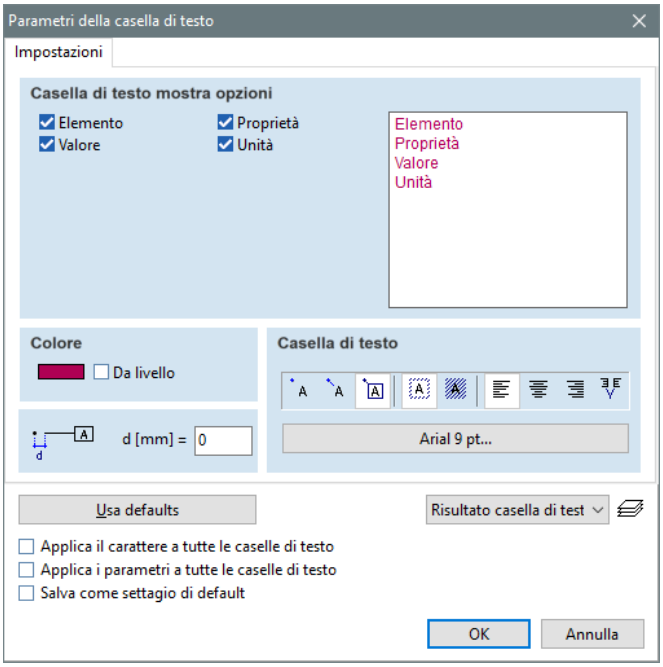


2.16.11.8. Casella di testo per informazioni su oggetti e risultati

Casella di testo informazioni oggetti



Le proprietà degli elementi o di carichi appaiono nella casella di testo a seconda dell'etichetta corrente (geometria, elemento o carichi). I parametri della casella di testo per informazioni possono essere inseriti con questa finestra:



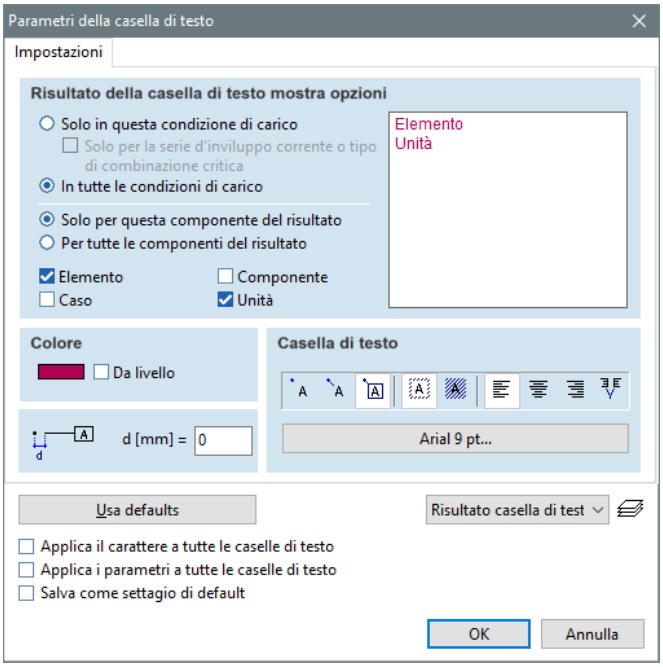
Etichette di risultato



Durante la visualizzazione dei risultati il cursore determina il valore del componente di risultato corrente sui nodi, nella mezzeria tra nodi, centri di superficie o punti intermedi di raggi o nervature e lo visualizza come un tooltip. Il testo del tooltip è immesso automaticamente in una casella di testo. I passi per la creazione di etichette di risultato è simile alla creazione di una casella di testo.

L'etichetta di risultato è visibile solo quando il componente di risultato selezionato è lo stesso di quello selezionato quando l'etichetta di risultato è stata creata. Per esempio un'etichetta di risultato *My* è visualizzata solo quando il componente *My* è selezionato.

Le opzioni per la casella di testo dei risultati possano essere inserite nella finestra:



Solo in questa situazione di carico

L'etichetta del risultato è visibile solo nella situazione di carico (caso o combinazione di carico, inviluppo o combinazione critica) in cui è stata creata.

Solo per l'inviluppo corrente o per il tipo di combinazione critica

Se viene selezionato un inviluppo o una combinazione critica, questo vincolo aggiuntivo permette la visualizzazione dell'etichetta del risultato solo se viene selezionato lo stesso set di inviluppi (ad esempio, Tutte le combinazioni di carico) o il tipo di combinazione critica (ad esempio, SLS Quasi permanente). Se deselezionato, l'etichetta del risultato diventa visibile quando viene visualizzato qualsiasi inviluppo (se è stato definito con un inviluppo selezionato), o quando viene visualizzata qualsiasi combinazione critica (se è stato definito con una combinazione critica selezionata).

In tutte le situazioni di carico

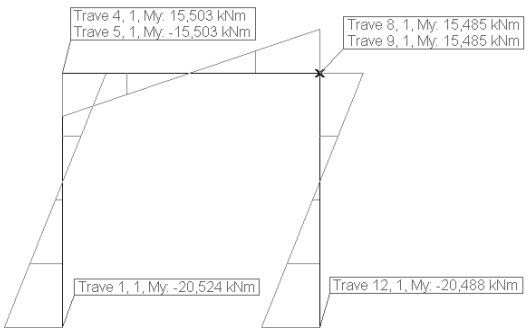
L'etichetta del risultato rimane visibile indipendentemente dal caso di carico, dalla combinazione, dall'inviluppo o dalla combinazione critica visualizzata. I valori effettivi saranno aggiornati quando si cambia il caso.

Solo per questa componente del risultato

L'etichetta di risultato è visibile soltanto se il proprio componente di risultato è visualizzato.

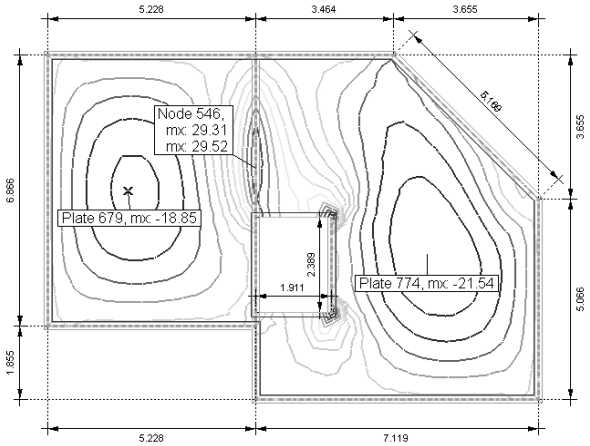
Per tutte le componenti del risultato

L'etichetta di risultato è visibile nel caso di tutto il componente di risultato.



Opzioni :

Elemento:	Includa il tipo ed il numero dell'elemento
Componente:	Includa il nome del componente di risultato
Caso:	Includa il nome del caso, della combinazione o della descrizione del carico della combinazione critica.
Unità:	Includa il nome dell'unità.



Con il pulsante *Usa standard*, le tre opzioni aiutano ad adattare la casella di testo:

Applica il carattere a tutte le caselle di testo
Dopo avere fatto clic sul pulsante OK viene assegnato lo stesso carattere a tutte le caselle di testo.

Salva come settaggio di default
Le nuove caselle di testo appariranno utilizzando le impostazioni correnti come default.

Applica i parametri a tutte le caselle di testo
Dopo avere fatto clic su OK ai parametri di tutte le caselle di testo saranno assegnati questi valori.

Gestore di Livelli



[F11]

Creano nuovi livelli o modifica gli esistenti.
Questa funzione è disponibile anche dal menu come *Impostazioni / Gestione Livelli*.

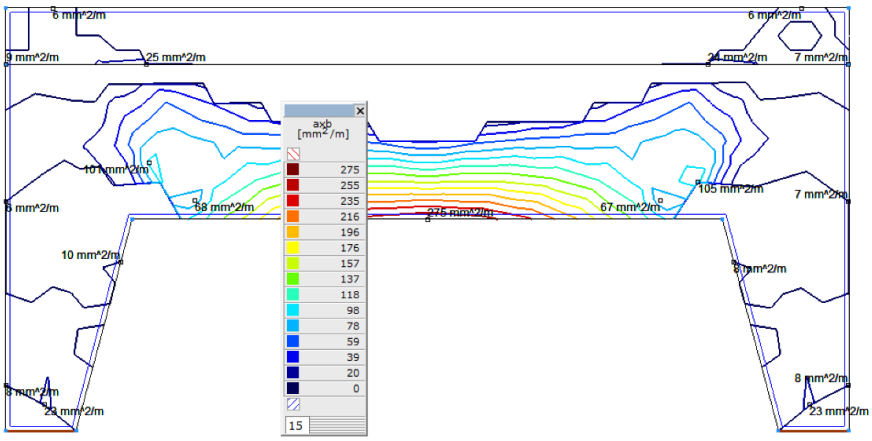
Vedere... *3.3.3 Gestore dei livelli*

2.16.11.9. Etichette Isolinee



Posiziona una serie di etichette alle isolinee.

1. Fare clic su icona *Etichette Isolinee*
2. Immettere due punti che definiscono un segmento di linea
3. Le etichette sono posizionate sulle intersezioni del segmento e delle Isolinee



L'etichettatura automatica delle isolinee può essere attivata dalla finestra della legenda colori.
Vedere... *2.19.4 Finestra Legenda Colori*

2.16.11.10. **Linee di quota per la fondazione**

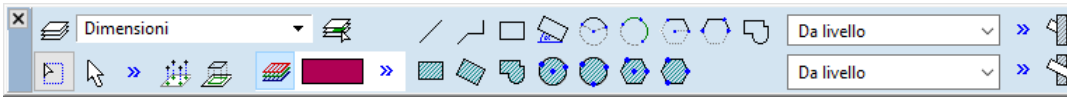


Imposta le proprietà delle linee di quota per le fondazioni progettate.
Le impostazioni sono le stesse come per le linee di quota normali.

2.16.12. Modifica dei layer di sfondo



Questo editor consente di apportare modifiche nei layer PDF e DXF importati è inoltre possibile aggiungere nuove figure. I layer di sfondo contengono solo informazioni di geometria e non svolgono alcun ruolo nella struttura.





Gestore layer
Apre il Gestore layer. ***Vedi...*** *3.3.3 Gestore dei livelli*

Selezione layer

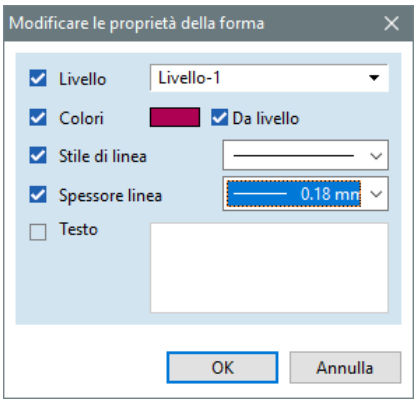
Selezionare un layer da modificare dal menu a tendina.
Per creare un nuovo layer aprire il Gestore layer e creare un nuovo livello e scegliere OK. Poi si può selezionare il nuovo layer.



Un altro modo per selezionare un layer è quello di cliccare su questo pulsante accanto al menu a tendina e fare clic su una forma. Verrà selezionato il livello associato a quella forma.



Selezione
Cliccare su questo pulsante per attivare la selezione della forma.
Cliccare sul contorno della forma o trascinare una cornice attorno alle forme e cliccare sul contorno di una tra quelle selezionate e poi impostare le proprietà nella finestra di dialogo *Modifica proprietà della forma*.
Per utilizzare le funzioni speciali di selezione scegliere il pulsante successivo della barra degli strumenti (*Modalità di selezione speciali*).





Modalità di selezione speciali
Facendo clic su questo pulsante viene visualizzata una tavolozza di opzioni di selezione.
Vedi... *2.16.1 Selezione*. Fare clic su OK se la selezione è terminata e cliccare su qualsiasi forma selezionata per impostare le proprietà delle forme.



Copia proprietà
Cliccare su questo pulsante per attivare copia proprietà. Facendo clic su una forma vengono copiate tutte le proprietà di quella forma (tutte le funzioni di disegno successive utilizzeranno queste proprietà).



Convertire i punti delle forme selezionate nei nodi AXISVM



Convertire le forme selezionate in linee AXISVM
Dopo aver cliccato su questo pulsante viene visualizzata una barra degli strumenti di selezione. Fare clic su OK se la selezione è terminata. Tutte le forme selezionate verranno copiate come linee normali di AXISVM.



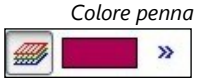
Portare oggetti selezionati dietro



Portare gli oggetti selezionati in avanti

Elimina forme Per eliminare le forme prima selezionarle quindi premere il tasto *Canc* della tastiera.

Colore penna



Colore penna viene utilizzato per disegnare il contorno delle forme e anche per riempire l'interno delle forme piene.
Ci sono tre modi per impostare il colore penna corrente.



Impostare il colore del layer come colore penna.



Scegliere un colore da una finestra di dialogo.



Copiando il colore penna di una forma esistente cliccando su di esso.

Stile linea
Spessore linea

Due menu a tendina sulla destra mostrano gli stili di linea disponibili (in alto) e lo spessore linea (in basso). Selezionare i valori desiderati.
Queste impostazioni non hanno alcun effetto sulle forme riempite in quanto non hanno un contorno.



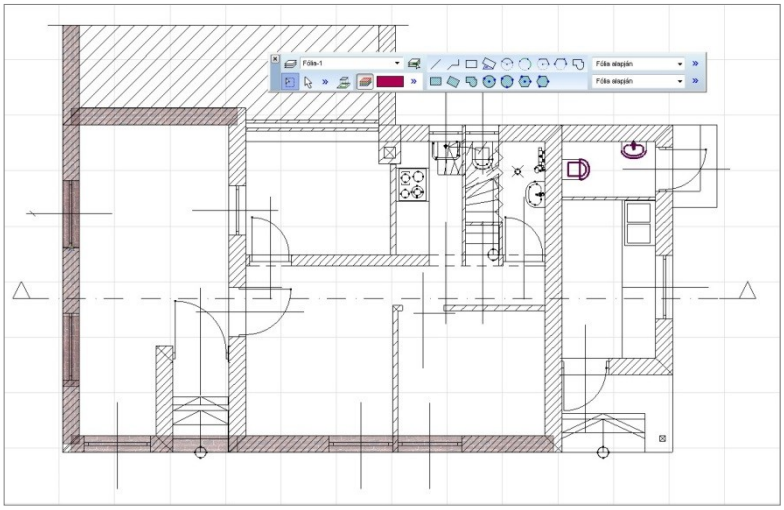
Copia stile linea o spessore linea di una forma esistente



Barra degli strumenti per disegnare linee e forme delineate.



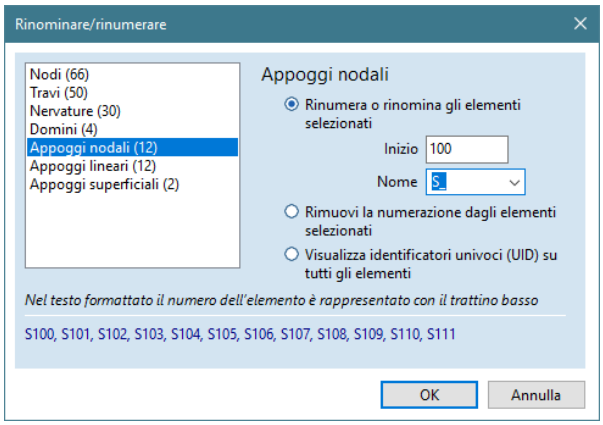
Barra degli strumenti per disegnare forme piene.



2.16.13. Rinominare / rinumerare



I nodi, le travi, le nervature, le travi reticolari, domini, nodi, linee e appoggi di superficie e gli elementi di progetto per l'acciaio e il legno possono essere rinumerati e rinominati (La loro numerazione segue di default l'ordine di creazione) .
Per rinominare e rinumerare i nodi o gli elementi è necessario prima selezionarli e successivamente fare clic sull'icona Rinomina/rinumera della barra verticale.



L'elenco a sinistra mostra il numero di nodi e di elementi selezionati. Scegliere quello che si desidera rinominare / rinumerare.
È possibile utilizzare una delle tre funzioni di rinumerazione:

Rinumerazione *o rinominazione*

La prima opzione consiste nel rinominare o rinumerare gli elementi selezionati impostando i campi sottostanti.

Inizia a

Inserire il numero di partenza. Gli elementi selezionati saranno rinumerati in un ordine determinato dalla loro posizione. La rinumerazione può avere effetto su elementi non selezionati come per esempio due nodi o due elementi che non possono avere lo stesso numero.

Nome

Nella cella" Nome", il numero è rappresentato con un underscore (_). Per esempio: se il numero iniziale è 1, e la cella *Nome* contiene T_, i nomi degli elementi selezionati saranno T1, T2, T3, ... Nel caso in cui si seleziona solo un elemento, non è necessario includere _ nella cella *Nome*. In caso contrario dove gli elementi devono avere nomi diversi. deve essere incluso _ nella cella *Nome*.
Se la cella *Nome* è vuota, il nome sarà il numero stesso dell'elemento.

Rimuovere la rinumerazione di dagli elementi *selezionati.*

Nel caso in cui si attiva *Ripristino valori originari* cliccando sul pulsante OK si ripristinano i numeri originali degli elementi selezionati e si cancella i loro nomi. Il tipo dell'elemento deve essere selezionato dalla lista sulla sinistra. La rinumerazione può riguardare elementi non selezionati, in quanto due nodi o elementi non possono avere lo stesso numero..

Per attivare / disattivare la visualizzazione dei numeri / nomi di elementi, aprire la finestra di dialogo Opzioni di visualizzazione (***Vedi...*** *2.16.21 Opzioni di visualizzazione*) o utilizzare il tasto rapido (***Vedi...*** *2.18 Tasti Rapidi*)

Visualizzare gli UID su tutti gli elementi

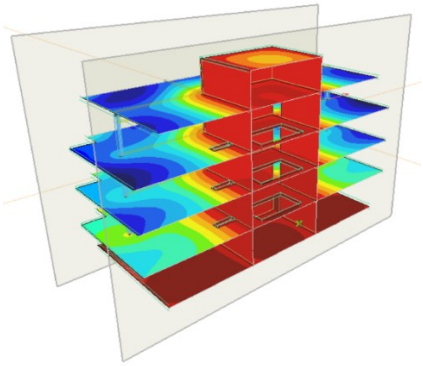
L'ultima opzione consiste nel visualizzare gli identificatori unici (UID) su **tutti** gli elementi di questo tipo. Questa funzione garantisce che il numero assegnato a un elemento rimanga invariato durante la sua vita. Può essere utile quando si esportano i dati da AXISVM ad applicazioni esterne per ulteriori elaborazioni.

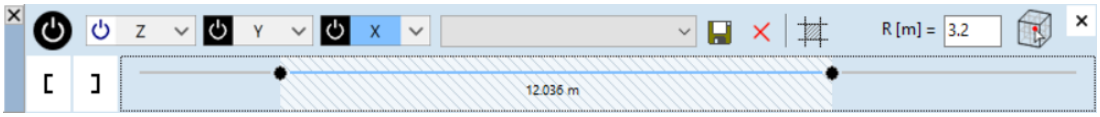
2.16.14. Zone di ritaglio



Le zone di ritaglio servono a visualizzare in modo interattivo le porzioni del modello comprese tra due coppie di piani di ritaglio paralleli ai piani globali o a direzioni personalizzate, consentendo la visualizzazione delle parti interne della struttura e la visualizzazione dei risultati su di esse.

Le configurazioni delle fasce di ritaglio possono includere una, due o tre coppie di piani di ritaglio. Queste configurazioni possono essere salvate con un nome.



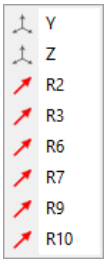




Attivazione/disattivazione delle fasce di ritaglio
Utilizzare l'interruttore per attivare e disattivare la configurazione dell'intera fascia di ritaglio.



Vettore normale alla fascia di ritaglio
L'utente può impostare fino a tre diverse fasce di ritaglio scegliendo un vettore normale per ciascun piano di taglio dall'elenco a tendina. Il vettore normale dei piani di taglio può essere uno degli assi del sistema di coordinate globale o un vettore di riferimento definito dall'utente. Ogni fascia ha un proprio interruttore di attivazione.
Facendo clic sul campo del nome del vettore normale, questo diventa blu e seleziona la fascia di ritaglio per la modifica interattiva. Trascinare i cursori per impostare la posizione dei piani di ritaglio o trascinare la parte tratteggiata per spostare la fascia lungo il vettore normale senza modificarne la larghezza.





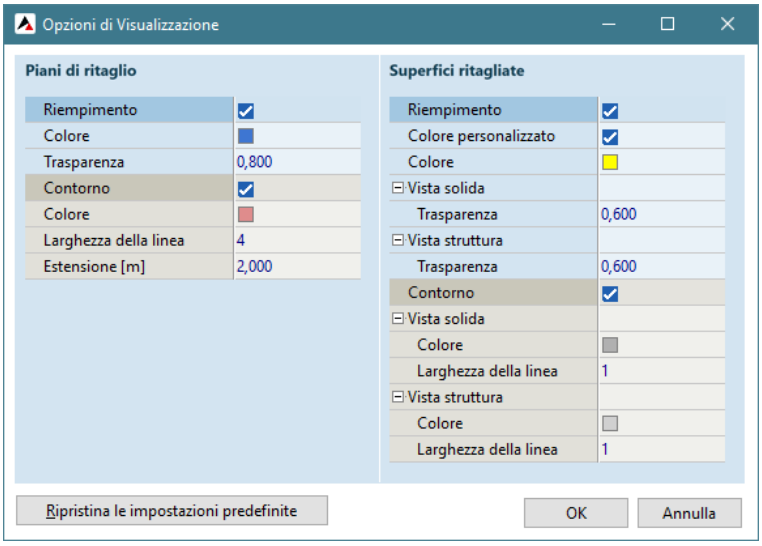
Salva le bande di ritaglio correnti
Salva la configurazione corrente della fascia di ritaglio con un nome. Viene memorizzata nel modello.



Elimina la configurazione della fascia di ritaglio salvata
Cancella la configurazione della fascia di ritaglio scelta dall'elenco a discesa.



Opzioni di visualizzazione per le fasce di ritaglio



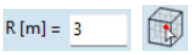
La finestra di dialogo *Opzioni di visualizzazione* consente di regolare le proprietà di visualizzazione dei pannelli di ritaglio e delle superfici di ritaglio. Le modifiche vengono applicate immediatamente nella finestra principale.
Fare clic su *Ripristina impostazioni predefinite* per impostare le proprietà predefinite.

Pannelli di ritaglio

Il riempimento e il contorno dei piani di ritaglio possono essere attivati/disattivati separatamente.
L'*estensione* controlla quanto il disegno del piano di ritaglio si estende oltre il rettangolo di delimitazione della struttura proiettata sul piano di ritaglio.

Superfici di ritaglio

Le superfici di ritaglio sono le superfici di taglio degli elementi intersecati dal piano di ritaglio. Il loro riempimento e il loro contorno possono essere attivati o disattivati separatamente. Alcune proprietà possono avere valori diversi per la vista renderizzata o wireframe.



Cubo di ritaglio intorno a un punto selezionato
Impostare la distanza R dei piani di taglio dal punto dato. Fare clic sull'icona per prelevare un punto dal modello. I piani di taglio saranno paralleli ai piani globali.

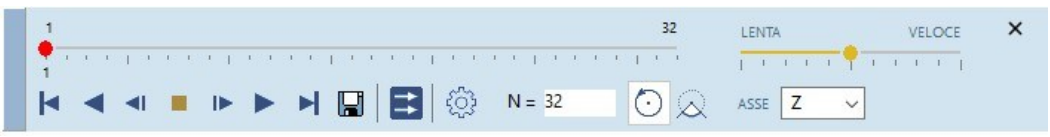


Applicare il primo/secondo piano di ritaglio
Il primo o il secondo piano di taglio possono essere attivati o disattivati. La disattivazione di uno dei piani di taglio rende la fascia di taglio non delimitata da un lato.

2.16.15. Piano girevole



Visualizza la barra degli strumenti del the *piano girevole* per ruotare il modello attorno a diversi assi nella finestra attiva. Può essere utilizzata in modalità di inserimento dati o di visualizzazione dei risultati.
È simile alla barra degli strumenti descritta nella sezione *6.1.2 Animazione* : due cursori in alto, quello rosso mostra la fase di rotazione. Trascinandolo si ruota la struttura attorno all'asse scelto. Quando si riproduce un'animazione, si può controllare la velocità dell'animazione con il cursore giallo. Il tasto Esc interrompe l'animazione.



I controlli di animazione sulla barra degli strumenti sono spiegati al capitolo *6.1.2 Animazione*.

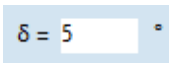
Numero di fotogrammi (posizioni ruotate) generati per l'animazione.

Sono disponibili due tipi di animazione del piano girevole.



Rotazione a 360°
L'animazione ruota la struttura di 360°

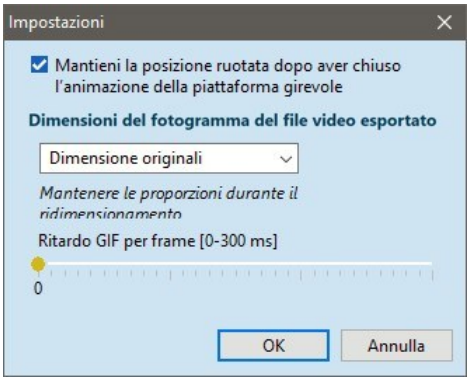
Rotazione avanti e indietro entro un determinato intervallo
L'intervallo di angoli può essere specificato nel campo δ .



Asse L'asse di rotazione. Può essere uno degli assi globali X, Y, Z o uno dei vettori di riferimento e degli assi di riferimento definiti nel modello (***vedere...*** *4.9.23 Riferimenti*). Se viene attivato un piano di lavoro, gli assi globali vengono sostituiti nell'elenco con gli assi x, y, z del piano di lavoro corrente.

Impostazioni

Le impostazioni sono simili a quelle disponibili in *Animazione*. È possibile specificare la dimensione dei fotogrammi utilizzata quando si salva l'animazione in un file video e un ritardo aggiuntivo per le esportazioni GIF.

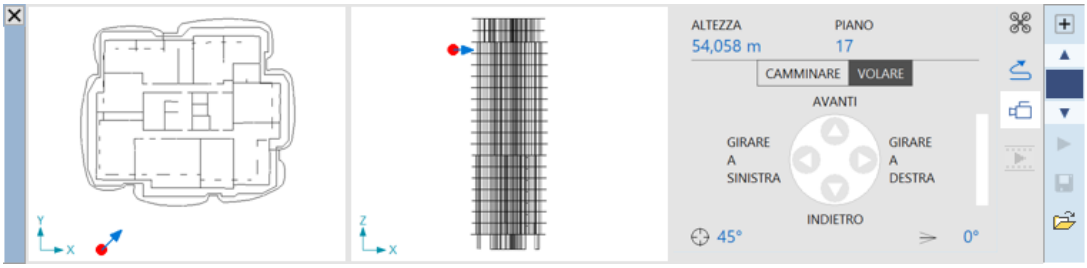


L'animazione del piano girevole offre un'opzione specifica: *Mantieni la posizione ruotata dopo la chiusura dell'animazione del piano girevole.*
Se disattivata, il modello torna alla posizione originale dopo la chiusura dell'animazione. Se attivata, il modello mantiene la posizione ruotata dopo la chiusura dell'animazione.

2.16.16. Modalità drone

Il drone aiuta a verificare il modello strutturale, in particolare l'interno della struttura, ed è anche un buon strumento di dimostrazione della struttura. Il suo funzionamento è simile a quello di un vero e proprio drone: non solo può volare intorno al modello, ma, a differenza di altre modalità di visualizzazione, può anche penetrare nella struttura e visualizzarla da un punto interno

Una volta acceso, il drone visualizza un cruscotto che mostra la sua posizione e il suo stato. I primi due pannelli mostrano una vista dall'alto e una vista frontale della struttura; la posizione del drone è contrassegnata da un punto rosso.



Il terzo pannello mostra l'altitudine corrente (coordinata Z del drone) nella barra superiore, con il piano corrispondente se i piani sono stati definiti nel modello. Al di sotto si trova la modalità del drone (si veda più avanti), lo stato dei comandi principali e l'angolo di rotta (orientamento della linea di vista del drone proiettata sul piano X-Y (la direzione Y è 0°) e l'angolo di inclinazione (angolo della linea di vista rispetto al piano X-Y, 0° è in un piano orizzontale).
La linea di vista del drone e la direzione del movimento avanti e indietro sono sempre le stesse.

Toolbar Sulla destra sono presenti due barre degli strumenti verticali, la prima con sfondo grigio, la seconda con sfondo blu. Le funzioni della barra degli strumenti grigia sono

 *Viste e impostazioni*

 *Registrazione del volo del drone*

 *Registrazione del percorso della telecamera come sequenza di posizioni della telecamera*

 *Salvare l'animazione di volo in un file*

Le funzioni della barra degli strumenti blu dipendono dalla scelta di registrare il volo o di impostare un'animazione del percorso della telecamera, come verrà spiegato di seguito.

Modalità drone

In modalità *Walk*, il vettore della linea di vista e dei movimenti del drone è limitato a un piano orizzontale. Il drone può comunque essere spostato in alto, in basso e lateralmente. In modalità *Volo*, questo vettore può uscire dal piano orizzontale, ma l'angolo rispetto alla direzione verticale Z non deve essere inferiore a 30°.

Controlli

Il drone può essere controllato in due modi: con la tastiera o con un controller compatibile XBOX.
Quando il controller è collegato al computer, il controllo da tastiera viene automaticamente disabilitato.
Quando il controller viene rimosso, il controllo da tastiera viene automaticamente ripristinato.

Controlli da tastiera

↑ o *W*	Sposta in avanti
↓ o *S*	Sposta indietro
← o *A*	Gira a sinistra
→ o *D*	Gira a destra
Ctrl + ↑ o *T*	Inclinazione visuale verso l'alto
Ctrl + ↓ o *G*	Inclinazione visuale verso il basso
Shift + ↑ o *I*	Aumento di quota in direzione Z
Shift + ↓ o *K*	Diminuzione di quota in direzione Z
Shift + ← o *N*	Scorrimento laterale verso sinistra
Shift + → o *M*	Scorrimento laterale verso destra
PgUp	Girare a sinistra di 15°
PgDn	Girare a destra di 15°°
1	Vista frontale (X-Z)
2	Vista dall'alto (X-Y)
3	Vista laterale (Y-Z)
F	Cambio tra le modalità *Walk / Fly* (Camminare / Volare)
+ / - o *Q / E*	Accelerare / mantenere la velocità di movimento del drone
Shift + *+ / -* o *Shift* + *Q/E*	Accelerare/mantenere la velocità del movimento laterale
Space	Fermare il drone
Home	Spostare il drone all'esterno della struttura
Esc	Interrompere la riproduzione di un volo o di un'animazione del percorso della telecamera

Quando il tasto viene rilasciato e premuto nuovamente, il processo si riavvia.
Per muovere il drone a una velocità costante più lenta, tenere premuto il tasto - sul tastierino numerico o il tasto E quando il drone raggiunge la velocità desiderata.
I movimenti possono essere combinati, ad esempio ↑ + ← = rotazione in volo, W + I = avanzamento con salita.
Se si desidera regolare l'angolo di beccheggio in orizzontale, ma si vuole mantenere la modalità Fly, utilizzare il tasto F per passare dalla modalità Walk a quella Fly, mantenendo attiva la modalità Fly.

☞ ***Se il drone non risponde alla pressione dei tasti, fare clic sulla finestra principale per riprendere il controllo.***

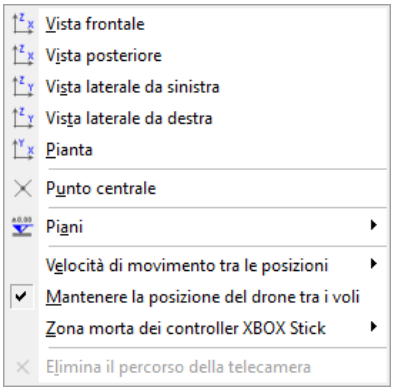
Controller compatibili con XBOX



1	Grilletto destro	Leva dell'acceleratore, sposta il drone in avanti
2	Grilletto sinistro	Leva dell'acceleratore, sposta il drone all'indietro
3	Stick sinistro	Direzione della vista e del movimento del drone (rotazione, beccheggio)
4	Stick destro	Far salire, scendere o muovere lateralmente il drone
5	Pulsante X o Y	*Walk* mode
6	Pulsante A o B	*Flight* mode
7	Bumper sinistro	Vedi tasto Home
8	Bumper destro	Vedi tasto Home

Se si desidera impostare l'angolo di beccheggio in orizzontale durante il volo, ma si vuole continuare in modalità Volo, premere il pulsante X o Y (5) per cambiare il volo in orizzontale, quindi premere il pulsante A o B (6) per tornare in modalità Volo.

Viste e impostazioni



Fare clic sull'icona per spostare il drone su una delle viste globali predefinite o sul punto centrale dell'intero modello. Se sono stati definiti dei piani, selezionando un piano dal sottomenu il drone si sposterà sul piano centrale del piano selezionato.
La velocità di spostamento tra le posizioni può essere impostata da 1 a 10 nel sottomenu. Questo influisce sulla velocità di spostamento tra le viste predefinite o le posizioni della telecamera registrate sul percorso della telecamera.
La *Zona morta dei controller stick della XBOX* può essere regolata da 1 a 10. Questo valore può essere utilizzato per controllare la quantità minima di spostamento dello stick a cui il drone risponderà. Più basso è il valore, più preciso sarà il volo. Tuttavia, a causa delle caratteristiche del controller, se la zona morta è impostata troppo bassa, il controller può dare un segnale anche se lo stick è in posizione centrale. Ciò potrebbe innescare un movimento di deriva. La dimensione corretta della zona morta dipende in larga misura dal dispositivo.
Se è selezionata l'opzione *Mantieni la posizione del drone tra i voli* , il drone partirà dalla posizione in cui era stato lasciato al termine del volo precedente. Il valore viene memorizzato con il modello.
Cancella registrazione di volo o Cancella percorso telecamera cancella la registrazione di volo o il percorso telecamera corrente e rende inattiva la riproduzione. Se la registrazione o il percorso della telecamera sono stati salvati con un nome, la registrazione salvata non viene cancellata.

Registrazione volo del drone

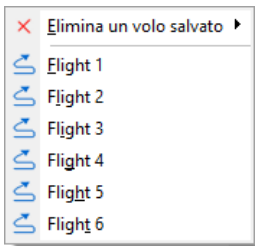
Utilizzare i pulsanti della barra degli strumenti blu per registrare la traiettoria del volo del drone e riprodurla in tempo reale. I voli registrati possono essere salvati nel modello con un nome e le registrazioni possono essere ricaricate in seguito.

Registrazione del volo
Premere il pulsante per far diventare l'icona completamente rossa. Da quel momento in poi, il programma registra i movimenti del drone. Premendo nuovamente il pulsante, la registrazione termina. La registrazione può essere riprodotta premendo il pulsante successivo. La registrazione può essere cancellata nel menu *Visualizzazioni e impostazioni*.

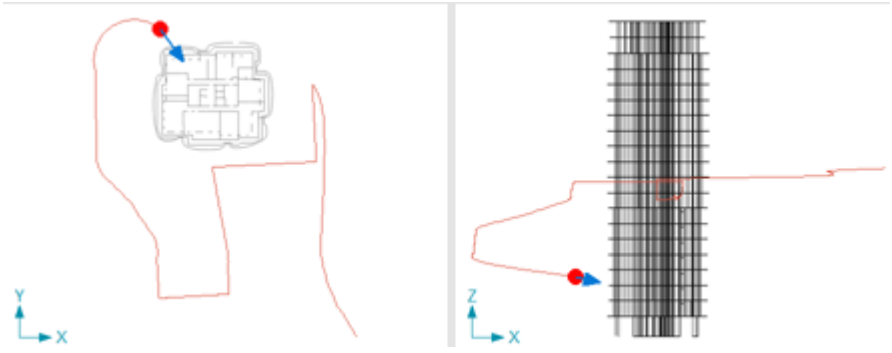
Riproduzione del volo registrato

Salva il volo registrato con un nome

Caricare o cancellare un volo registrato
È possibile selezionare un volo salvato dal menu per caricarlo o *cancellare un volo salvato* dal sottomenu.
Un volo registrato ma non salvato può essere cancellato dal menu *Visualizzazioni e impostazioni.*



Anche le proiezioni della traiettoria del drone sono visualizzate sui pannelli di visualizzazione.



Registrazione del percorso della telecamera come sequenza di posizioni della telecamera



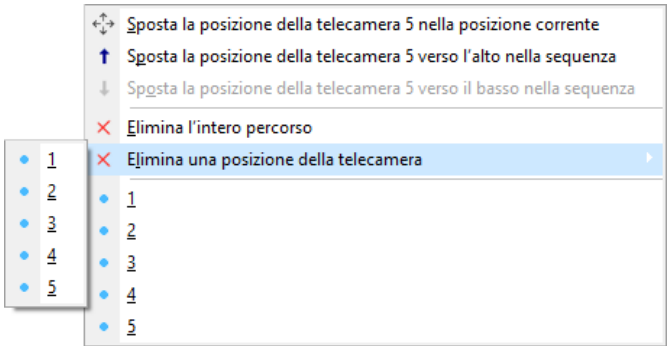
Utilizzare la barra degli strumenti blu per modificare il percorso della telecamera. Il percorso della telecamera è costituito da posizioni successive della telecamera. Il drone si muove lungo questo percorso alla velocità selezionata nel menu *Visualizzazioni e impostazioni (Velocità di movimento tra le posizioni)*.
Se al percorso sono state aggiunte posizioni della telecamera e una di esse è selezionata, la barra degli strumenti mostrerà il numero della posizione corrente della telecamera. È possibile spostare il drone da quella posizione della telecamera, il numero non cambierà.



Inserire la posizione attuale della telecamera nella sequenza dopo la posizione attuale
Dopo aver spostato un drone in una nuova posizione, è possibile salvarla nella sequenza. Verrà inserita dopo la posizione visualizzata sul pulsante numerico.



Posizione della telecamera sul percorso
Le frecce spostano il drone alla posizione precedente o successiva della telecamera.
Fare clic sul pulsante con il numero per accedere a semplici opzioni di modifica.





Volare lungo il percorso della telecamera

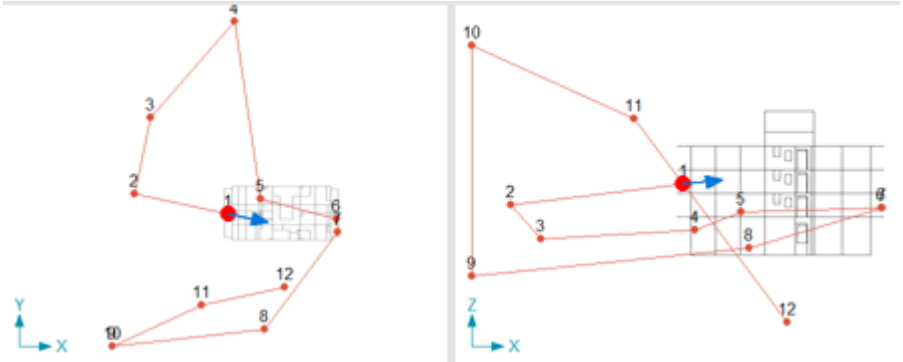


Salvare il percorso della telecamera con un nome



Caricare o eliminare un percorso della telecamera
Caricare un percorso della telecamera salvato o selezionare un percorso della telecamera da eliminare dal sottomenu *Elimina un percorso della telecamera salvato*. Un percorso della telecamera modificato ma non salvato può essere eliminato nel menu *Visualizzazioni e impostazioni*.

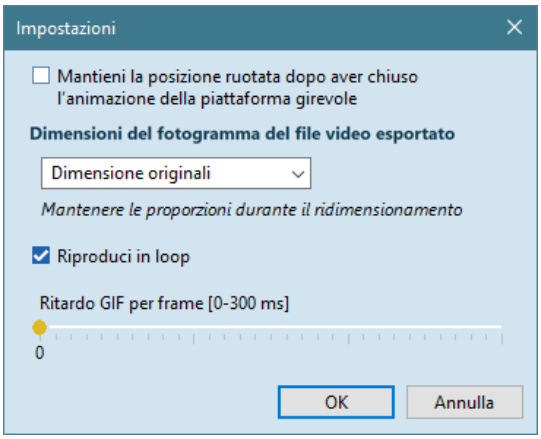
Le proiezioni del percorso della telecamera sono visualizzate anche sui pannelli di visualizzazione.



Salvare l'animazione in un file



L'animazione del volo o del percorso della telecamera attualmente registrata o caricata può essere riprodotta in un file GIF o PNG animato. Questi formati sono supportati dalla maggior parte dei browser (o da Skype, ad esempio): facendo doppio click sul file nella finestra del browser si avvia la riproduzione.
Le impostazioni sono simili a quelle dell'esportazione delle animazioni (*6.1.2 Animazione*).
La riduzione della dimensione dell'immagine specificata nella finestra *Impostazioni* non riduce necessariamente la dimensione del file, perché le immagini catturate nella loro risoluzione originale sono compresse in modo più efficiente.



Il ridimensionamento della finestra di AXISVM modifica le dimensioni del fotogramma e influisce anche sulle dimensioni del file generato.
Se si seleziona *Esporta GIF o PNG come ciclo*, la riproduzione del file verrà ripetuta automaticamente.

Trova elementi



Se si utilizza la funzione *Trova* dalla Barra delle icone (*2.16.20 Trova*) in modalità drone, il drone volerà verso l'elemento. Se l'opzione *Seleziona elemento* è selezionata, l'elemento verrà selezionato.
Il drone volerà anche verso il risultato della ricerca dalla riga di comando intelligente (*2.17 Smart command line*). Se sono stati immessi più numeri separati da virgole, ovvero se sono stati cercati più elementi contemporaneamente, il drone visiterà tutti gli elementi trovati.

☞ ***Poiché il drone si ferma e si gira verso l'elemento a una distanza che dipende dalle dimensioni dell'elemento, è possibile che un altro elemento blocchi la visuale. Spostando il drone in avanti si può contribuire a chiarire la posizione.***

☞ ***Il drone non si ferma sugli elementi, ma vola attraverso tutti gli oggetti. Poiché può entrare, ad esempio, in una colonna di cemento armato, le facce posteriori della colonna dietro le armature potrebbero non essere visualizzate se è selezionata l'opzione Impostazioni / Preferenze / Colori / Disegno OpenGL semplificato anche in modalità drone. Deselezionare questa opzione per rimuovere questa ottimizzazione della velocità e imporre il disegno delle facce posteriori degli oggetti in modalità drone.***

Valori minimi e valori massimi

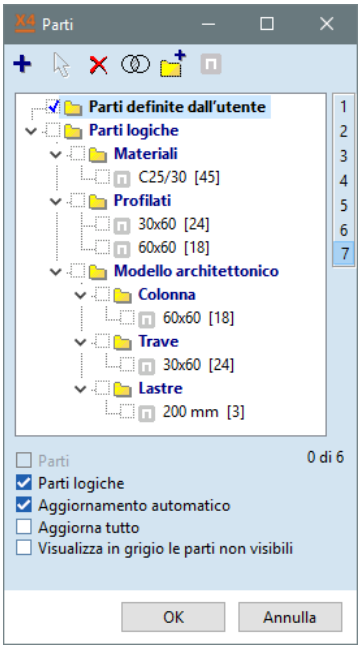


Se la modalità Drone è attivata durante la visualizzazione dei risultati, la ricerca dei valori minimi e massimi (*6.1.1 Valori minimo e massimo*) invia il drone alla prima posizione in cui viene trovato il valore estremo. Il posizionamento viene eseguito come per la *Ricerca di elementi*.

Selezione e snap dell'oggetto

Gli oggetti vengono identificati con lo snap ad oggetto in modalità drone. Le loro proprietà sono visualizzate in una casella di testo e possono essere selezionate con Shift+click. È inoltre possibile modificare il carico corrente o il set delle componenti di risultato per la visualizzazione.

2.16.17. Parti



Permette di trasformare gruppi di elementi strutturali in parti definite
Lavorare con parti rende più facile le fasi di pre- e post-calcolo
AXISVM ti permette di visualizzare una o più parti, chiamate parti attive, allo stesso tempo. Inoltre, se la cella di controllo Parti è disabilitata i comandi saranno applicati o riferiti alle sole entità delle parti attive.
Il nome della parte corrente compare nella finestra info.
Se è attiva più di una parte,compare la scritta 'n parti', dove n è numero delle parti attivate.
Ci sono due parti: parti definite dall'utente e parti logiche. Le parti definite dall'utente sono create dall'utente selezionando gli elementi che appartengono alle parti. Le parti logiche sono create automaticamente dal programma, ordinando gli elementi nelle categorie con criteri diversi (materiale, sezione, spessore, tipo di elemento, piano o gruppi d'ottimizzazione e gruppi d'eccentricità, ecc.)
Si può attivare una parte esistente cliccando su di essa nella lista.
Le parti possono anche essere attivate senza aprire questa finestra di dialogo semplicemente passando il cursore sul tasto rapido delle Parti (in fondo allo schermo).
L'apertura dell' albero può essere impostata facendo clic sui numeri sul lato destro della finestra.

Nuovo

Crea una nuova parte definita dall'utente (un gruppo di entità del modello).
A ogni nuova parte deve essere assegnato un nome. Quindi si definisce la parte nuova selezionando entità (usando la barra delle icone di selezione se necessario) nella finestra attiva.

Modifica

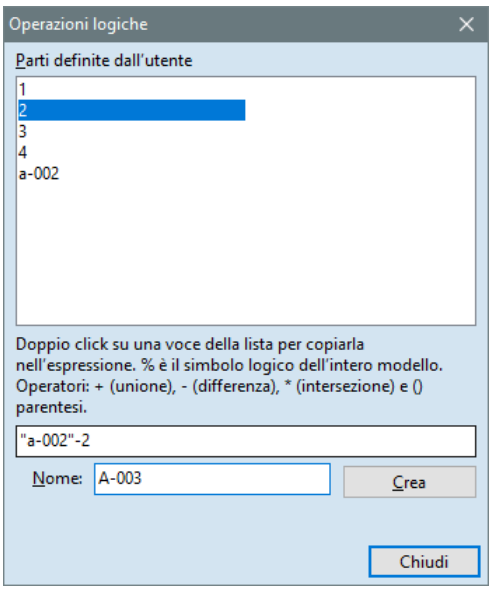
Permette di modificare la parte selezionata definita dall'utente. Quando appare il menu di selezione, le entità del modello che appartengono alla parte sono visualizzate come selezionate. Si possono deselezionarle o selezionarne altre.

Elimina

Permette di cancellare le parti definite dall'utente selezionate dalla lista. Questo comando non cancella le entità del modello.

Sono elencate nelle tabelle dei risultati solo i segmenti della linea di sezione all'interno delle parti attive.

Operazioni logiche

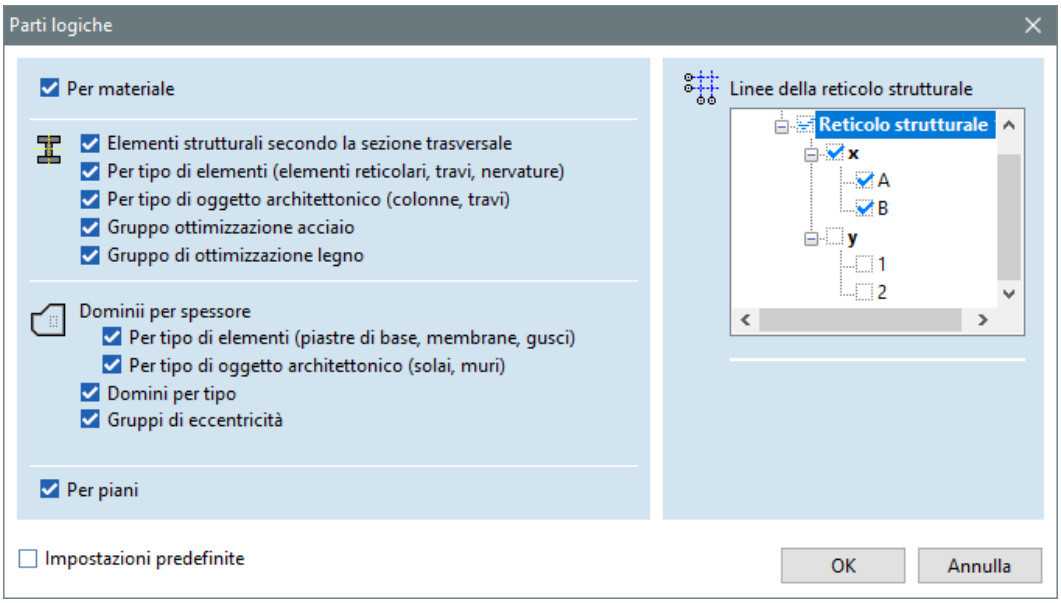


È possibile creare una nuova parte attraverso l'elaborazione di operazioni logiche di parti del modello definite dall'utente.
Si possono specificare un set di operazioni.
Per introdurre il nome di una parte, doppio click sul nome di una lista.
Usare il simbolo % per includere il modello intero.
Per esempio: %-Colonne crea una parte che include l'intero modello meno la parte denominata Colonne.
Cliccando sul bottone Crea si può introdurre nel campo Nome il nome della nuova parte creata.
Se si usano i caratteri +, -, (,) come nome di una nuova parte occorre inserirli tra virgolette (es. : *piano +12.00*).

Crea nuova cartella

La generazione di cartelle permette un'organizzazione più efficiente delle parti del modello definite dall'utente. Le parti possono essere posizionate e riposizionate utilizzando il drag. **[Ctrl]** e **[Shift]** permettono le selezioni multiple delle parti.
Settando la cartella on/off tutte le parti in essa contenute vengono automaticamente impostate nello stesso modo.

Parti logiche



In questa finestra di dialogo è possibile fissare i criteri per la creazione delle parti logiche.
Gli oggetti architettonici sono definiti dalle loro geometrie. Le travi verticali, le nervature e le travi reticolari sono considerate come colonne, quelle orizzontali sono considerate come travi.
I domini nel piano orizzontale si considerano come solai, e i domini nei piani perpendicolari ai piani orizzontali sono considerati pareti. Se abbiamo definito i piani, possiamo creare le parti logiche per piano. Parti generate dall'ottimizzazione di elementi in legno e elementi in acciaio rendono più semplice modificare le sezioni dei gruppi d'ottimizzazione. Le parti possono essere create a partire dal *Tipo di domini* (domini con nervature parametriche, ponti trapezoidali in acciaio, domini CLT, ecc.) o per gruppi di eccentricità. ***Vedere...*** *4.9.6 Dominio*
Se il modello contiene griglie strutturali è anche possibile definire parti logiche basate sulle linee che la compongono. Queste parti conterranno gli elementi posizionati sul piano ottenuto a partire dalla linea della griglia estesa perpendicolarmente al piano della griglia.
Elementi linea e domini sono inclusi solo se tutti i loro nodi rientrano nel piano. La tolleranza per il riconoscimento del piano può essere personalizzata per ogni linea della griglia. Più linee della griglia possono essere selezionate contemporaneamente (Ctrl + clic o Maiusc + clic sul nome griglia) per impostare un valore comune.

Opzioni di visualizzazione

Le opzioni di visualizzazione funzionano nel modo seguente:

Parti

Se è attivo sono visualizzate solo le parti accese, escludendo eventuali elementi non compresi nelle parti. Se non è attivo viene visualizzato l'intero modello.

Parti logiche

Attiva / disattiva la visualizzazione delle parti logiche.

☞ ***Lavorando per parti, solo gli elementi delle parti attive appariranno nelle tabelle per default.***

Aggiornamento automatico

Se è attivo (On) accendendo o spegnendo alcune parti si ottiene immediatamente l'aggiornamento del disegno. Se non è attivo (Off) lo schermo è aggiornato solo dopo avere fatto clic sul pulsante **OK**.

Aggiorna tutto

Se è attivo la visualizzazione delle parti è contemporanea in tutte le finestre. Se non è attivo la visualizzazione è aggiornata solo nella finestra attiva.

Visualizza in grigio le parti non visibili

Se è attivo il resto del modello non attivo viene visualizzate in grigio

Salva come predefinito

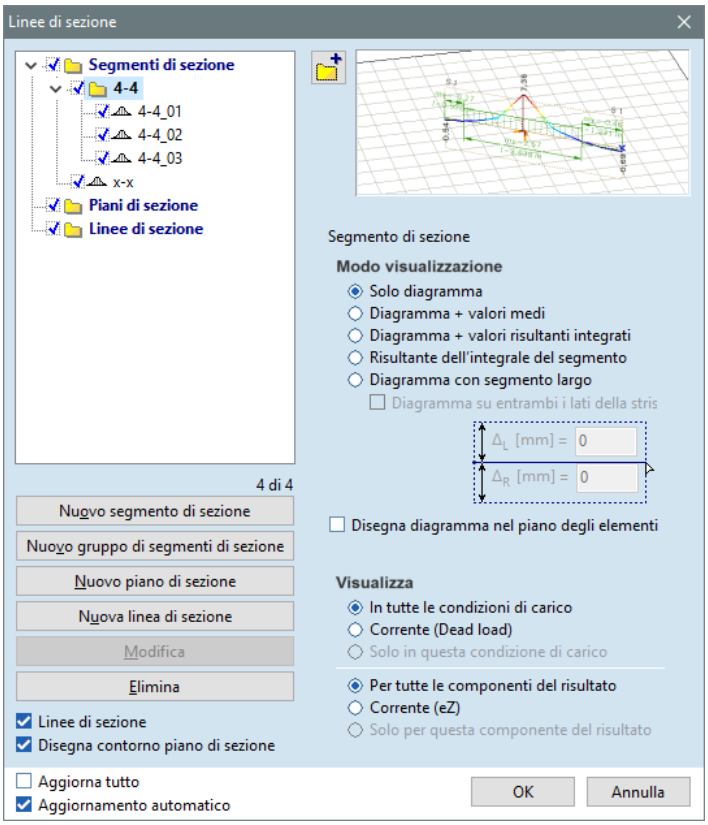
Se questa opzione è selezionata, lo stato corrente di *Parti logiche*, *Aggiorna tutto* e *Mostra parti non visibili in grigio* verrà salvato come impostazione predefinita alla chiusura della finestra di dialogo.

2.16.18. Linee di Sezione

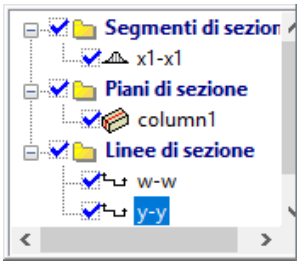


Permette di creare linee di sezione passanti attraverso ogni tipo di superficie; le linee di sezione possono essere usate per processare i risultati (spostamenti, sollecitazioni interne, etc).
L'uso delle celle di controllo Linee di sezione, Aggiornamento Automatico, e Aggiorna tutto e dei tasti Nuovo, Modifica, e Cancella è simile al caso del comando Parti.

I risultati dei segmenti di sezione vengono elencati nella tabella del browser.
Vedere... *6.1.6.1 Tabelle di risultato del segmento di sezione*



Le opzioni presenti sono simili a quelle del comando parti. Linee di sezione, piani e segmenti possono essere anche accesi e spenti anche utilizzando un pulsante presente sulla barra degli strumenti inferiore.

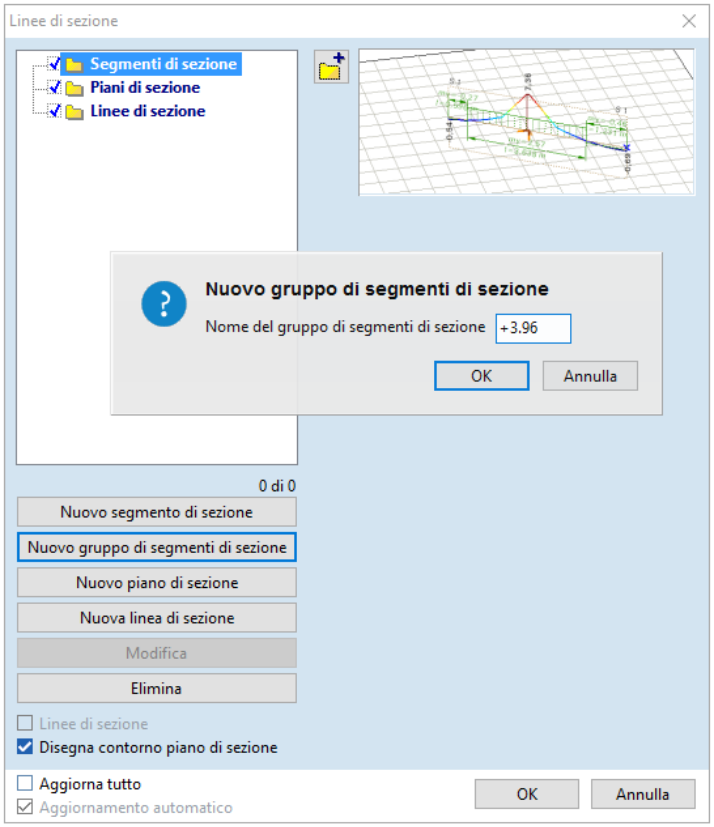


Scegliendo il modo Sezione per visualizzare i risultati, i diagrammi (bidimensionali) vengono presentati su linee di sezione, piani e segmenti.
Per ridurre la complessità del disegno di singole linee di sezione, di piani o di segmenti, è possibile richiedere che appaiano solo in certe condizioni di carico o e/o per singole componenti. La nuova sezione viene automaticamente assegnata al gruppo corrispondente.

☞ ***Gli elementi che rappresentano le sezioni non possono essere spostati da un gruppo all'altro.***

☞ ***Sono elencate nelle tabelle dei risultati solo i segmenti della linea di sezione all'interno delle parti attive.***

Nuovo gruppo di segmenti di sezione



I gruppi di sezione una volta creati rendono più semplice impostare a on/off tutte le sezioni di segmento in essi contenute.
Click su *Nuovo gruppo di segmenti di sezione*, inserire il nome del gruppo e definire il numero dei segmenti di sezione. Terminare l'operazione cliccando **[Esc]**. I segmenti di sezione vengono numerati *(xx)* e messi nella cartella *name* saranno nominati *name_xx*. L'estensione di un gruppo di segmenti di sezione esistente è anche possibile farlo selezionando la cartella o un elemento di esso prima di avviare questa funzione.

Creazione nuova cartella



La creazione dei folder favorisce l'organizzazione e la ricerca dei segmenti di sezione. I segmenti possono essere spostati e rispostati in nuove posizioni tramite il drag. **[Ctrl]** e **[Shift]** permettono la multi selezione e operazioni comuni.
Settando a on/off una cartella tutto il contenuto assume gli stessi settaggi.

Nuovo segmento di sezione

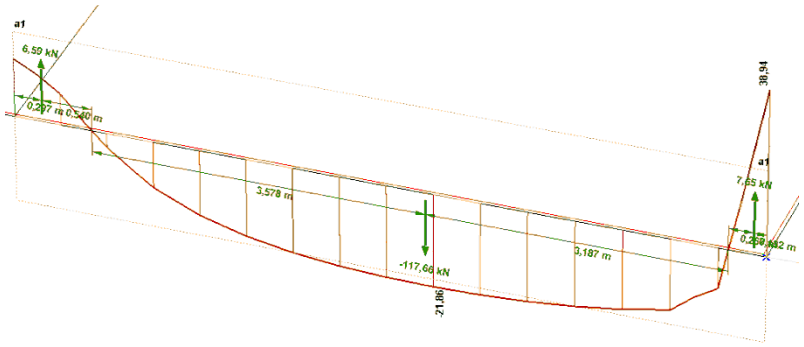
Per definire un segmento scegliere due punti di un dominio o su domini nello stesso piano.
Usando i pulsanti di scelta è possibile controllare come sono visualizzati i diagrammi delle sollecitazioni. É possibile specificare la larghezza sinistra o destra del segmento. I valori integrati medi e risultanti sono calcolati per sottosegmenti definiti tra i cambiamenti adiacenti del segno del diagramma.

☞ ***Se è selezionato Inviluppo o Critico, l'inviluppo o i valori critici vengono calcolati per ciascun punto (come mostrato nel diagramma) e quindi integrati. Quindi il valore integrato è irreale nel senso che è calcolato da valori non simultanei.***

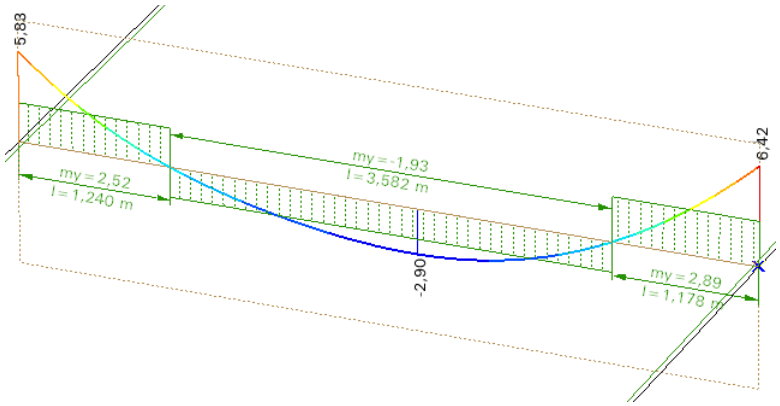
☞ ***Se si seleziona il risultato sismico combinato (X, Y, Z, +, -), i valori combinati secondo il metodo CQC o SRSS vengono calcolati per ogni punto (come mostrato nel diagramma) e poi integrati. Pertanto, il valore integrato è irreale nel senso che viene calcolato a partire da valori non simultanei.***

In questo caso i valori del diagramma sono calcolati facendo una media lungo la larghezza del segmento. Per la visualizzazione più espressiva della larghezza del segmento, il diagramma può anche essere visualizzato su entrambi i lati della fascia.
I diagrammi di norma sono visualizzati perpendicolarmente al piano in cui giacciono gli elementi, ma selezionando l'opzione Disegna i diagrammi nel piano degli elementi questi sono presentati nel piano.
Nelle finestra di dialogo Visualizza Parametri questo parametro può essere attivato/disattivo per tutti i segmenti.

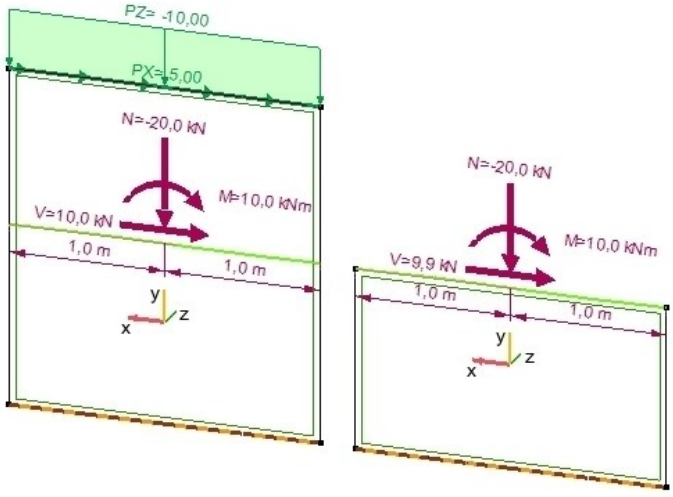
☞ ***Se è selezionata l'opzione Disegna diagramma nel piano degli elementi, non è possibile utilizzare l'opzione Diagramma con larghezza del segmento.***



Visualizzazione della risultante dei valori integrati

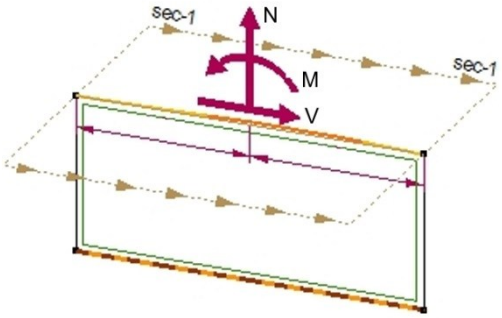


Visualizzazione dei valori medi



Risultante dei valori integrati sul segmento

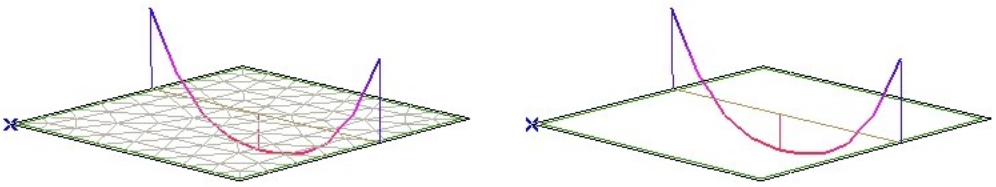
Il segmento di sezione divide il dominio in due parti. Per il calcolo una delle parti viene rimossa. La parte da rimuovere è selezionata in modo tale che l'asse perpendicolare alla sezione del segmento (asse y indicato in giallo nell'immagine) punti verso la direzione opposta al segmento. La rappresentazione delle azioni risultanti è posta sul lato della parte rimossa. Solo il valore dello sforzo normale ha segno +/- che indica compressione quando è negativo e trazione se è positivo. La forza di taglio e il momento ha valori assoluti senza segno la loro direzione è indicata dal verso delle frecce che li rappresentano.



- ***Le risultanti dei valori integrati sul segmento vengono visualizzati solo per i segmenti di sezione paralleli all'asse locale x o y.***
- ***Se si seleziona Inviluppo o Critici, i risultanti vengono visualizzati solo in modalità Min o Max. I valori delle tre componenti risultanti non sono simultanei.***
- ***Se è selezionato Inviluppo o Critico il valore risultante viene integrato per ogni inviluppo o combinazione di carico critico sul segmento e quindi viene mostrato il minimo o il massimo. Pertanto il risultato visualizzato appartiene ad una sola combinazione di carico ed è indipendente dal diagramma visualizzato che contiene valori non simultanei.***
- ***Se si seleziona il risultato sismico combinato (X, Y, Z, +, -) il valore risultante viene integrato per ogni caso di carico modale lungo il segmento e poi viene mostrato il risultato combinato secondo il metodo CQC o SRSS. Pertanto, il risultato è indipendente dal diagramma visualizzato che contiene valori non simultanei.***

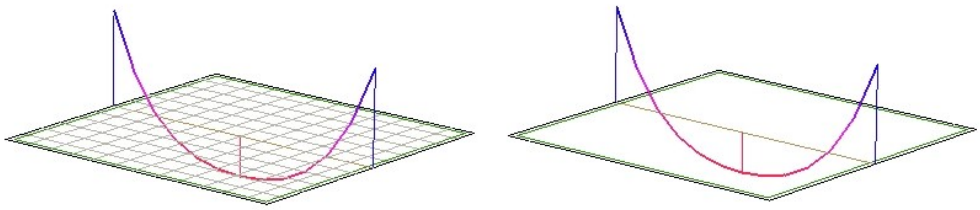
Nuovo piano di sezione

Per creare i piani di sezione, cliccare su *Nuovo piano di sezione* ed assegnare un nome per ogni sezione. Poi bisogna selezionare due punti che definiscano il piano di sezione. Quindi selezionare **OK** nella barra delle icone di selezione per salvare. Nella vista in prospettiva vanno definiti tre punti per definire il piano di sezione.
I piani di sezione sono mostrati a video come rettangoli formati da linee a punti. La vista dei piani di sezione può essere attivata oppure no.



Nuova linea di sezione

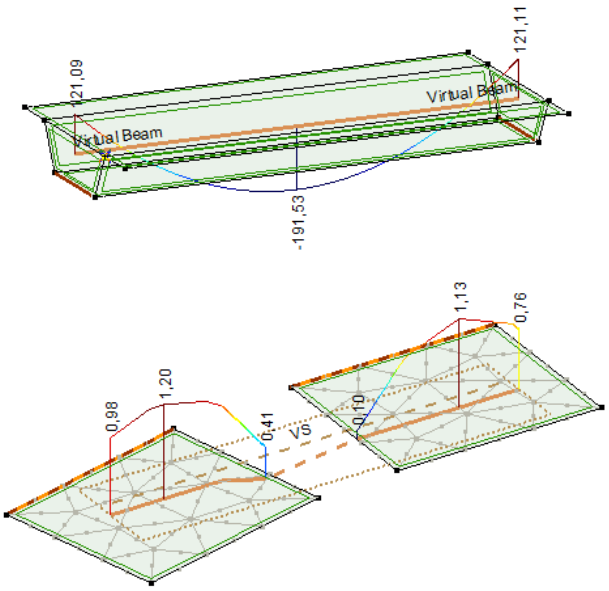
Per creare le linee di sezione, cliccare su *Nuova linea di sezione* ed assegnare un nome ad ogni sezione. Bisogna poi selezionare i limiti che definiscono la linea di sezione. Quindi selezionare 0K nella barra delle icone di selezione per salvare. Non è necessario che una linea di sezione sia continua. Le linee di sezione segnate sono quelle attive.



Le linee o i piani di sezione selezionati, sono attivi.
Potete usare *Linee di Sezione/Piani di Sezione*, Aggiornamento Automatico, Aggiorna tutta la selezione, Nuovo, Modifica, e tasti Cancella alla stessa maniera come nel caso delle *Parti*.
Le linee di Sezione ed i Piani di Sezione possono essere attivati senza l'apertura dei menu a tendina ma semplicemente cliccando le icone di selezione rapida.
È possibile utilizzare le caselle di controllo nello stesso modo della funzione Parti

☞ ***Le tracce delle linee di sezione non sono correlate con la direzione delle componenti visualizzate nei risultati.***

2.16.19. Travi virtuali



Le travi virtuali vengono utilizzate per rappresentare i risultati in modalità lineare dei domini e delle nervature definite su di questi. Dopo aver calcolato le forze superficiali, il programma crea un numero finito di sezioni perpendicolari alla direzione della trave virtuale e riduce le forze della sezione al centro di gravità della sezione.
Se le parti attive contengono domini con travi virtuali le componenti di risultato si possono selezionare dalla voce forze interne della trave virtuale (*6.1.12 Forze interne della trave virtuale*), il diagramma verrà visualizzato lungo la linea centrale della trave virtuale.
Se viene attivata una trave virtuale e i relativi domini e vengono selezionati i risultati compatibili con la forza, le forze ridotte verranno tracciate sull'asse della trave virtuale.
Le strisce virtuali sono come travi virtuali, ma le sezioni non vengono eseguite fino al bordo del dominio (sono limitate da una larghezza fissa a sinistra e a destro, Δ_L e Δ_R).

La tabella dei risultati della trave virtuale può essere visualizzata nel *Browser di Tabella.*
Vedi... *6.1.6.1 Tabelle di risultato del segmento di sezione*

Nuova trave virtuale

Inserire un nome e selezionare i domini di riferimento della trave virtuale. L'asse della trave virtuale non è necessariamente una linea continua e il tipo può essere impostato (vedere sotto).
Vedi... *4.9.23 Riferimenti*

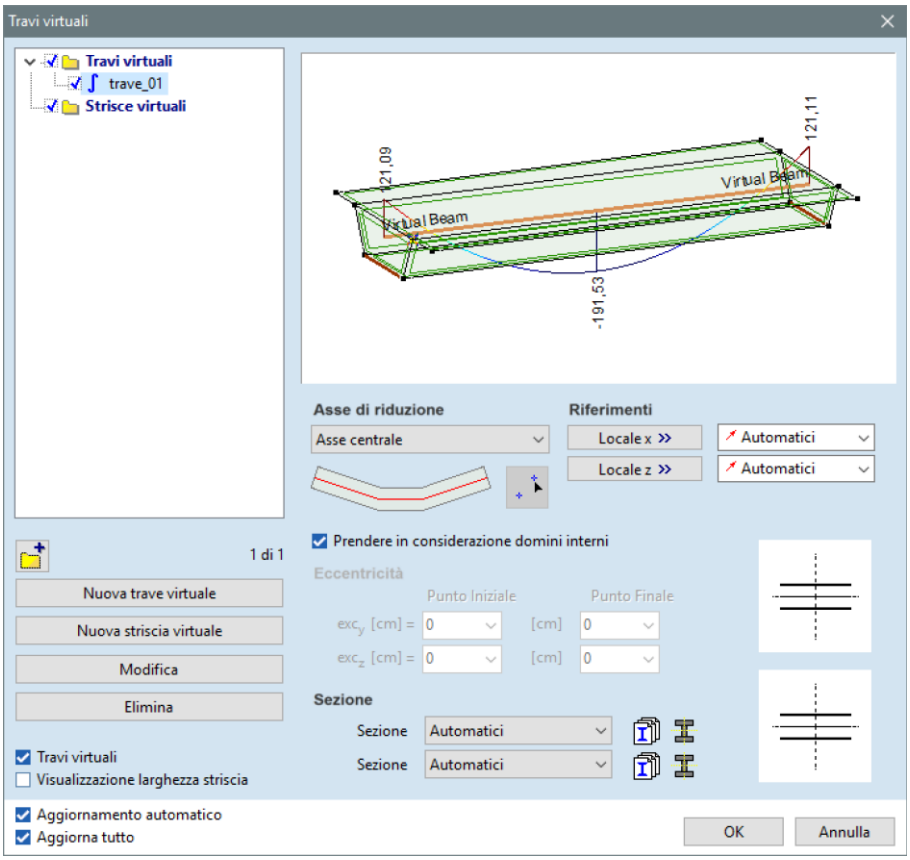
Nuova striscia virtuale

Inserire un nome, quindi il punto iniziale e finale della striscia. Questi punti definiscono l'asse della trave virtuale. Se i due punti sono su domini diversi, i domini devono essere nello stesso piano. I valori di larghezza Δ_L e Δ_R di una nuova striscia vengono impostati automaticamente a 0,5 m, ma possono essere modificati.

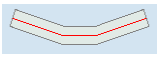
☞ ***Le sezioni della trave virtuale vengono create sia su i domini meshati sia su quelli non meshati. Le strisce virtuali richiedono una mesh.***

☞ ***La definizione di travi e fasce virtuali è molto più veloce su domini non meshati, dal momento che il programma calcola le intersezioni con tutti gli elementi finiti solo dopo la generazione della mesh, non al momento della definizione.***

☞ ***Gli elementi non possono essere trascinati in un gruppo di tipo diverso.***



Asse di riduzione delle travi virtuali



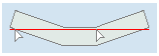
Linea centrale: L'asse di riduzione è la linea centrale della trave virtuale. Il sistema locale della trave virtuale può essere impostato indipendentemente dall'asse di riduzione impostando la direzione locale *x* e *z* in *Riferimenti*.



Linea Retta: Il programma taglia i domini lungo la direzione x locale, perpendicolare alla direzione x. La sezione trasversale è data dall'intersezione dei domini e del piano di sezione. La prima ed ultima sezione trasversale non piena definisce il punto di inizio e di fine della trave virtuale. L'asse di riduzione è una linea retta tra il centro di gravità della prima e l'ultima sezione. L'asse di riduzione non necessariamente corre in parallelo con la direzione x locale ma dipende da esso.



Punto e vettore di riferimento: L'asse di riduzione sarà una linea che attraversa un determinato punto e parallela con un vettore di riferimento selezionato.

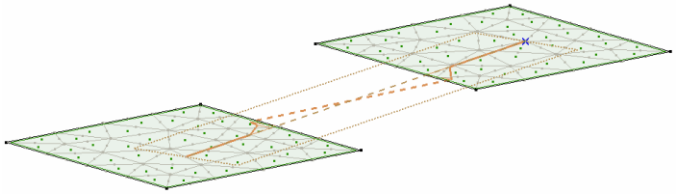


Due punti: L'asse di riduzione passa attraverso due punti selezionati.

Asse di riduzione delle fasce virtuali

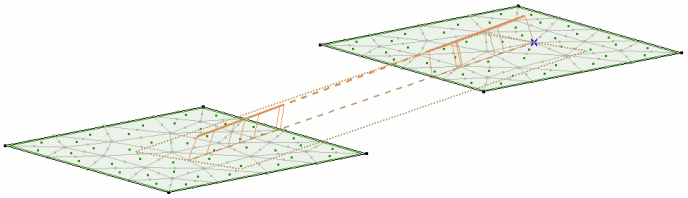


Linea centrale: l'asse di riduzione coincide con la linea centrale della fascia virtuale, che è la raccolta dei centri di gravità delle sezioni perpendicolari alla linea definita dai due punti finali della fascia.



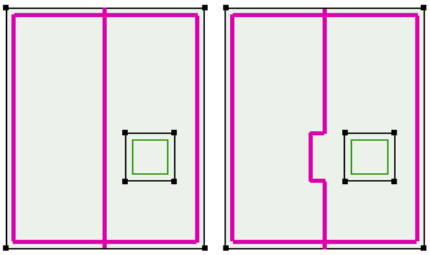


Eccentrico: la creazione di segmenti è identica, ma le forze interne sono ridotte ad un segmento di linea, eccentrico rispetto a quello che collega i punti finali della fascia. L'eccentricità è regolata dalla transizione dei punti finali della fascia.



Prendere in considerazione domini interni

Se selezionato, il programma tiene in considerazione anche i domini interni non selezionati mentre individua la linea centrale e integra i risultati. Se non è selezionato, questi domini non contribuiscono alla linea centrale e vengono ignorati anche durante l'integrazione.



Le stesse travi virtuali tenendo conto dei domini interni (a sinistra) e ignorandoli (a destra).

Riferimenti

I riferimenti vengono impostati automaticamente. Per impostazione predefinita, la direzione x locale della trave virtuale è parallela al lato più lungo dell'ingombro determinato dai domini selezionati nello spazio globale. Le direzioni locali y e z sono impostate allo stesso modo dei riferimenti automatici per gli elementi della trave. I riferimenti possono essere personalizzati. (***Vedi...*** *4.9.23 Riferimenti*).

Sezione trasversale

È possibile definire una sezione trasversale personalizzata per le travi e le strisce virtuali. Questa sezione trasversale può essere letta attraverso l'interfaccia COM e può essere utilizzata nei programmi di progettazione esterna.

Crea una nuova cartella



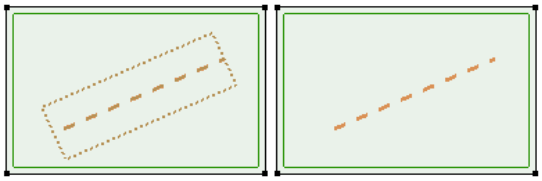
La creazione di cartelle offre un metodo per ordinare le travi virtuali. Le travi virtuali possono essere riordinate trascinandole in una nuova posizione all'interno del proprio gruppo tipo. Attivando/disattivando le cartelle vengono attivati/disattivati tutte le travi virtuali all'interno della cartella. **[Ctrl]** e **[Shift]** consentono la selezione multipla nel modo standard.

Travi virtuali

Questa casella controlla la visualizzazione delle travi virtuali nel modello.

Mostrare larghezza striscia

Questa casella controlla la visualizzazione della larghezza del nastro virtuale.

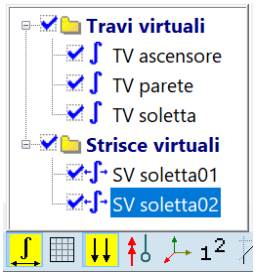


La stessa striscia virtuale con (sinistra) o senza (destra) visualizzare la larghezza del nastro.

Pulsante di velocità



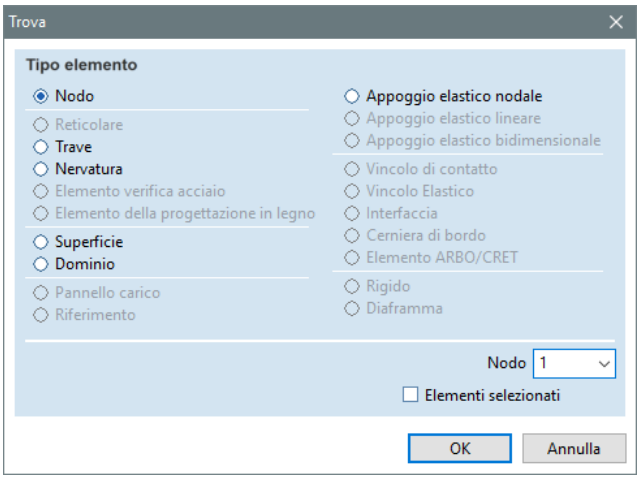
Un pulsante di velocità dedicato in basso a destra consente di attivare/disattivare le travi e le fasce virtuali.



2.16.20. Trova

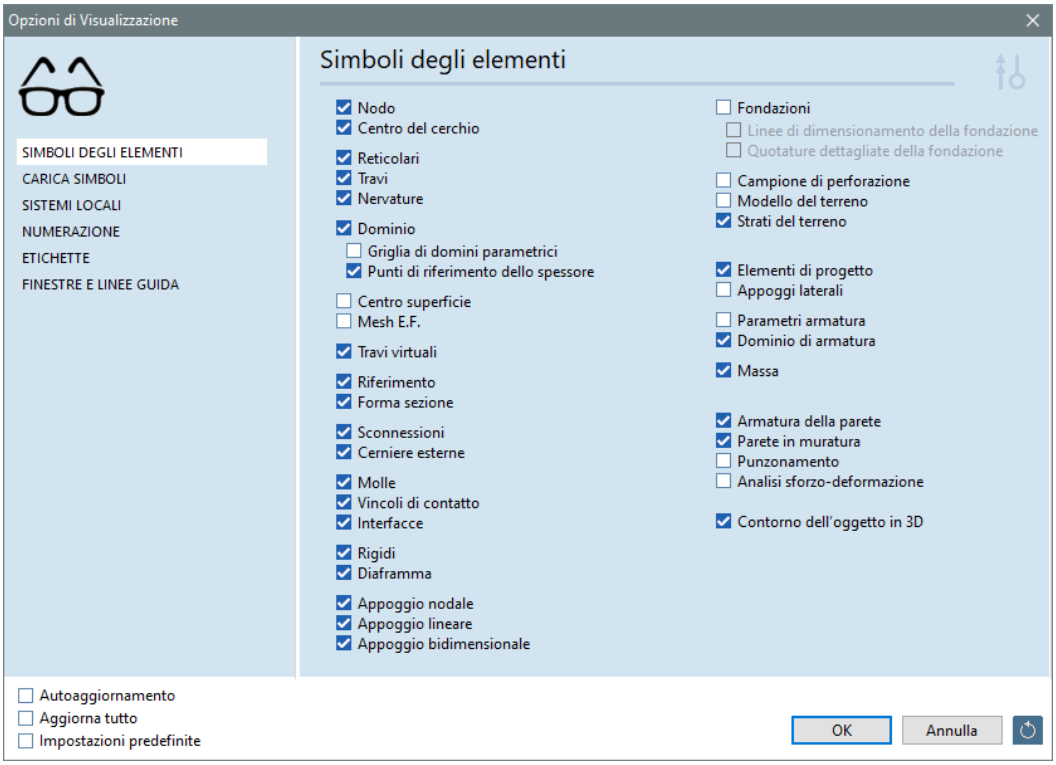


Scopre che l'entità ha un indice specificato e che gli sposta il cursore sopra.
Se *Elemento selezionato* è attivo l'elemento trovato sarà selezionato (mostrato in porpora).
È anche possibile utilizzare la riga di comando intelligente per cercare gli elementi, dove è possibile cercare (selezionare) più elementi contemporaneamente. ***Vedere...*** *2.17 Smart command line*
Utilizzando la funzione in modalità Drone (***vedere...*** *2.16.16 Modalità drone*) invia il drone all'elemento trovato.



2.16.21. Opzioni di visualizzazione





Abilita/disabilita la visualizzazione di simboli elementi.

I simboli comuni possono essere accesi / spente usando un tasto veloce. 
I simboli possono essere personalizzati. Vedere *Impostazioni / Preferenze / Simboli grafici.*



Simboli grafici

Mesh EF

Abilita la visualizzazione delle linee interne della maglia.

Quando è disattivato, le linee di mesh generate non vengono visualizzate.

Nodo

Abilta la visualizzazione dei simboli dei nodi (piccoli rettangoli neri).

Reticolari, travi, nervature

Permette la visualizzazione di elementi lineari

Travi virtuali

L'asse della trave virtuale è disegnato come una linea spessa di colore marrone chiaro.

Centro superficie

Abilita la visualizzazione del punto centrale (punto di selezione) degli elementi di superficie.

Codici colori: piastra= rosso, membrana = blu, guscio = verde.

Centro del cerchio

Permette la visualizzazione dei centri dei cerchi con una piccola croce.

Dominio

Abilita la visualizzazione del contorno di un dominio.

- I colori del dominio sono gli stessi come per le superfici. Codici colori: piastra= rosso, membrana = blu, guscio = verde.

Linee di griglia dei domini parametrici

- Le linee della griglia sono visualizzate nel colore del tipo di superficie. Le linee di griglia dei domini parametrici nervati o dei domini compositi nervati sono linee spesse, le linee di griglia delle solette cave sono linee sottili tratteggiate.

Punti di riferimento dello spessore

- I punti di riferimento dello spessore specificati quando si definiscono domini a spessore variabile sono mostrati come sottili croci a X disegnate con una linea tratteggiata marrone e collegate da sottili linee tratteggiate marroni. Il valore dello spessore viene visualizzato solo se *Proprietà / Spessore* nella scheda *Etichette* è abilitato.

Appoggio elastico nodale

Attiva la visualizzazione dei vincoli ai nodi.

- Il simbolo dei Vincoli appare come linee spesse.
  Codici di colore: spostamento= giallo, rotazione= arancione.

Appoggio lineare

Permette la visualizzazione dei appoggi lineari..

- Gli appoggi lineari appaiono come un bordo spesso.
  Codici di colore: spostamento= giallo, rotazione= arancione.

Appoggio elastico bidimensionale

Permette la visualizzazione dei vincoli di superficie.

- I vincoli di superficie appaiono come un riempimento marrone leggero.

Fondazione

- Le fondazioni progettate secondo la scheda di progettazione RC appaiono con la loro forma e dimensione calcolata o specificata.

  Llinee di quota

  - Consente la visualizzazione delle linee di quota della fondazione.

Interfacce

Abilita la visualizzazione degli elementi rigidi.

- ***Elementi di collegamento Nodo*-nodo** vengono mostrati come linee verdi solide con una freccia che indica la posizione del collegamento.
  Il collegamento Linea-linea è mostrato con una linea verde con una freccia che mostra la posizione del collegamento ed una linea verde tratteggiata ai punti terminali della linea.

Rigidi

- Consente la visualizzazione degli elementi rigidi. Essi appaiono come linee spesse di color nero.

Diaframma

- Attiva la visualizzazione dei diaframmi come linee tratteggiate di color grigio.

Riferimento

Abilita la visualizzazione dei riferimenti.

- Vettore rosso, croce o triangolo.

Forma sezione

Abilita la visualizzazione della forma della sezione degli elementi reticolari, delle aste e delle nervature.

- Le sezioni definite dall'utente saranno visualizzate come rettangoli che circoscrivono la forma della sezione.

Sconnessioni

Permette la visualizzazione degli svincoli terminali e delle cerniere di bordo.

Cerniere di svincolo terminali:

- Cerchio blu: cerniera/rullo
  Cerchio blu + croce cerniera: semi-rigida
  Cerchio rosso: cerniera sferica
  Cerchio blu pieno: cerniera plastica

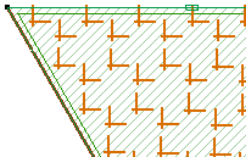
***Cerniere di bordo*:**

- Cerchi sui bordi.

Elementi strutturali

Permette di visualizzare gli elementi di progetto in acciaio o in legno. Simbolo usato:

- Una linea arancione lungo l'elemento e il numero dell'elemento.



Parametri armatura

Abilita la visualizzazione di due linee rette intersecate nei centri di superficie in cui vengono assegnati i parametri dell'armatura. La direzione di queste linee indica le direzioni definite dell'armatura. (***Vedere...*** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*).

Massa

Abilita la visualizzaizone dei simboli delle masse concentrate.

- Doppio cerchio rosso.

Elementi ARBO-CRET

Elementi ARBO-CRET inseriti nel modello.

- Viene visualizzato un disegno schematico dell'elemento.

Elementi AIRDECK

Elementi AIRDECK inseriti nel modello.

- Le forme dei vuoti sono visualizzate come cerchi in modalità wireframe e sfere nella vista renderizzata.

Contorni oggetto 3D

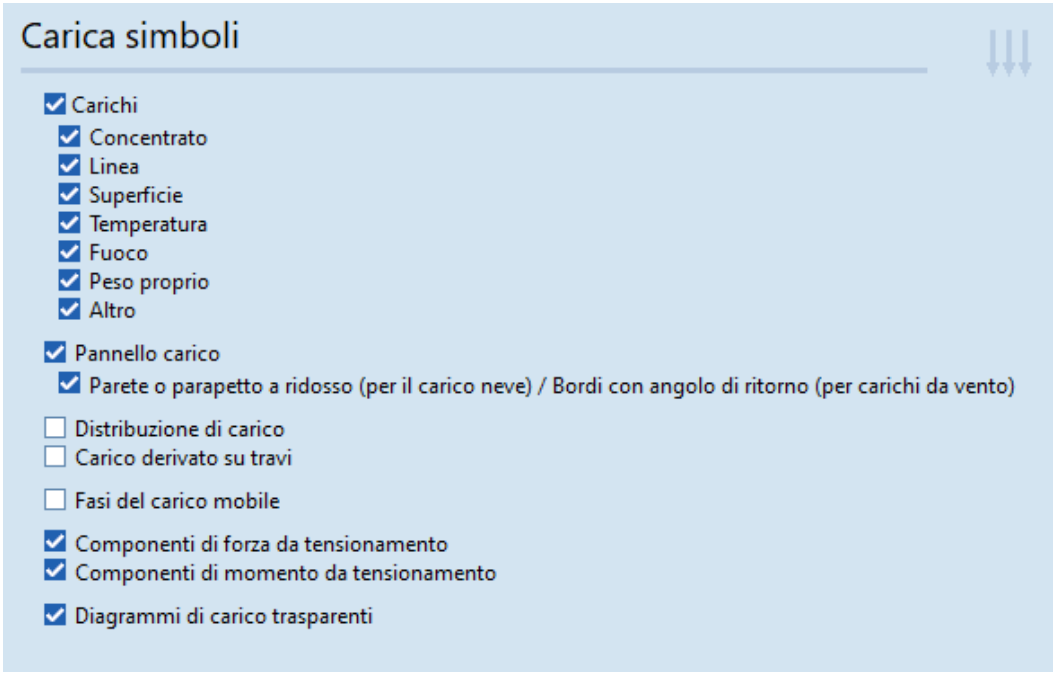
Visualizza il modello statico con contorni 3D. Visualizza il modello statico con un aspetto wireframe 3D (è possibile controllare la sezione trasversale, lo spessore, l'eccentricità). I colori dipendono dal tipo di architettura (colonna, trave, muro, soletta).

Armatura di nuclei e pareti

Per una descrizione dettagliata, ***vedere...*** *6.5.16 Progettazione di setti e pareti in cemento armato - modulo RC5*

Parametri di analisi dello sforzo-deformazione

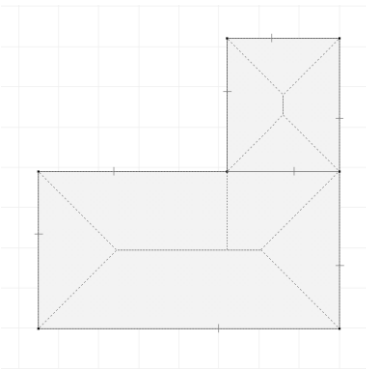
- Gli elementi strutturali con parametri di sforzo-deformazione sono visualizzati nella finestra principale con linee a zig-zag.



Abilita la visualizzazione dei simboli dei carichi.

La visualizzazione di simboli di carico può essere presentata separatamente per ogni tipo di carico (concentrato, distribuito lungo una linea, distribuito su superficie, temperatura, incendio, peso proprio, carichi mobili, con diverse opzioni (spostamenti imposti, trazione/ compressione).

Per visualizzare i carichi superficiali da distribuire sulle travi (vedi il diagramma a sinistra) selezionare *Distribuzione carichi*.



Pannello di carico

Il contorno del pannello di carico è rappresentato da line tratteggiate di colore turchese. Quando il pannello di carico è collegato adei domini lung oil bordo appaiono dei piccolo rettangoli che rappresentano la connessione.

Muri adiacenti o parapetti / Bordi con angolo rientrante

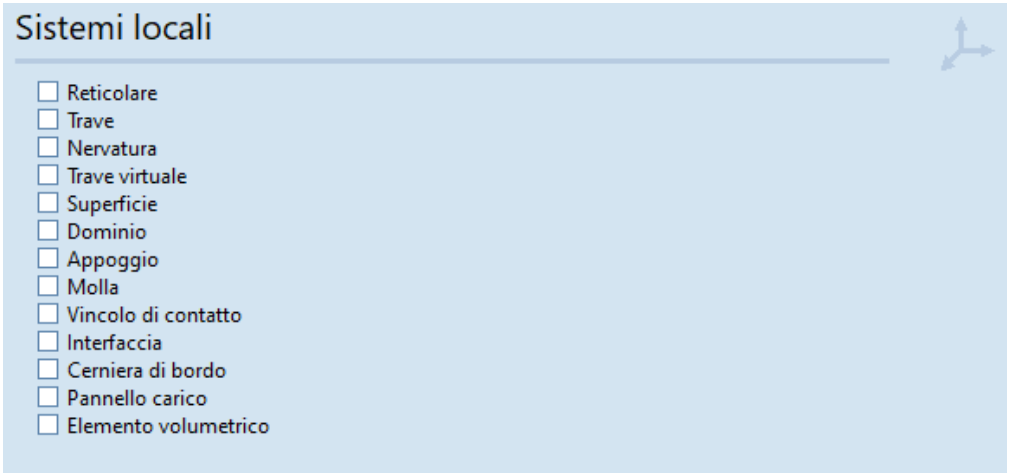
I bordi dei pannelli di carico con muri adiacenti o parapetti possono essere selezionati quando si definisconi i carichi neve. Questi bordi sono visualizzati con un rettangolo di colore marrone chiaro lungo il perimetro. Quando si definiscono i carichi di vento, è possibile selezionare gli spigoli con angoli rientranti.

Carico degli elementi travi derivati

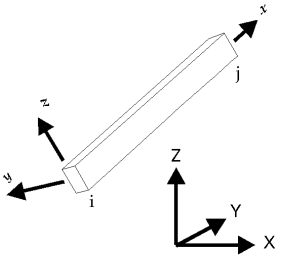
Visualizza i carichi degli elementi travi derivati

Fasi del carico mobile

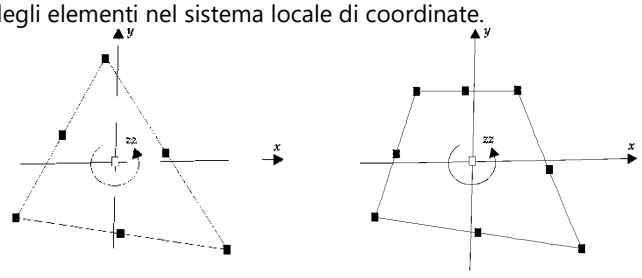
Se questa opzione è attivata, tutte le fasi del carico mobile sono visualizzate in color grigio. Mentre se questa opzione è disattivata il carico mobile viene visualizzato solo nella posizione determinata dal caso di carico corrente.



Abilita la visualizzazione degli assi degli elementi nel sistema locale di coordinate.

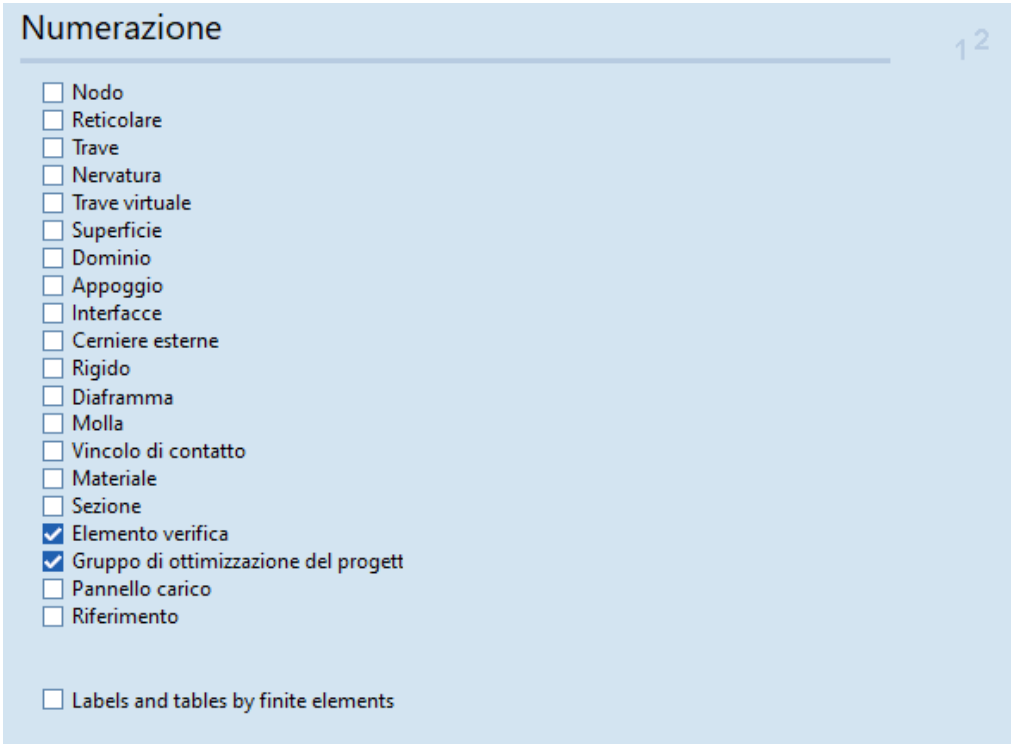


Sistema di Coordinate Locale dell'Elemento Trave

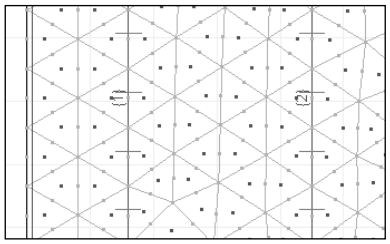


Sistema di Coordinate Locale di Elementi Bidimensionali

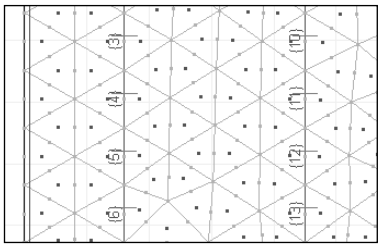
Etichette



Numerazione



Visualizzazione della numerazione di nodi, elementi, materiali, sezioni trasversali, riferimenti.



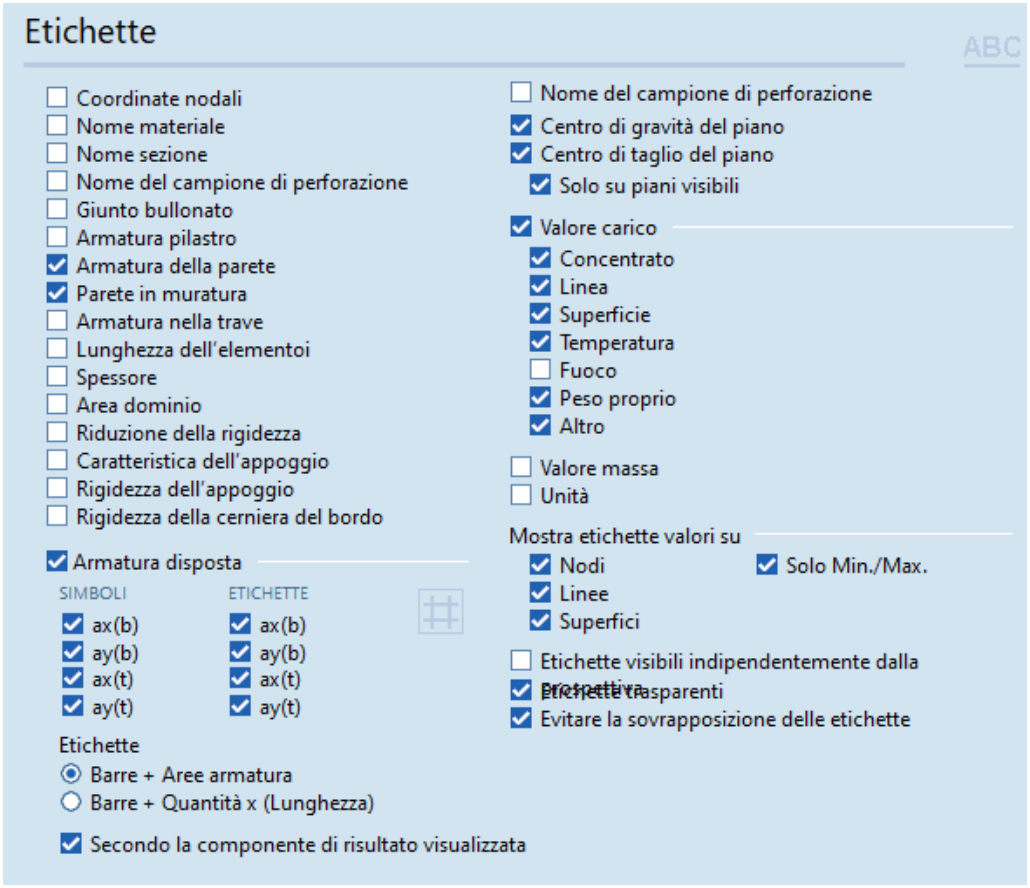
Nel caso di mesh per elementi lineari l'opzione *Numerazione elementi finiti* presenta la numerazione relativa.

Attivando/Dissativando *Etichette visibili indipendentemente dalla prospettiva* si aprono/chiudono le etichette delle linee viste dalla direzione delle loro assi (visti come punti).

Etichette e tabelle per elementi finiti

L'attivazione di questa opzione sostituisce i numeri degli elementi strutturali nei diagrammi agli elementi finiti. Le tabelle mostrano anche i risultati sulla base degli elementi finiti e non per gli elementi strutturali.

Vedi... *3.2.14 Cerca elementi strutturali, 3.2.15 Separa elementi strutturali*



Le etichette delle linee viste dalla direzione dell'asse

Selezionando / deselezionando *Etichette sulle linee viste dalla direzione dell'asse* attiva / disattiva le etichette sulle linee viste dalla direzione del loro asse (visti come punti).

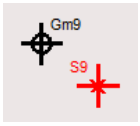
Etichette trasparenti

Se questa opzione è selezionata, tutte le etichette sono trasparenti. Altrimenti le etichette vengono disegnate su un rettangolo pieno del colore dello sfondo.

Evitare che le etichette si sovrappongano

Se questa opzione è selezionata, il programma impedisce che le etichette si sovrappongano spostando e nascondendo le etichette meno importanti. In quest'ultimo caso, lo zoom può aumentare il numero di etichette visibili. Se viene visualizzato un gran numero di etichette, questa ottimizzazione può essere un processo che richiede molto tempo.

Centro di gravità del piano



Consente di visualizzare il centro di gravità di ogni piano. Il baricentro viene visualizzato solo in presenza di carichi sismici (spettri sismici e piani validi definiti) e di risultati statici. AXISVM converte i carichi dei casi di carico usati in masse per calcolare le forme di modali dell'analisi sismica, poi calcola il centro di gravità per ogni piano. I centri sono visualizzati come croci dentro a cerchi neri con un'etichetta Gm *i* dove *i* è il numero del livello.

Centro di taglio del piano

Consente di visualizzare il centro di taglio di ogni piano. AXISVM calcola i centri di taglio dei piani trovando le sezioni delle pareti e usando lo stesso metodo delle sezioni trasversali a parete sottile.
I centri sono visualizzati come croci in rosso, con un'etichetta S*i*, dove *i* è il numero del livello.

Se è selezionato *Solo sui piani visibili*, i punti centrali dei piani nascosti non vengono visualizzati.

Proprietá



Abilita la visualizzazione di nome e valori di proprietà dei materiali, sezioni, lunghezze degli elementi o spessori, valori di carico, masse. Se è abilitata la cella di controllo Unità, le etichette includeranno anche le unità.

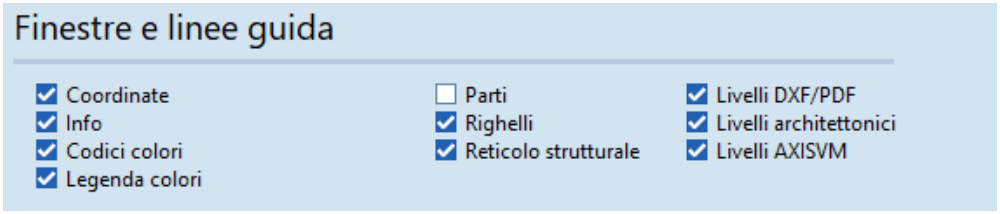
Scrivi valori a

Controlla come le etichette dei risultati vengono posizionate sul disegno.

Armatura attuale



Consente di attivare le etichette per il rinforzo inferiore e superiore in direzione x e y in modo indipendente e imposta la modalità di etichettatura.
Attivare *Secondo il componente di risultato visualizzato* rende il componente attuale di armatura l'unico componente visualizzato.



Varie

Finestre informazioni

Coordinate ***Vedere...*** *2.19.2 Finestra delle Coordinate*
Info ***Vedere...*** *2.19.1 Finestra Info*
Codifica colori ***Vedere...*** *2.19.3 Codifica Colore*
Legenda Colori ***Vedere...*** *2.19.4 Finestra Legenda Colori*

Visualizza

La visualizzazione delle parti e delle linee guida può essere accesa e spenta.

Parti
Abilita/disabilita la visualizzazione delle parti utente e di quelle logiche.

Righelli
Abilita/disabilita la visualizzazione delle linee guida.

Reticolo strutturale
Attiva/disattiva la visualizzazione della griglia strutturale

Livelli DXF/PDF
Abilita/disabilita la visualizzazione dei livelli di sfondo.

Livelli architettonici
Abilita/disabilita la visualizzazione degli oggetti architettonici importati.

Livelli AXISVM
Abilita/disabilita la visualizzazione dei livelli definiti in AXISVM.

Aggiornamento automatico

Se abilitato, ogni cambiamento nelle impostazioni darà origine a un aggiornamento automatico della finestra attiva.

Aggiorna tutto

Se abilitato, ogni cambiamento nelle impostazioni darà origine a un aggiornamento automatico di tutte le finestre grafiche.

Salva come default

Consente di salvare le impostazioni di visualizzazione dei simboli, come impostazione predefinita per i modelli futuri.

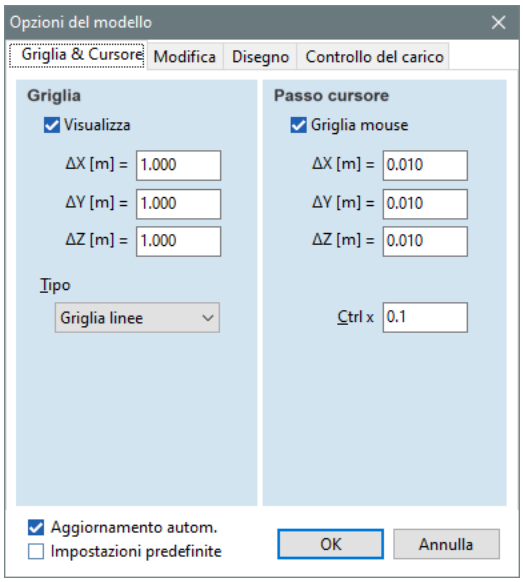
2.16.22. Opzioni del modello



Permette la selezione delle opzioni per impostazione della griglia, cursore, redazione, parametri di disegno e codice di progetto.

2.16.22.1. Griglia e cursore

Griglia e cursore



Griglia

La griglia consiste in una maglia regolare di punti o linee e aiuta a posizionare il cursore dando un riferimento visuale. A seconda del tipo, la griglia è visualizzata come:

Griglia di linee gli assi sono disegnati in giallo, le linee in grigio.
Griglia di Punti gli assi sono disegnati come croci giallo , i punti in grigio.

Si possono impostare i parametri di griglia nel modo seguente:

Visualizza
Dispone la griglia se la cella è attiva.

ΔX, ΔY, ΔZ
Imposta la spaziatura dei punti/linee della griglia nella direzione X, Y o Z.

Tipo
Imposta il tipo di griglia.

Passo cursore

Permette di scegliere le coordinate di una maglia invisibile di punti (che non è la griglia).
Si possono impostare i parametri di passo cursore come segue.

Griglia Mouse
Restringe il movimento del mouse a una griglia invisibile definita dai valori di passo cursore sottostanti.

ΔX, ΔY,ΔZ
Restringe il movimento del cursore a intervalli regolari. Quando si premeun tasto di movimento cursore, il cursore si sposta di un passo (ΔX, ΔY o ΔZ) nella direzione corrispondente (X,Y o Z rispettivamente).

Ctrl x
Imposta il valore di un fattore che aumenta o diminuisce la dimensione del passo cursore se si schiaccia il tasto **[Ctrl]** mentre si sposta il cursore.
Ciò permette di raggiungere una precisione di posizionamento adeguata. I passo cursore viene ignorato se il cursore si posiziona su una linea non parallela a uno degli assi assoluti. In questo caso, il cursore si muoverà lungo la linea.
Se la tolleranza è superiore al passo cursore, il mouse seguirà una griglia invisibile specificata dalla tolleranza modificata.

☞ ***Il passo del cursore viene ignorato se il cursore si posiziona su una linea non parallela agli assi cartesiani del sistema globale. In tal caso, il cursore si sposterà lungo la linea.***

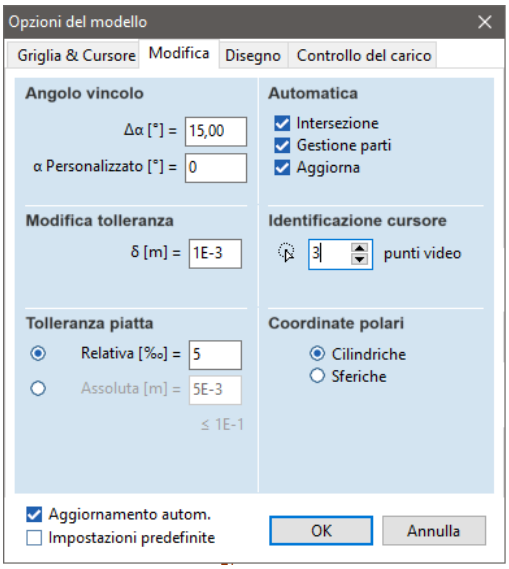
Se la tolleranza di input è superiore al passo del cursore, il mouse seguirà una griglia invisibile specificata dalla tolleranza di input.

☞ ***Quando usa con vincoli, il passo cursore è applicato nella direzione vincolata con il valori DX. Vedere...*** *4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore*

☞ ***Se il passo griglia e il passo cursore sono impostati allo stesso valore i nodi saranno posizionati con il passo della griglia.***

2.16.22.2. **Modifica**

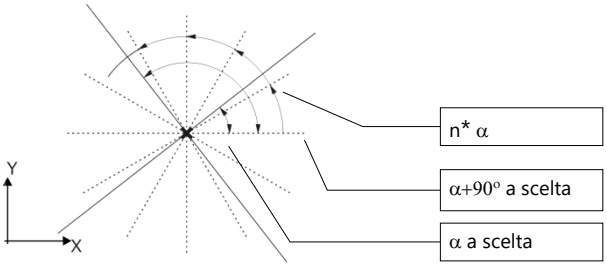
Modifica



Angolo Vincolo

Durante l'edit del modello il movimento del cursore può essere vincolato.
Usando il tasto **[Shift]** mentre si sposta il cursore, si può impostare la direzione del movimento. In questo caso il movimento vincolato del cursore sarà basato su due tipi di angoli (per altri tipi di movimenti vincolati.

Vedere... *4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore*



Automatici

Imposta i comandi che sono applicati automaticamente de la cella corrispondente è segnata.

*Intersezione***:**

Imposta la gestione delle intersezioni di linee. Al punto di intersezione delle linee verrà generato un nodo in corrispondenza del quale ciascuna linea verrà divisa. Se superfici sono intersecate da linee, vengono divise e gli elementi risultanti avranno lo stesso materiale e sezione della superficie originaria.

Gestione parti:

Ogni entità disegnata o modificata dopo l'abilitazione della cella sarà associata con tutte le parti attive.

*Aggiorna***:**

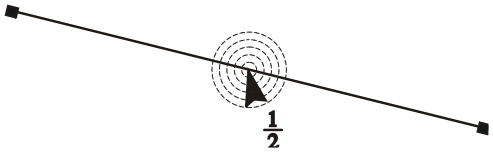
Imposta l'aggiornamento dello schermo in modalità automatica.

Modifica tolleranza

Se due nodi sono più vicini del valore impostato come tolleranza, essi saranno fusi nel caso di un controllo maglia. Questo valore è usato anche quando si confrontano spessori di superfici o lunghezze di aste.

Identificazione Cursore

La distanza di identificazione del cursore può essere adattata.



L'elemento vicino al cursore è identificato se è all'interno della distanza di identificazione del cursore. Se più di un elemento è all'interno di questo intervallo, sarà identificato quello più vicino.
L'unità di distanza di identificazione del cursore è il pixel.

Vedere... *4.7.1 Identificazione del cursore*

Se ci sono più entità dello stesso tipo, il cursore mostrerà un simbolo doppio.

Piano di tolleranza

I nodi di domini e di superfici devono essere in piano. Se un nodo di un dominio o di una superficie si allontana da questo piano più del valore dato l'elemento sarà cancellato.
La tolleranza piana può essere specificata in due modi:

Relativa [‰]	per mille della dimensione più grande degli elementi del poligono
Assoluta [m]	un valore dato

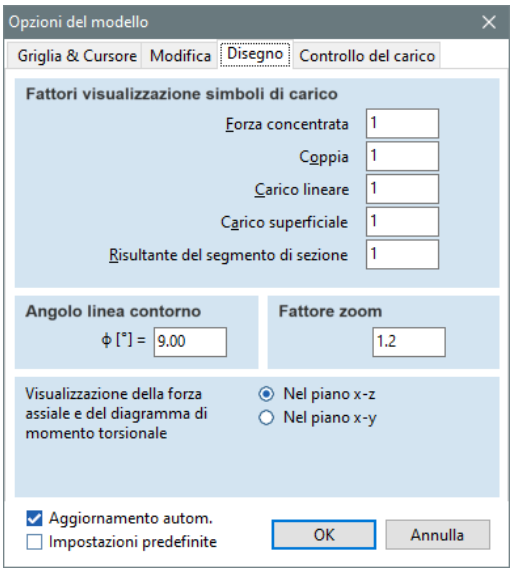
Coordinate polari

- Cilindriche
- Sferiche

Vedere... *4.3.2 Coordinate Polari*

2.16.22.3. Disegno

Disegno



Fattori visualizzazione simboli di carico

Imposta la grandezza di visualizzazione dei simboli di carico. Questo fattore è applicato quando è abilitata la cella di scelta in *Opzioni di visualizzazione/Simboli grafici/ Carico*. I valori inseriti non si applicano ai valori dei carichi.

Forza concentrata
Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo delle forze concentrate.

Coppia
Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo delle coppie concentrate.

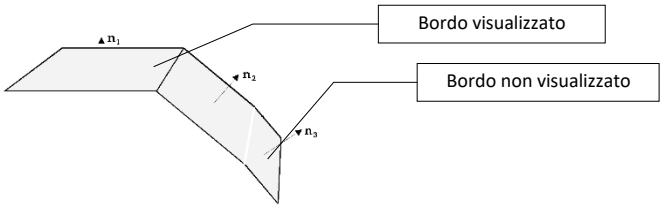
Carico lineare
Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo dei carichi lineari

Carico superficiale
Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo dei carichi distribuiti.

Risultante del segmento di sezione
Questo fattore determina la dimensione della freccia che rappresenta il valore risultante su un segmento della sezione.

Angolo linea di contorno

Imposta la visualizzazione delle linee interne della maglia (linee tra elementi superficie adiacenti). Il bordo comune di due o più elementi è visualizzato solo se l'angolo tra le normali ai piani degli elementi è più grande del valore impostato.



Questo valore è usato anche quando si deve creare un diagramma di spostamento, forza interna o tensione di una serie di elementi selezionati.
Se l'angolo tra gli assi dei sistemi locali di elementi selezionati vicini non è maggiore dell'angolo linea di contorno, i diagrammi rispettivi saranno visualizzati come uno.

Fattore zoom

Imposta il fattore di ingrandimento/riduzione dei comandi zoom associati ai tasti **[+]** e **[-]**.

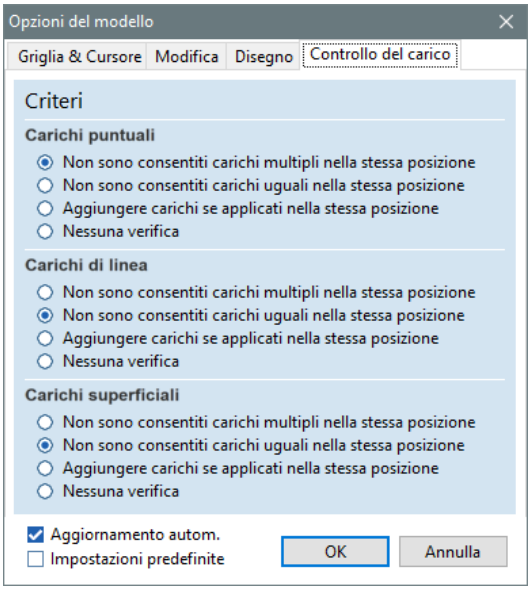
Visualizzazione dei diagrammi delle forze assiali e del momento torcente

Fino alla versione 12 I diagrammi di forza normale e di momento torcente sono stati rappresentati sempre sul piano locale x-z. A partire dalla versione 13 è possibile visualizzare questi diagrammi sul piano locale x-y.

2.16.22.4. Contollo del carico

Criteri

Qui si possono impostare i criteri per il controllo dei carichi. Questi controlli vengono eseguiti automaticamente dopo la definizione dei carichi. La categoria *Carichi puntuali* si riferisce a carichi nodali e carichi concentrati su elementi lineari o domini, la categoria *Carichi lineari* si riferisce a carichi lineari applicati a elementi lineari o domini, mentre *Carichi superficiali* include carichi superficiali posti su domini o pannelli di carico.



Opzioni:

Non sono ammessi carichi multipli nella stessa posizione
Se un carico viene collocato sulla posizione di un carico esistente, questo viene cancellato.

Non sono ammessi carichi uguali nella stessa posizione
Se un carico è posto sulla posizione di un carico esistente che ha lo stesso valore, esso viene cancellato.

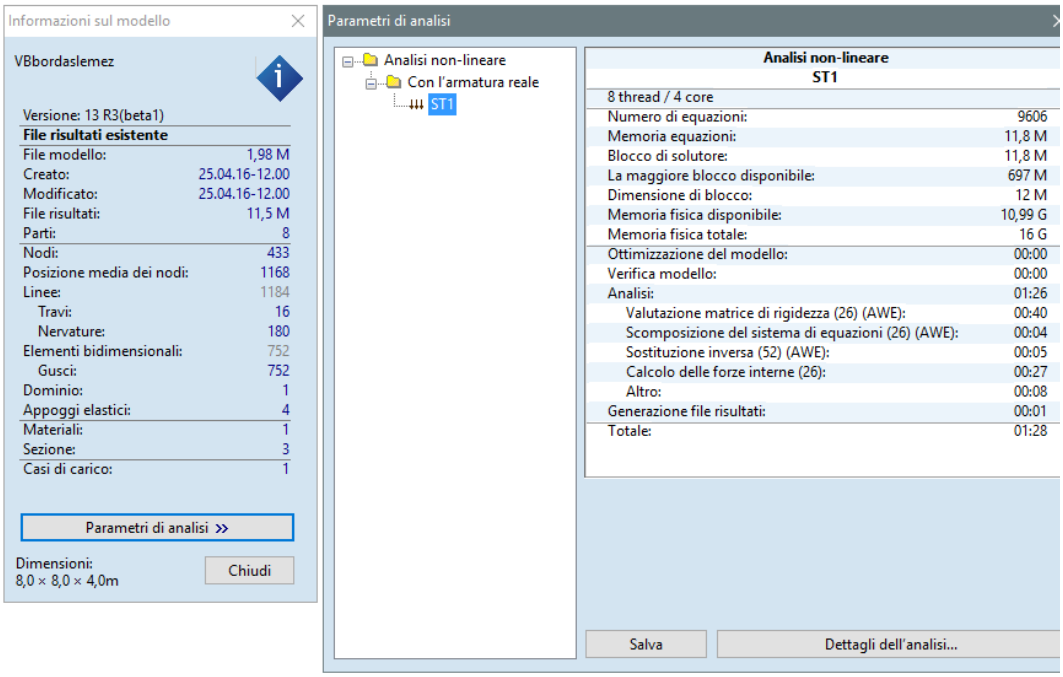
Aggiungere carichi se applicati alla stessa posizione
Se un carico è posto sulla posizione di un carico esistente, non viene creato ma il suo valore viene aggiunto a quello del carico esistente.

Nessun controllo:
Si puo' definire qualsiasi numero di carichi nella stessa posizione.

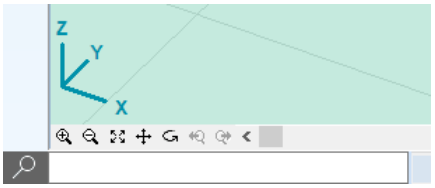
2.16.23. Informazioni sul modello



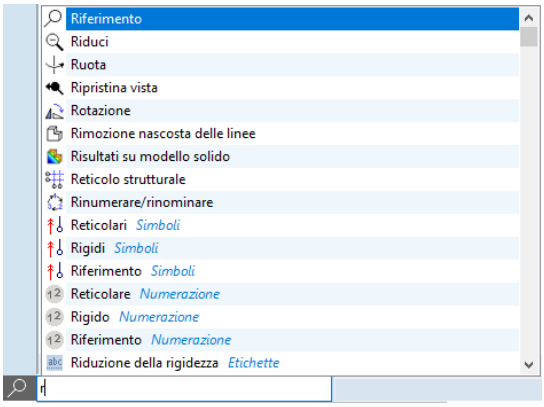
Mostra i parametri principali del modello.
Facendo clic sul pulsante Parametri di analisi, è possibile studiare alcuni parametri dell'ultima analisi (l'utilizzo della memoria, tempo di esecuzione).

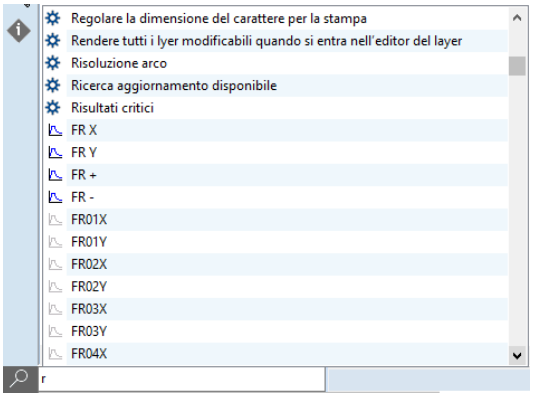


2.17. Smart command line



La maggior parte dei comandi e delle impostazioni di AXISVM è resa disponibile direttamente attraverso un semplice campo di ricerca chiamato smart command line (riga di comando intelligente). Cliccate nel campo di modifica o premete *Ctrl+F* per vedere i comandi e le impostazioni corrispondenti ai caratteri inseriti. Questa funzione trova le lettere digitate anche all'interno di espressioni, ma le voci che iniziano con esse appaiono in cima alla lista.
La gamma di comandi disponibili dipende dalla scheda attiva (ad esempio, i componenti di risultato sono disponibili nella scheda *Statica* ma non nella scheda *Carichi* mentre un caso di carico può essere selezionato in entrambe).





Alcuni tasti hanno una funzione speciale

↑ ↓	Sposta in alto o in basso nell'elenco
Enter	Attiva il comando per l'elemento selezionato
Esc	Annulla la ricerca

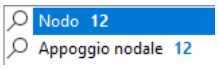
L'elenco include i seguenti comandi e impostazioni:

- Tutti i comandi nel menu principale, nella barra delle icone, nella finestra delle coordinate, ecc. che possono avere una scorciatoia da tastiera assegnata
- Tutti i simboli, le etichette e gli spunta configurabili nella finestra *Opzioni di visualizzazione* (*2.16.21 Opzioni di visualizzazione*)

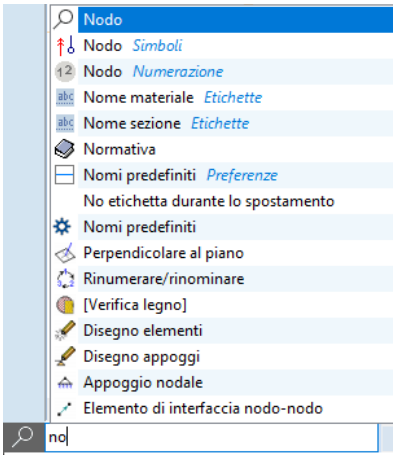
- Casi di carico (nella scheda *Carichi* o nelle schede dei risultati o del progetto)
- Le componenti dei risultati vengono caricate (nelle schede che visualizzano i risultati)
- Le impostazioni sono disponibili in *Impostazioni / Preferenze* (*3.3.11 Preferenze*)
- Le opzioni del modello sono disponibili in *Impostazioni / Opzioni del modello* (*2.16.22 Opzioni del modello*)
- Gli elementi possono essere trovati in base al loro numero o al loro nome
- Gli elementi possono essere selezionati con o senza criteri di filtro

Ricerca elementi

Esempio: *Ricerca del Nodo 12.*
Inserendo **no** appare una lista di corrispondenze. I comandi di ricerca sono elencati in alto. Digitando uno spazio e **12** si ridurranno le corrispondenze a quanto segue



Premendo Invio si seleziona il Nodo 12 e si sposta il puntatore del mouse lì. In breve, puoi trovare il Nodo 12 digitando **no 12**[Invio].



Trovare elementi multipli

È possibile inserire più numeri, separati da virgole.
Ad esempio, per selezionare i nodi 105, 107 e 111 digitate **n. 105,107,110**[Invio]

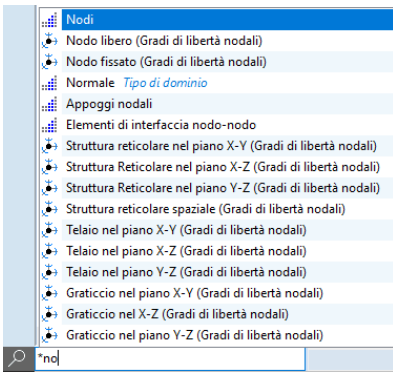
Poiché la linea di comando intelligente trova il termine all'interno delle espressioni, il supporto nodale 5 può essere trovato anche digitando **app 5**[Invio], approfittando del fatto che l'appoggio nodale appare in cima alla lista dopo aver ristretto le corrispondenze.

Selezione

È anche possibile selezionare o deselezionare certi elementi dalla linea di comando intelligente. Se le parti sono attive, questi comandi operano solo sulle parti visibili.

Selezione semplice

Se il primo carattere è *, la lista mostra solo gli elementi selezionabili e il comando selezionerà l'elemento scelto.
Digitando ***-** all'inizio si deseleziona l'elemento scelto.
Per selezionare tutto digitare ***[Invio], per deselezionare tutto digitare ***-[Invio]**
Per selezionare tutti i nodi digitate ***no**[Enter]
Si possono selezionare anche i nodi con un determinato grado di libertà. La selezione di altri elementi come travi, capriate, nervature, domini funziona allo stesso modo.



Selezione per proprietá

Digitate * e iniziate a digitare il nome di un materiale o di una sezione trasversale (o digitate **mat** o **sez**) per selezionare elementi fatti di un certo materiale o aventi una certa sezione trasversale. Digitando ***Nevatura inferiore, *Nervatura di mezzeria, *Nervatura superiore** si possono selezionare le nervature appropriate. Basta digitare i primi caratteri di queste espressioni e scegliere dalla lista. Allo stesso modo, digitando ***Sezione trasversale variabile** seleziona questi elementi di linea, mentre digitando ***Spessore variabile** seleziona questi domini. I domini di tipo speciale possono anche essere selezionati digitando ***Soletta nervata, *Nucleo cavo, *Soletta mista nervata, *Lamiera grecata, *CLT, *Matrice di rigidezza personalizzata.** Si può anche usare il tipo architettonico (***Pilastro, *Travi, *Muri, *Solette**).

Selezione per un parametro

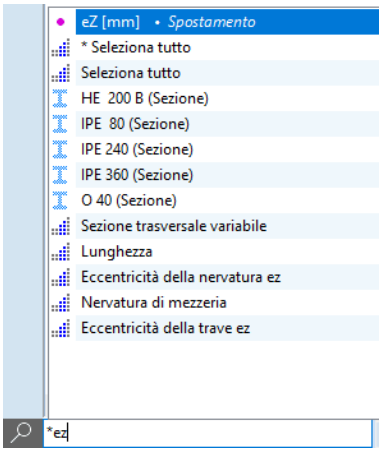
Gli elementi possono anche essere selezionati dal valore di un parametro. Un esempio: Selezionare elementi di linea più lunghi di 5 m.
Dopo aver digitato ***le**[Invio] a linea di comando cambia in *Lunghezza (m) e l'elenco è sostituito da un messaggio di aiuto

Type the filter condition then press Enter.
Examples: >0, >=10, <>20, =30, <=40, <50

Continuate a digitare per ottenere ***Lunghezza (m) > 5**[Invio]. Verranno selezionati gli elementi di linea corrispondenti.
La condizione può includere uno dei simboli >, >=, <>, =, <= e < e un valore numerico.
I parametri supportati sono: *** Lunghezza, *Eccentricitá della trave ey, * Eccentricitá della trave ez, *Eccentricitá della nervatura ey, * Eccentricitá della nervatura ez,** (elementi lineari), ***Area**, ***Spessore**, ***Eccentricitá** (domini).

Selezione per valore del risultato

Se la scheda attiva è *Statica* o qualsiasi scheda di progettazione a destra, gli elementi possono essere selezionati da un valore della componente di risultato. Verranno selezionati gli elementi che corrispondono alla condizione in ogni sezione trasversale o punto dell' elemento finito.
Un esempio: *Seleziona gli elementi dove eZ < 0.*
Digitare ***ez**[Invio]. La linea di comando cambia in ***eZ [mm]**. Continuate a digitare per ottenere **eZ [mm] < 0**[Invio]. Tutti i nodi, i nodi centrali, i centri di superficie, le travi e le nervature dove la componente Z globale dello spostamento è negativa saranno selezionati..
Se la vista attiva mostra già la componente eZ il comando è ancora più breve. Basta digitare ***<0**[Invio]. Se non viene inserita nessuna componente di risultato, la componente di risultato corrente viene usata per controllare i valori.
Un altro esempio: *Selezionare gli elementi di progetto acciaio non verificati dalla scheda Verifica acciaio.*
Digitare ***e**[Invio]. La riga di comando cambia in ***Efficienza []**.Continuare a digitare per ottenere ***Efficienza[] >1**[Invio]. erranno selezionati tutti gli elementi di progetto in acciaio in cui l'utilizzo supera 1.



Selezione per criteri multipli

Per selezionare elementi basati su criteri multipli clicca con il tasto destro del mouse sull'icona della lente di ingrandimento e scegli *Selezione basata su piú criteri* dal menu a comparsa. L'inserimento di criteri multipli è più complesso quindi nei casi semplici si raccomanda la *Selezione basata su un criterio*.
Un esempio: *Selezionare tutte le colonne dove lo sforzo normale è inferiore a -5 kN.*
Scegliere *Selezione basata su piú criteri* from the popup menu. Digitare ***pi**[Invio]. Nell'altra modalità questo comando selezionerebbe tutti i pilastri. Ma ora la linea di comando cambia in ***Pilastro |** in attesa di ulteriori condizioni. remendo un altro [Invio] si selezionano tutti I pilastri.
Continuate a digitare ***Pilastro | nx**< per ottenere ***Pilastro | Nx[kN]** <,
poi continuare ***Pilastro | Nx[kN] < -5**[Invio].
Ora è stato aggiunto un secondo criterio: ***Pilastro | Nx < -5.00 kN |**
Questo é l'ultimo. Premendo [Invio] si selezionano tutti i pilastri il cui sforzo normale è inferiore a -5 kN.

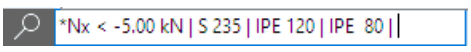
Interpretazione di criteri multipli



I criteri relativi a diverse proprietà (come quelli riferiti allo sforzo normale, al materiale e alla sezione trasversale) sono sempre collegati con un operatore implicito AND, vale a dire che tutti i criteri devono essere soddisfatti. Anche i criteri per i valori dei componenti del risultato sono collegati con un operatore AND implicito. La selezione di elementi con due criteri di risultato in una relazione OR può essere completata solo in due selezioni consecutive:



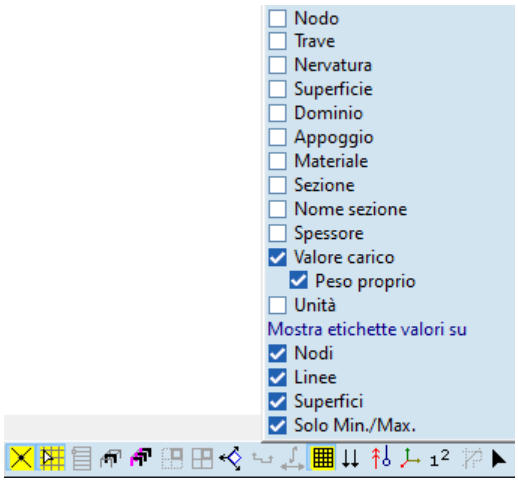
I criteri multipli per materiali o sezioni trasversali sono collegati con un operatore implicito OR *all'interno della loro categoria* (cioè, gli elementi con una qualsiasi delle sezioni trasversali inserite saranno selezionati) ma è in relazione AND con altri tipi di condizioni. E. g.



Seleziona tutte le colonne IPE 80 o IPE 120 che corrispondono agli altri criteri.

2.18. Tasti Rapidi

La barra delle icone di selezione rapida permette di modificare le opzioni di visualizzazione senza dover entrare nel menu a tendina Impostazioni *Opzioni/Simboli o Opzioni del modello*. Le icone sono posizionate in baso a destra nell'area grafica.



 Auto Intersezione

 Mouse Snap alla griglia

 Piani

 Parti in vista ad albero

 Abilita le parti utente che contengono gli elementi selezionati

 Visualizza solo gli elementi selzionati

 Nascondi gli elementi selezionati

 Piano di lavoro

 Linee e piani e segmenti di sezione

 Fasce/travi virtuali

 Mostra Mesh

 Visualizza Carichi

 Visualizza Simboli

 Visualizza Coord. locali

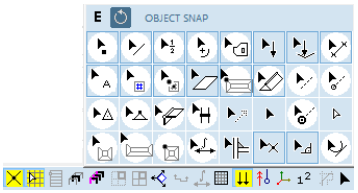
 Numerazioni

 Livelli di sfondo (visibilità, rilevazione, bloccaggio)

 ***Vedere…*** *2.18.1 Snap agli oggetti*

☞ ***Alcune di queste impostazioni sono disponibili anche da icone di schermo e di servizio.***

2.18.1. Snap agli oggetti

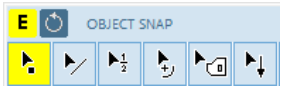


Posizionare il mouse sopra l'icona per aprire gli interruttori a scatto degli oggetti. Gli snap agli oggetti che sono attivi nell'operazione in corso hanno un cerchio bianco sullo sfondo. Per l'elenco delle figure del cursore ***vedere***... *4.7.1 Identificazione del cursore*
Gli interruttori permettono la disattivazione/attivazione delle singole funzioni di snap. Gli oggetti disattivati saranno ignorati dal cursore del mouse, gli oggetti attivati saranno sempre rilevati indipendentemente dall'operazione eseguita.
Il primo clic su una figura del cursore disattiva lo snap (sfondo rosso), il secondo clic lo attiva (sfondo verde), il terzo ripristina lo stato predefinito.

Funzione snap disattivata

Funzione snap attivata

Snap predefinito a seconda dell'operazione in corso



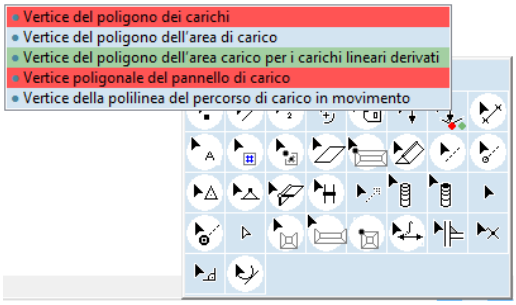
Cliccate su E per impostare uno snap esclusivo. Verrà rilevato solo lo snap su cui si clicca. Lo sfondo della funzione snap scelta diventa giallo.

Questo pulsante ripristina lo snap dell'oggetto allo stato predefinito (dipende dall'operazione corrente).

La cornice blu intorno alla forma del cursore significa che il cursore è associato a più oggetti. La forma del cursore a linea può mostrare il rilevamento di una linea strutturale, una linea sul modello architettonico o sul livello di sfondo.

Regolazione accurata dello snap agli oggetti

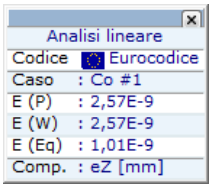
Facendo clic con il tasto destro del mouse su un'icona, è possibile regolare con precisione le funzioni di snap agli oggetti. Ad esempio, facendo clic con il tasto destro del mouse sull'icona *Vertici del poligono di carico* è possibile attivare o disattivare lo snap a diversi tipi di vertici del poligono di carico.
Se si attivano/disattivano solo alcuni sottotipi, lo sfondo dell'icona rimane blu, ma nella parte inferiore dell'icona compaiono piccoli punti verdi/rossi.



2.19. Finestre di informazione

Le finestre di informazione sono situate nell'area grafica. Possono essere spostate sullo schermo cliccando sulla barra del titolo, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse e spostandole in un altro punto dellos schermo.

2.19.1. Finestra Info

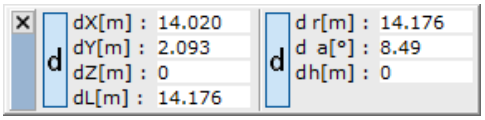


Mostra informazioni sulla visualizzazione dei risultati come: parte(i) attive, impostazione di prospettiva corrente, tipi di analisi, codice di progettazione corrente, caso di carico corrente o combinazione di carico, errori di soluzione, componente di risultato corrente.
Per l'illustrazione dei parametri E(U), E(P), E(W), E(EQ).
Vedere... *5 Analisi* e *5.1 Analisi Statica*.

Il tipo della codifica è visualizzato all'interno della linea d'intestazione nera.
Nel caso in cui al calcolo non lineare venga applicata la non linearità geometrico, viene visualizzato un messaggio di avviso se si è verificato un problema di stabilità nel passo corrente. ***Vedi...*** *5.1 Analisi Statica*
Nel caso in cui il calcolo non lineare tenga conto delle barre d'armatura, appaiono anche i messaggi di avvertimento dell'armatura. ***Vedi...*** *6.5.6 Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato* e *6.5.7 Analisi non lineare di superfici CA .*
Il messaggio di avviso viene visualizzato se il problema si è verificato nel passo corrente o in uno precedente.
Se la scheda *Fasi di costruzione* è attiva o se sono visualizzati i risultati di una fase di costruzione, la fase corrente è elencata anche qui. ***Vedere...*** *4.13 Fasi di costruzione - Modulo STG*

Nel caso in cui viene attivata più di una parte, viene visualizzata una lista di parti attive a condizione che il numero di parti non superi un certo limite. Tale limite può essere impostato facendo clic destro sulla finestra Info e cliccando la voce di menu *Impostazioni*.

2.19.2. Finestra delle Coordinate



Vedere... *4.4 Finestra Coordinate*

2.19.3. Codifica colore



Questa finestra informativa appare dopo l'attivazione di una codifica colori (***Vedi...*** *2.16.5 Codici colori*) a meno che non sia disattivata nel menu Finestra (***Vedi...*** *3.6.2 Finestre d'Informazione*).

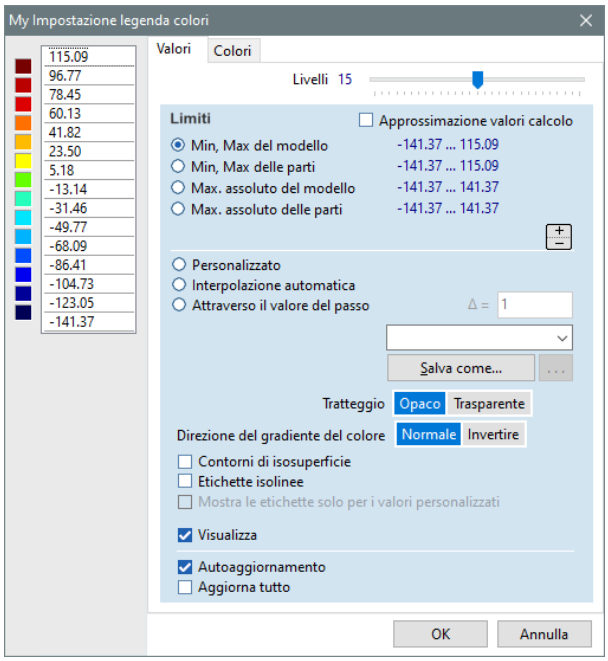
2.19.4. Finestra Legenda Colori

Legenda colori

Visualizza la legenda colori relativa alla componente visualizzata nella fase di -elaborazione dei risultati. Le dimensioni della finestra possono essere cambiate e si può cambiare il numero dei livelli semplicemente trascinando il puntatore accanto alla cella del numero dei livelli o inserendo un nuovo valore.
I colori saranno aggiornati immediatamente.

I dettagli della Finestra possono essere impostati nella finestra di dialogo Impostazione Legenda Colori. Per aprire questa finestra si deve semplicemente cliccare la finestra legenda colori.

Impostazioni legenda colori



Si possono impostare i dettagli della legenda dei colori nella finestra di dialogo di impostazione della legenda dei colori. Per aprire questa finestra di dialogo basta cliccare sulla finestra della legenda dei colori.
La prima scheda *(Valori)* è per impostare la gamma di colori e alcune opzioni di visualizzazione ed etichettatura dei risultati. La seconda scheda *(Colori)* è per assegnare diversi gradienti di colore ai diversi componenti del risultato.

Valori

Limiti

Impostazione criteri per i limiti di intervallo:

Min/ Max del modello
Imposta il limite inferiore e superiore ai valori massimo e minimo dell'intero modello. I valori intermedi vengono interpolati.

Min/ Max delle parti
Imposta il limite inferiore e superiore ai valori massimo e minimo delle parti attive. I valori intermedi vengono interpolati.

Max Assoluto del modello
Imposta il limite inferiore e superiore ai valori massimo assoluto dell'intero modello con i segni rispettivamente negativo e positivo. I valori intermedi vengono interpolati.

Max Assoluto delle parti
Imposta il limite inferiore e superiore ai valori massimo assoluto delle parti attive con i segni rispettivamente negativo e positivo . I valori intermedi vengono interpolati.

Arrotondamento valori calcolati

Se i limiti d'intervallo sono interpolati tra il minimo e il massimo valore(non ci sono valori personalizzati o passi introdotti dall'utente) i valori interpolati possono essere arrotondati.



Intervalli positivi / negativi separati

Premendo il pulsante si creano due colori: uno per i valori positivi e uno per quelli negativi. Questa modalità bi-colore può essere utile quando si visualizzano le differenze d'armatura.

Personalizzato
Cliccando una voce della lista sulla sinistra se ne può cambiare il valore. Se si è in modalità edit ci si può spostare nella lista con i tasti SU e GIU' e cambiare il valore corrente. Quando si clicca **OK** la serie dei valori di intervallo deve essere decrescente dall'alto in basso.

Interpolazione Automatica
Se è abilitata la cella Interpolazione Automatica è controllato le serie saranno ricalcolate ogni volta che si inserisce un nuovo valore. Se si inserisce un nuovo valore di inizio o fine serie, la serie ricalcolata sarà lineare tra i valori di inizio e fine. Se si inserisce un nuovo valore in un intervallo all'interno della serie, essa sarà bilineare, ossia lineare tra inizio e nuovo valore e tra nuovo valore e valore finale ma i passi potrebbero differire.

Attraverso il valore
La scala di colore è determinata dal passo dato. Immettendo un nuovo livello di valore gli altri livelli saranno ricalcolati utilizzando il passo. Passando da un altro crieria l'insieme parte dal valore più basso e utilizza l'ultimo valore del passo.

Memorizzi i valori della scala con tasto *Salve come...*
Per rivedere di valori tasto **. . .**

Tratteggio al di fuori del range dei valori

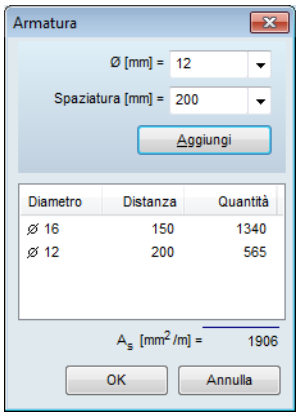
Il tratteggio al di fuori del range dei valori può essere settato opaco o trasparente

Direzione sfumatura colore Permette di invertire la direzione della sfumatura di colore.

Contorni isosuperfici Se attivato appare una linea di contorno sul perimetro delle isosuperfici.

L'impostazione degli intervalli limite standard è disponibile anche direttamente dal menu rapido della finestra Legenda Colori. Esso compare cliccando sulla finestra col tasto destro del mouse

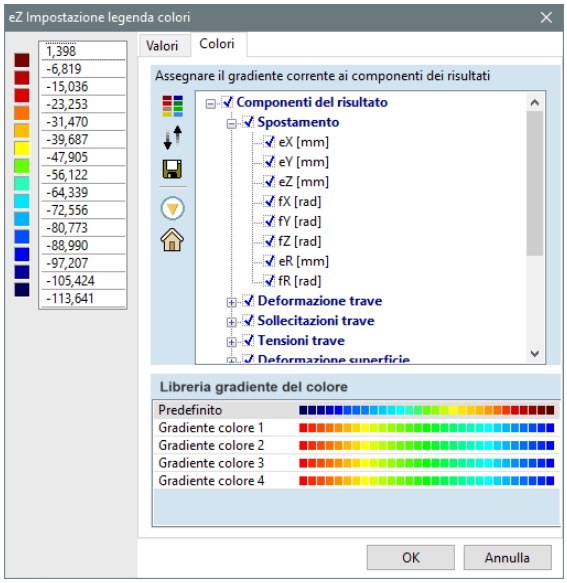
Calcolo...
Quando la visualizzazione dei valori dell'armatura cliccare *Calcolo...* per calcolare la quantità di armatura per l'articolo selezionato della lista dai diametri e dalla spaziatura.



☞ ***Visualizzando lo schema di armatura Axis VM non assegna il colore ai valori numerici ma alle diverse configurazione delle barre.***

E' possibile definire se visualizzare tutti gli schemi o solo quelli con le parti visibili attive.

Colori



I colori possono essere modificati assegnando una sfumatura di colore ai valori. Una sfumatura può essere assegnata ad ogni componente di risultato, ad esempio gli spostamenti possono essere visualizzati in diversi colori rispetto alle forze interne. Impostare una sfumatura da chiara a scura può aiutare a risolvere l'ambiguità di un output in scala di grigi.



Sfumatura nuovo colore
Una nuova sfumatura del colore può essere definita trascinando i punti iniziale e finale della sfumatura nella posizione desiderata.



Ripristina sfumatura colore
Scambia il colore iniziale e finale della sfumatura.



Salva il gradiente di colore nella libreria del gradiente di colore
Le sfumature possono essere salvate in una libreria per un utilizzo futuro.



Salva le attuali assegnazioni della sfumatura del colore come impostazione predefinita
Le assegnazioni dei componenti di risultato correnti diventano l'impostazione predefinita per i nuovi modelli.



Ripristinare le assegnazioni predefinite della sfumatura del colore.
Imposta le assegnazioni predefinite dei colori per i componenti di risultato.

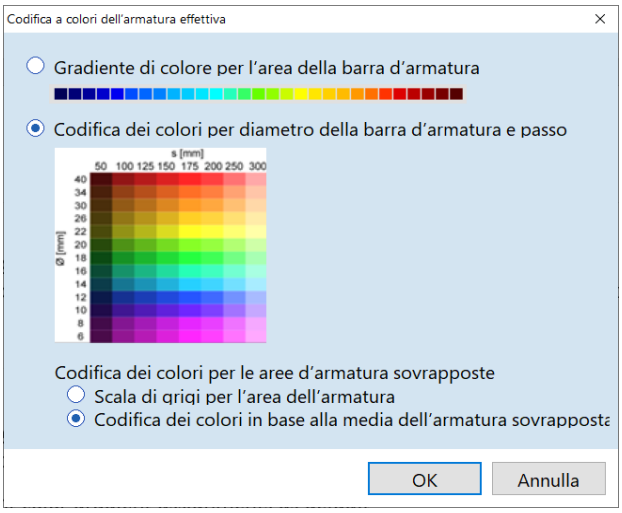
Cliccando su un elemento della *Libreria sfumatura colore* applica la sfumatura.

Codifica dei colori per gli schemi effettivi di rinforzo

Se viene visualizzato un componente di rinforzo effettivo *(xb, yb, xt, yb)*, la legenda dei colori elenca tutti gli schemi di rinforzo definiti nel modello nel seguente formato:

Ø16/200 (1005) [3.4],
esempio Ødiametro/passo
(area dell'armatura) *[copriferro]*

Fare clic sulla legenda del colorI per visualizzare le opzioni di codifica a colori per gli schemi di rinforzo effettivi.



Gradiente di colore dell'area della barra

Un colore è assegnato allo schema in base alla sua area specifica della barra.

Codifica dei colori per il diametro e il passo della barra

Un colore è assegnato allo schema in base al diametro e al passo della barra. La tonalità dipende dal diametro, la luminosità dipende dal passo.
Se i domini di rinforzo si sovrappongono, il colore dell'area di sovrapposizione può essere determinato da uno dei seguenti metodi:

Scala di grigio per l'area della barra

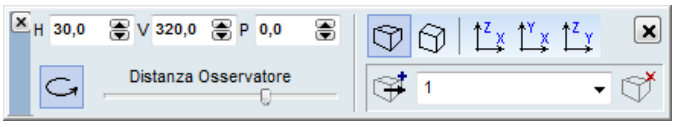
Un colore grigio è assegnato all'area in base all'area totale specifica della barra.

Codifica dei colori in media dei rinforzi sovrapposti

Un passo medio e un diametro sono calcolati come

$$s = \frac{1}{\sum_i \left(\frac{1}{s_i}\right)}; \quad d = s \cdot \sum_i \frac{d_i}{s_i}$$

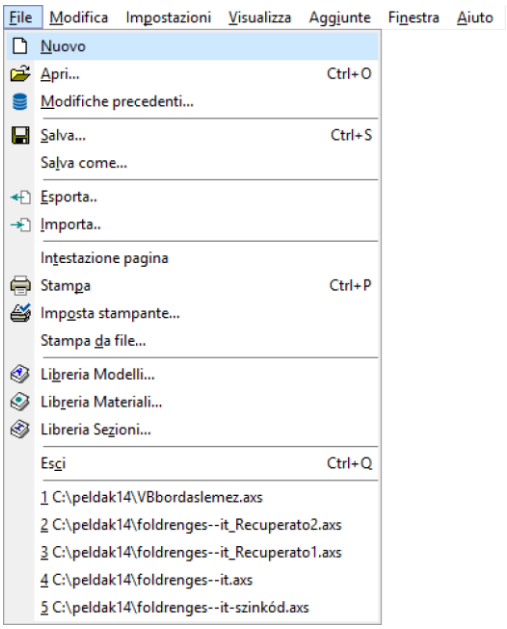
2.19.5. Finestra per la gestione della prospettiva



Vedere... *2.16.3 Viste*

3. Il Menù principale

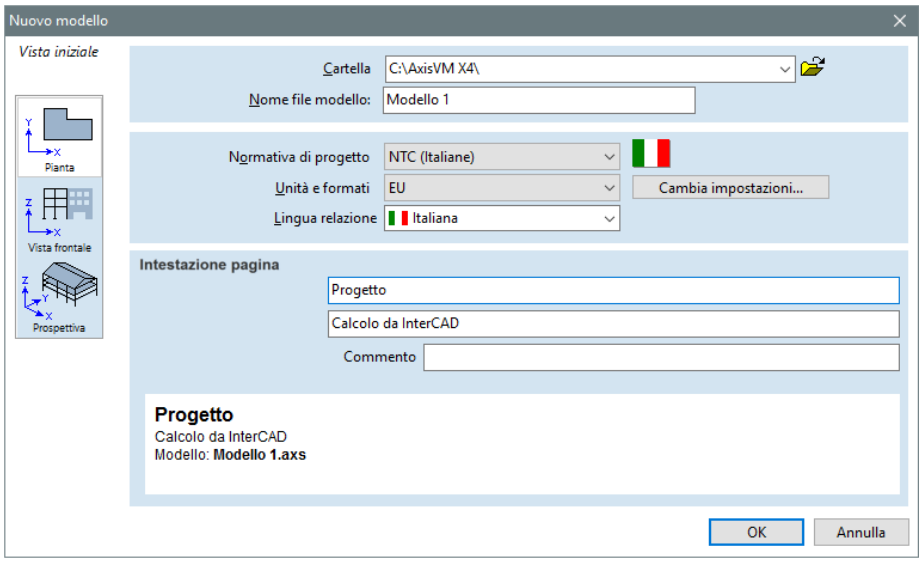
3.1. File



I comandi del menù sono descritti sotto.

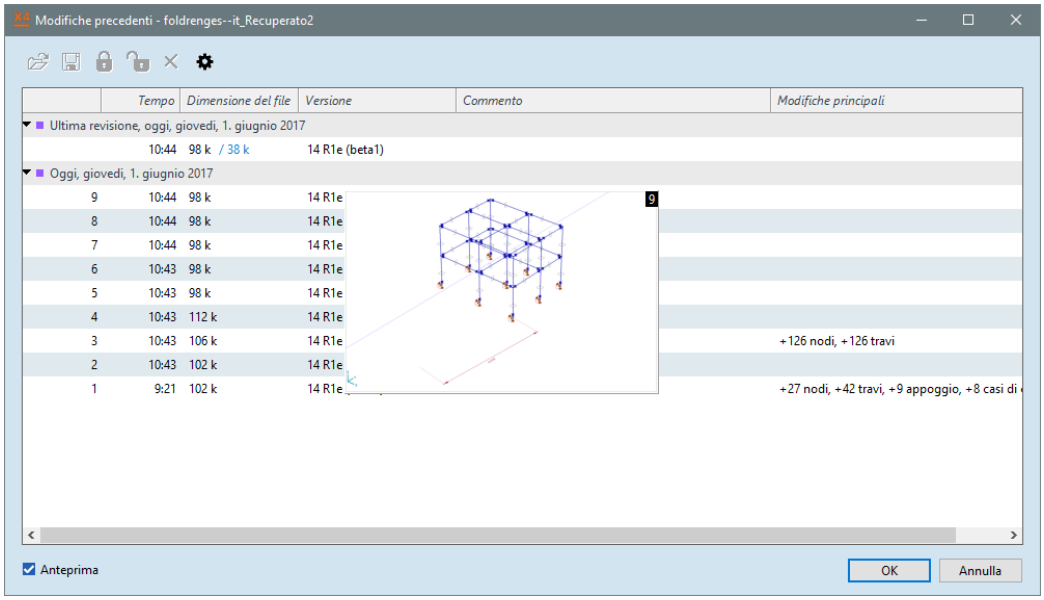
3.1.1. Nuovo



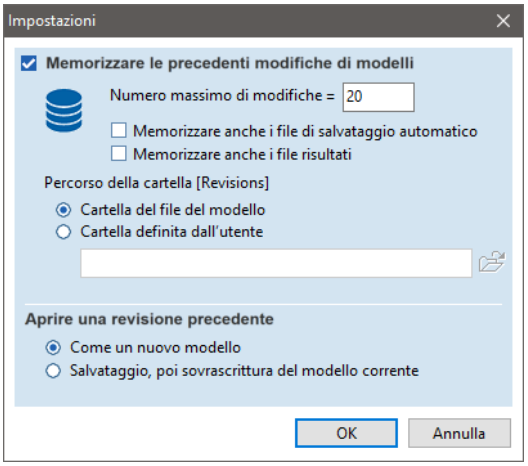


Creato un nuovo modello. Si utilizza questo comando per iniziare una nuova sessione di modellazione. Se non si è salvato il modello corrente,appare una finestra che chiede se lo si vuole salvare prima di cominciare la nuova sessione.
Vedere i comandi *'Salva'* e *'Salvata come'* per maggiori informazioni su come salvare il modello corrente. Bisogna specificare un nome per il nuovo modello. Si possono selezionare lo Standard e il sistema di unità più appropriati. Si possono inserire informazioni specifiche nel campo Intestazione, che apparirà su ogni pagina stampata. Un nuovo modello usa le impostazioni predefinite del programma.
Se è stata selezionata un'immagine come logo per i disegni, le tabelle e le relazione, apparirà anche in questa maschera. Per modificarlo cliccare sull'immagine o selezionare il menu *Impostazioni / Preferenze / Relazione / Logo aziendale / Impostazioni...*

3.1.2. Revisioni precedenti...



AXISVM può conservare le revisioni precedenti del modello. Questa funzione è attiva nelle impostazione predefinite. La finestra di dialogo Revisioni precedenti elenca le revisioni precedenti in ordine inverso cronologico (l'elemento più alto è quello più recente). La colonna Dimensione file mostra la dimensione del file di modello (e il file di risultato se esiste).
Le revisioni possono essere aperte e bloccate. Possono essere inseriti e modificati delle note facendo clic su una cella nella colonna Commento.



Il numero massimo di revisioni memorizzate può essere modificato nella finestra di dialogo Impostazioni. Se il numero di revisioni ha raggiunto il massimo, la revisione più vecchia viene eliminata quando si salva una nuova revisione. È inoltre possibile memorizzare le revisioni e i file di risultati salvati automaticamente (per le impostazioni di autosave, vedere *Impostazioni / Preferenze / Integrità dei dati*, *3.3.11 Preferenze*).
I file di Autosave vengono visualizzati in grigio e il loro numero di revisione viene visualizzato tra parentesi.
La cartella *Revisions* contenente le successive revisioni del modello viene creata di default sotto la cartella model file, ma la posizione di questa cartella può essere cambiata.

Esistono due modi per aprire una revisione precedente:

- Aprilo *Come nuovo modello* o
- *Salvare quindi sovrascrivere il modello corrente.*

Quest'ultima opzione salva lo stato corrente del modello come revisione, quindi la revisione precedente sovrascrive il modello.

Questa finestra di dialogo è disponibile anche in Impostazioni / Preferenze / Integrità dei dati,



Apri. Salva la revisione selezionata come nuovo modello e la apre. È possibile conservare le revisioni precedenti.



Salvare una revisione precedente. Salva la revisione selezionata sotto un nuovo nome. È possibile conservare le revisioni precedenti.



Blocca revisioni. Blocca le revisioni selezionate. Queste revisioni non vengono eliminate anche se il numero delle revisioni salvate ha raggiunto il massimo definito in Impostazioni.



Sblocca le revisioni. Sblocca le revisioni selezionate. Se una revisione è sbloccata, verrà eliminata se necessario.



Elimina. Elimina le revisioni selezionate (le revisioni bloccate verranno escluse).

☞ ***Le revisioni precedenti sono memorizzate in una sottocartella \ Revisioni \ nome modello creata sotto la cartella del file di modello. La copia e lo spostamento del file non copia o sposta queste sottocartelle. Per copiare o spostare le revisioni, la sottocartella di cui sopra deve essere copiata o spostata nella nuova posizione.***

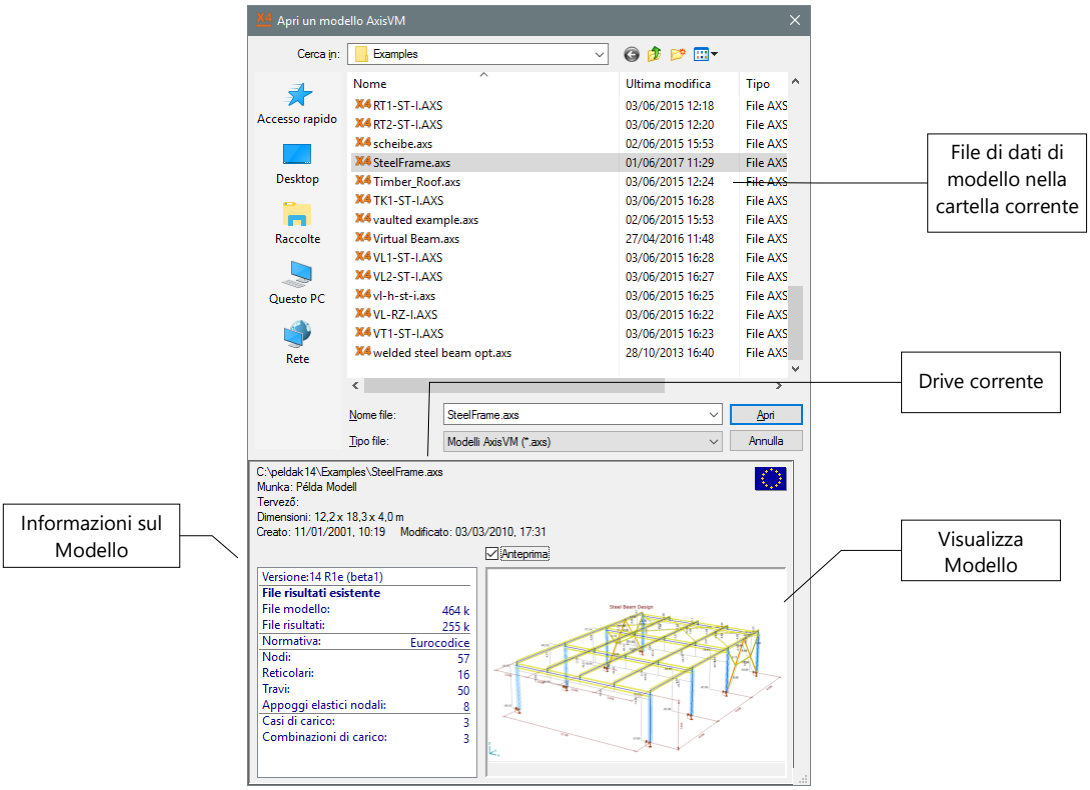
3.1.3. Apri



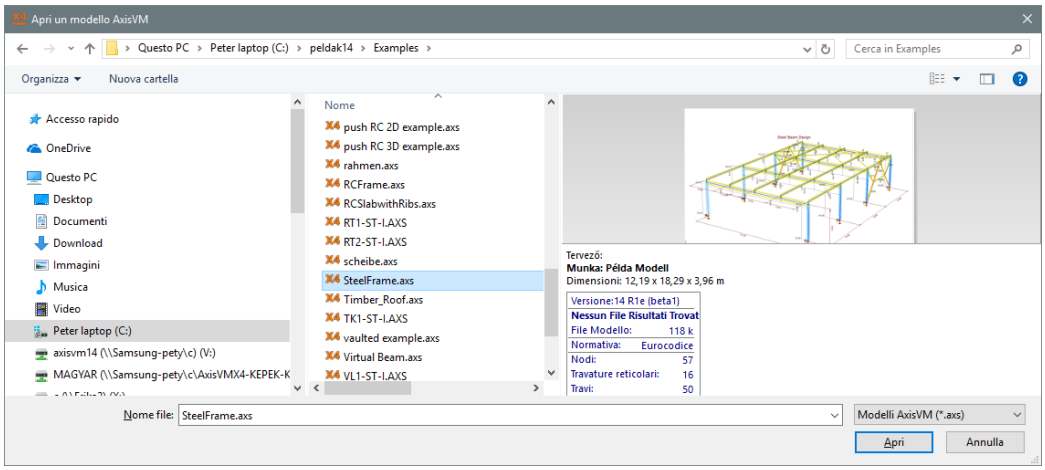
[Ctrl]+ [O]

Carica in AXISVM. un modello esistente Se non si è salvato il modello corrente, appare una finestra che chiede se lo si vuole salvare prima di cominciare la nuova sessione. Vedere i comandi *'Salva'* e *'Salvata come'* per maggiori informazioni su come salvare il modello corrente..
Selezionando questo comando, si aprirà la finestra di dialogo Apri.
Se la cartella che appare nel dialog box è quella desiderata, si può semplicemente inserire il nome del file nel campo apposito o selezionarlo dalla lista Se la directory non è quella desiderata, bisogna selezionare il drive e il nome della directory insieme al nome file.

☞ ***AXISVM salva i dati del modello in file del tipo* Modelname.AXS *(dati di input) , e* Modelname.AXE. *(risultati). Entrambi i file contengono lo stesso identificatore univoco per ogni salvataggio e questo rende possibile il controllo della stessa versione del modello dei file con estensione AXS e AXE.***



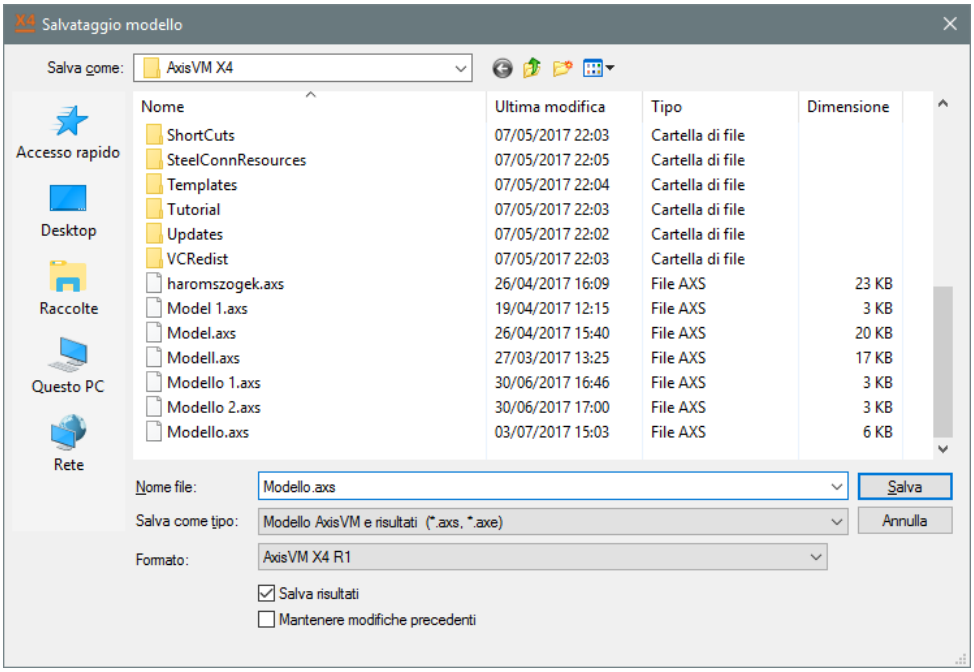
La finestra aperta ha un aspetto diverso su i sistemi operativi Windows XP e Vista / Windows 7 / Windows 8/ Windows 10.



3.1.4. Salva



[Ctrl]+ [S]



Salva il modello con il nome che compare alla sommità dello schermo di AXISVM. Se il modello non è stato ancora mai salvato, appare automaticamente la finestra di dialogo Salva con nome che chiede di inserire un nome. Se si sta modificando un modello esistente, ma si vuoi tenere la versione originale, utilizzare il comando *Salva* con nome

Se si abilita la cella Crea Copia di Backup in *Impostazioni/ Preferenze/Integrità dati/Salvataggio automatico* sarà creata un file di backup del modello precedente.

Se la voce *Impostazioni / Preferenze / Integrità dati / Formato AXS compresso* è selezionata il file del modello sarà salvato in formato compresso. La dimensione media dei file compressi risulta pari al 10% circa delle dimensioni dei file originali. La compressione risulta molto efficiente sui file di grosse dimensioni.

3.1.5. Salva come



Assegna un nome al modello e lo salva. Si può usare questo comando per denominare e salvare un modello se non lo si è ancora mai salvato o se si sta modificando un modello esistenti ,ma si vuole tenere la versione originale. Selezionando questo comando si aprirà la finestra di dialogo Salva come.

La finestra di dialogo Salva ha un aspetto diverso su i sistemi operativi Windows XP e Vista / Windows 7 / Windows 8 / Windows10

3.1.6. Esporta



Le funzioni di esportazione creano tipi diversi di file per trasferire dati ad altre applicazioni di ingegneria.

3.1.6.1. Esporta in DXF

DXF

Salva la geometria del modello in formato file DXF per renderlo utilizzabile in altri programmi CAD. La geometria è salvata con le dimensioni correnti, nel file Modelname. DXF.
Selezionando questo comando si aprirà la finestra di dialogo Esporta DXF ,che permette di specificare le unità di misura nel file esportato.

È inoltre possibile esportare i risultati impostati nella vista corrente (nella modalità diagramma, contorno, superficie 2D, ecc.).

I seguenti formati sono disponibili per l'output DXF:

- File AutoCAD 2004 di DXF
- File AutoCAD 2000 di DXF
- File AutoCAD R12 di DXF
- File AutoCAD di progettazione dell'armatura
- File AutoCAD 2004 di progettazione dell'armatura

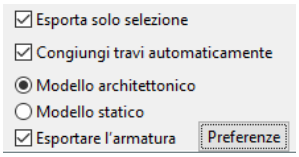
I file di progettazione dell'armatura sono schemi delle armature di superficie necessarie esportati con etichette e una legenda a colori. Ogni direzione è su un livello separato. Per esportare questo tipo di file DXF, andare alla scheda *Verifica CA* e selezionare un componente di risultato relativo all'armatura richiesta.

Si consiglia di utilizzare il formato AutoCAD 2004 per evitare la perdita dei dati. I formati DXF precedenti supportano 256 colori della tavolozza e solo i caratteri ASCII.
Per ulteriori opzioni di esportazione del file DXF e la relativa descrizione, vedere la sezione *3.1.6.8 Esporta in altre applicazioni*

3.1.6.2. Esporta in IFC

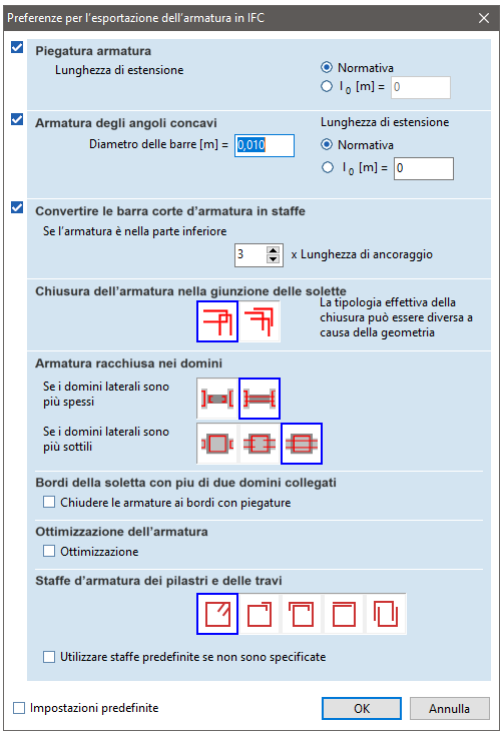
IFC 2x, 2x2,2x3 file

L'esportazione di questo tipo di file richiede **il modulo IFC.**
Esporta un file IFC che descrive il modello con oggetti architettonici (muri, solai, colonne, travi). I file IFC possono essere importati da ArchiCAD, AutoDesk ADT, Revit, Nemetscheck Allplan, Tekla-Xsteel ed altri programmi di progettazione architettonica.



Verifica dell'esportazione dell'armatura nella finestra di salvataggio e facendo clic su Preferenze visualizza una finestra di dialogo per impostare l'esportazione dell'armatura effettiva

Dalla release 13R1 è possibile esportare in un file IFC l'armatura di rinforzo.
L'algoritmo presente in AXISVM permette di esportare oltre all'armatura di rinforzo specificata dall'utente è possibile definire il tipo di barre utilizzate e se il raccordo ai bordi avviene piegando i ferri a gancio o utilizzando dei ferri tipo staffe ecc.



- *Piegatura dell'armatura nei bordi liberi della soletta:* le armature che terminano nei bordi di soletta non adiacenti ad altre solette vengono chiusi con delle piegature, la lunghezza delle piegature può essere progettata secondo normativa o imposta dall'utente.
- *Armatura degli angoli concavi:* le zone con angoli concavi possono essere rafforzate con semplici barre di cui è necessario specificare il diametro, la lunghezza delle barre può essere progettata secondo normativa o imposta dall'utente.
- *Conversione delle barre corte in staffe:* per evitare la duplicazione inutile di armature, è possibile impostare un valore utente. Se questo fattore moltiplicato per la lunghezza minima dovesse risultare inferiore alla lunghezza delle barre convertirebbe l'armatura in staffe.
- *Chiusura dell'armatura in corrispondenza della giunzione delle solette:* lungo i bordi delle solette che non condividono lo stesso piano, l'algoritmo può collegare le barre delle singole solette con delle forcelle o con dei ganci. La geometria reale di queste barre sagomate dipende dalla larghezza e dall'angolo delle piastre di giunzione, talvolta, l'algoritmo rivede la scelta effettuata dall'utente. Le dimensioni delle barre sagomate sono progettate in funzionedella lunghezza minima.
- *Armatura tra domini adiacenti*: il metodo di armatura dei domini affiancati da altri domini può essere definito dall'utente. Si può scegliere che le armature risultino indipendenti, ancorate alle armature dei domini adiacenti. Se i domini adiacenti sono più sottili si può scegliere che venga attraversato dalle loro armature.
- *Bordi di soletta con più di due domini collegati*: in questi casi una soluzione automatica non può essere trovata, così l'utente può scegliere se saltare completamente questi bordi o armare i domini come fossero indipendeti uno dall'altro.
- ottimizzazione delle posizioni delle barre delle armature per distribuirle in modo uniforme se i domini di rinforzo si sovrappongono
- La lunghezza delle barre calcolate sarà sempre arrotondata al valore più prossimo dell'elenco seguente: 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.4, 3.0, 4.0, 6.0, 12.0 m
- *Staffatura della colonna e della trave*: l'esportazione delle staffe nel file avverrà in base alle impostazioni delle proprietà delle staffe scelte dall'utente. Se tale impostazione non è disponibile, l'utente può scegliere se utilizzare le regole standard per il calcolo delle posizioni delle staffe, o saltare completamente questa operazione. Al momento sono disponibili cinque diverse forme di staffa, l'utente può selezionare la forma cliccando sull'icona della forma desiderata.

Esportare i dati del modello

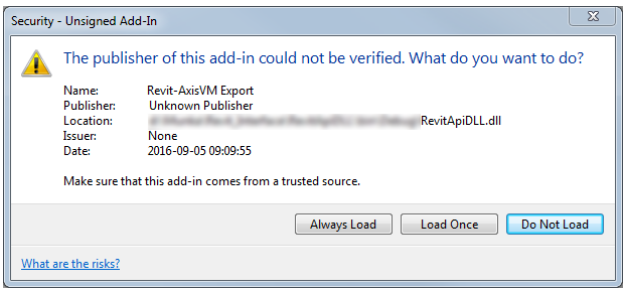
Se l'opzione *Modello architettonico* è selezionata, saranno esportati solo gli oggetti architettonici.
Se l'opzione *Modello statico* è selezionata, saranno incluse nel documento IFC le mesh di elementi finiti, i carichi, i casi di carico, i gruppi di carico e le combinazioni di carico. Carichi dinamici, linee d'influenza o carichi in movimento saranno esclusi.

3.1.6.3. Esportazione in Revit

Esportazione in Revit (.are)*

L'esportazione di questo tipo di file richiede il **modulo REV**, Autodesk Revit 2019 o successive.
Il modello AXISVM (l' intero modello, le parti attive o gli elementi selezionati) può essere salvato in un file con estensione ARE, leggibile da Revit dopo l' installazione di un add-on.
Gli elementi esportati sono: reticolari, travi, nervature, domini e supporti. L' add-on d'importazione per Revit consente il filtraggio degli elementi, definendo la geometria predefinita per gli appoggi nodali e lineari e la corrispondenza dei materiali definiti in AXISVM con i materiali Revit.
Se Revit è stato installato sul computer, l' add-on di Revit viene installato automaticamente anche se il modulo REV non è incluso nella configurazione.
Il file *.addin necessario per la collaborazione tra i due programmi viene collocato in una cartella chiamata *c: \ Users \ <Username> \ AppData \ Roaming \ Autodesk \ Revit \ Addins \ yyyy,* dove yyyy é 2019 o superiore, a seconda della versione di Revit.

☞ ***La finestra popup mostrata di seguito apparirà nella fase di inizializzazione di ogni componente aggiuntivo o eseguibile di terze parti.***



In questo caso, premere "Carica una volta" se si desidera caricare l' add-in e utilizzare le sue funzionalità, oppure "Carica sempre" se si desidera eliminare questa finestra di dialogo in futuro.

Dati Esportati

Per il momento, solo i dati geomatrici vengono esportati a Revit, che sono:

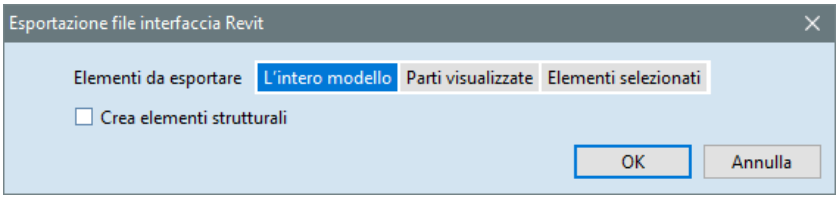
- elementi lineari con i loro materiali e sezioni trasversali
- superfici e loro materiali
- appoggi

Utilizzo

Il processo di esportazione deve essere sempre avviato da AXISVM, come indicato di seguito:

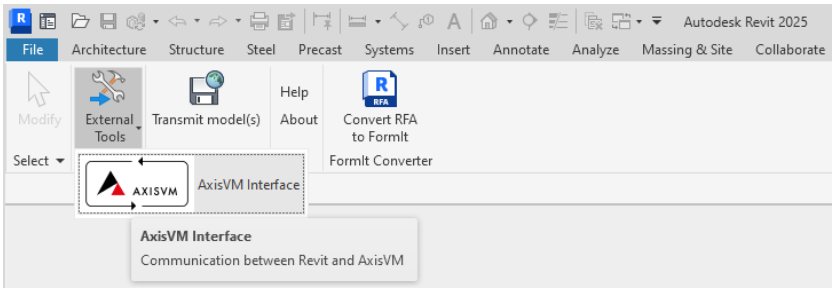
Menu File -> Exporta -> Export to revit (*.are)

Premendo il pulsante *Impostazioni* della finestra di dialogo aperta è possibile scegliere tra diverse opzioni:



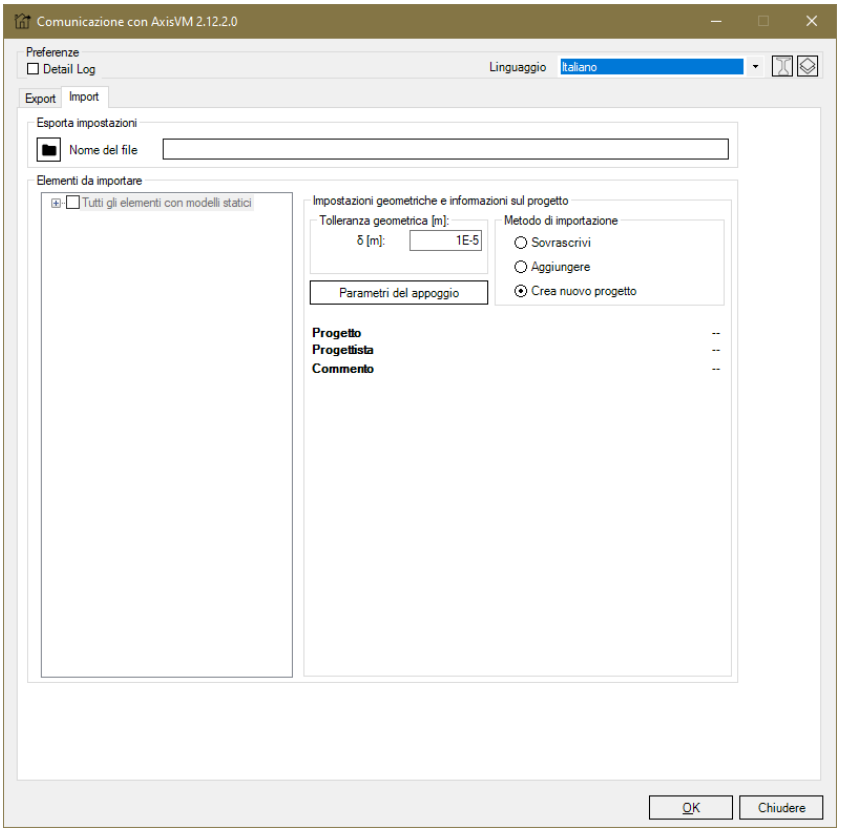
- Intero modello - tutti i dati esportabili saranno scritti nel file
- Parti visualizzate: tutte le parti visibili sullo schermo vengono esportate
- Elementi selezionati - solo gli elementi selezionati prima vengono esportati

Dopo aver salvato il file con estensione. are è possibile importarlo in Revit come nell' immagine allegata:



Add-Ins / External Tools / AXISVM Interface

Dopo questo, comparirà la maschera mostrata sotto:

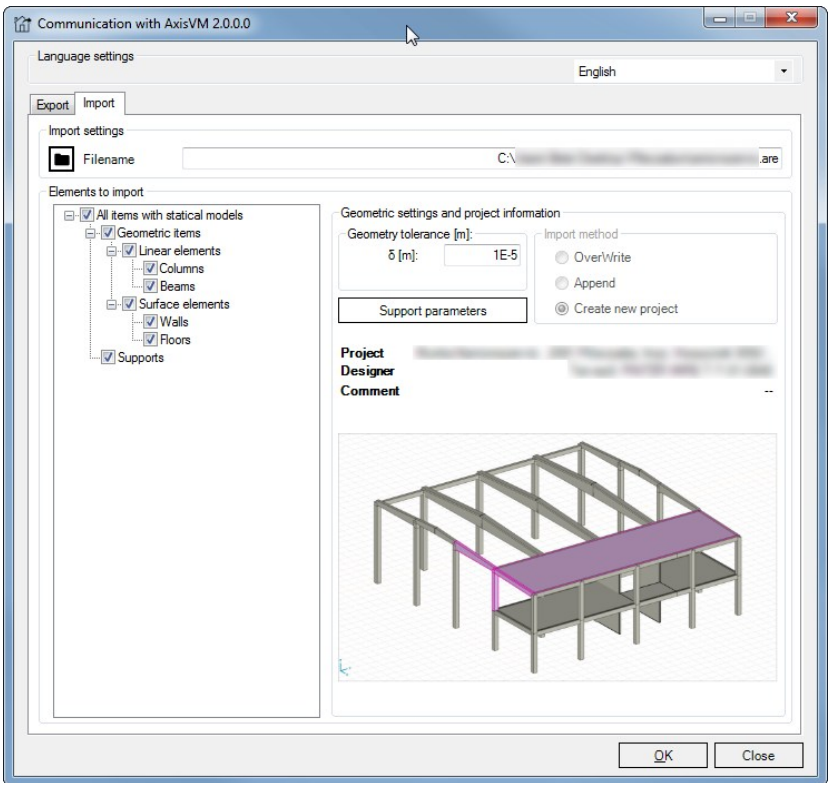


Nella momento in cui c' è un progetto aperto di Revit, saranno abilitati sia l' esportazione che l' importazione, altrimenti è possibile utilizzare solo la scheda Importa.

Per importare i file con estensione .are è necessario premere il pulsante situato a sinistra dell' etichetta Filename.

Successivamente l'albero di sinistra viene aggiornato con il contenuto del file e nella parte destra e visionabile l'anteprima del modello da importare.

Gli elementi effettivamente importati possono essere filtrati controllando i nodi dell' albero a sinistra.



Metodo d'importazione

Se si dispone già di un progetto aperto al momento dell' importazione, è possibile selezionare tra diverse opzioni:

- *Sovrascrivere* - tutti gli elementi saranno cancellati dal progetto (tranne quelli precedentemente inseriti) e nuovi elementi saranno importati in questo progetto pulito.
- *Aggiunge* – i nuovi elementi sono aggiungiunti al progetto preservando gli elementi già inseriti.
- *Creare un nuovo progetto* - i progetti aperti rimangono invariati e ne verrà creato uno nuovo, in cui tutti gli elementi saranno importati.

D' altra parte, se non avete nessun progetto aperto, ne verrà creato uno nuovo.

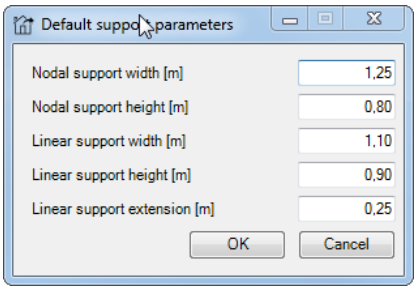
È importante notare che se il progetto è in sola lettura, solo la terza opzione è abilitata.

☞ ***In caso di problemi, è possibile creare un file di log dettagliato selezionando la casella di spunta in alto nella finestra. In questo modo verrà generato un file di log di grandi dimensioni con il nome del file di importato ma con estensione .log, che potrà essere inviato al distributore con la richiesta di assistenza.***

Parametri degli appoggi

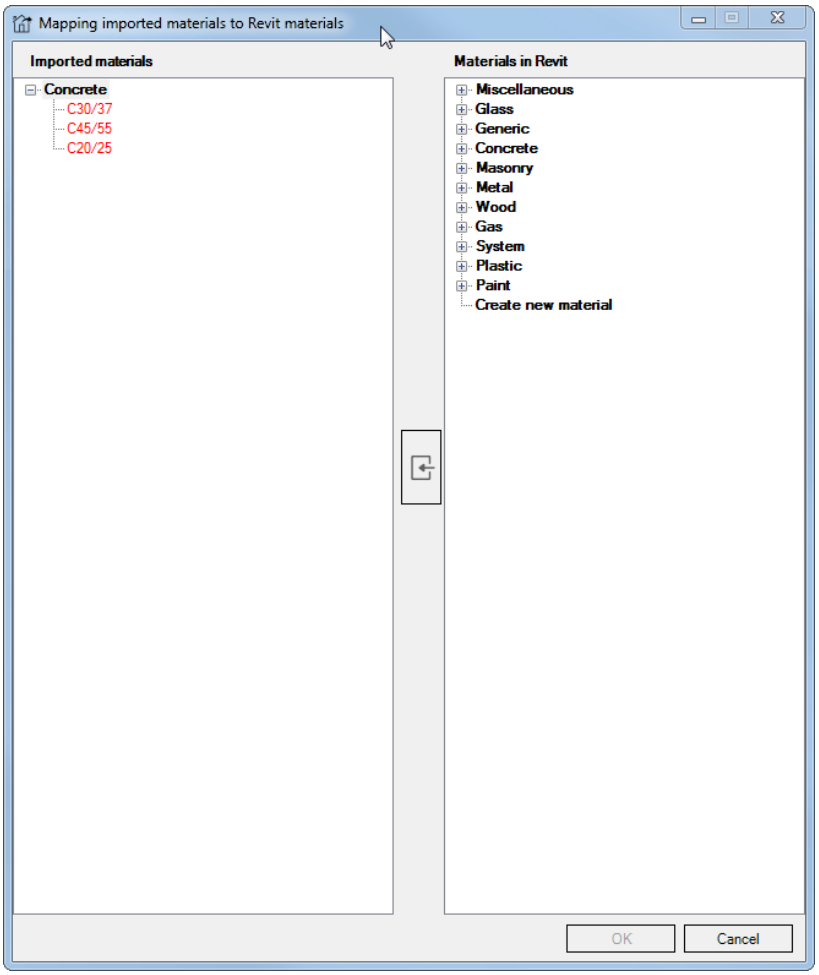
Gli appoggi sono importati sulla base delle seguenti considerazioni:

Se è stata assegnata una geometria a un determinato supporto in AXISVM, questa proprietà verrà utilizzata. In caso contrario, la geometria verrà creata in base ai parametri predefiniti, che possono essere impostati facendo clic sul pulsante "Parametri di supporto".



Corrispondenza dei materiali

Poiché i dati dei materiali di AXISVM non possono essere associati direttamente ai materiali Revit, è necessaria l' interazione dell' utente per poter eseguire questa corrispondenza. Può essere fatto utilizzando il modulo riportato di seguito:



È possibile continuare il processo d'importazione solo se tutte le corrispondenze vengono effettuate in questa finestra. Per associare il materiale AXISVM al materiale Revit, è necessario selezionare un tipo di materiale dall' albero di sinistra e un altro dall' albero del destra. Quindi, se si preme il pulsante tra i due alberi, il materiale AXISVM selezionato verrà associato al materiale Revit selezionato. La selezione sull' albero sinistro salterà automaticamente sul successivo nodo non elaborato. I nodi non processati sono disegnati in rosso, tutto il resto in nero.

Non è necessario fare questa associazione uno ad uno. Se invece si seleziona un nodo con più figli, a tutti i figli del nodo verrà assegnato il materiale Revit selezionato.

Se si seleziona l' ultimo nodo dell' albero di destra, verrà inserito un nuovo materiale Revit nel database con le proprietà ereditate dal materiale AXISVM selezionato.

Dopo aver completato tutte le corrispondenze, il pulsante OK sarà abilitato e sarà possibile continuare il processo d'importazione.

3.1.6.4. **Esporta in Tekla Structures**

Tekla Structures file

Sono disponibili due formati di file diversi:

I file Tekla Structures ASCII (*.asc)
Salva la geometria del modello in un file riconosciuto dal software Xsteel. Il file include le coordinate dei nodi, le proprietà delle sezioni e il punto di riferimento aste reticolari e travi.

I file Tekla (TS) , e DSTV (*.stp)
Salva i dati degli elementi reticolari e travi (punti terminali, materiale, sezione trasversale, riferimento) come un file standard DSTV. Questo formato di file è supportato da diversi software per la progettazione dell'acciaio.

Tekla Structures 2021 (e le versioni successive) supportano la connessione bidirezionale con programmi esterni. Il modulo **TI** dell'AXISVM può stabilire una tale connessione, quindi vale la pena utilizzare questo scambio reciproco di dati invece dei file di interfaccia di cui sopra (*3.1.9.1 Collegamento bidirezionale per Tekla Structures versione 2021 e successive*)

3.1.6.5. Esporta in Nemetschek Allplan

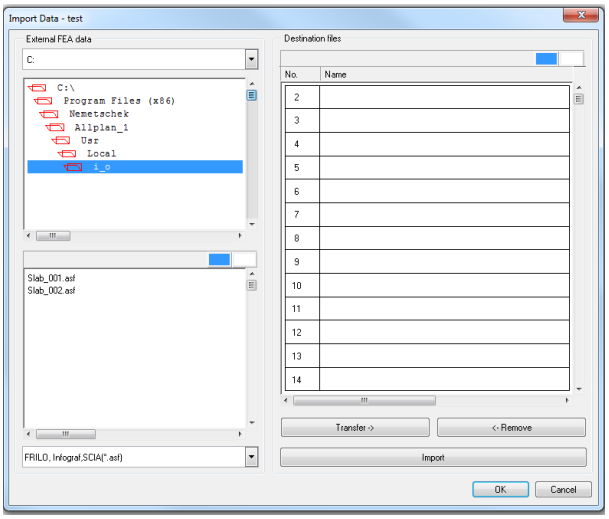
Nemetschek AllPlan

L'esportazione di questo tipo di file richiede **il modulo ALP.**
Esporta l'armatura di tutti i domini attivi in file separati (filename_001.asf ...) che possono essere successivamente importati in Nemetschek Allplan nella modalità batch (insieme in una volta). A causa di limitazioni d'importazione di Allplan, i domini inclinati vengono trasformati in domini piani su XY o XZ, a seconda del piano al quale più si avvicinano.
Viene esportata solo l'armatura dei domini, i risultati di elementi di superficie definiti singolarmente saranno ignorati. Sono esportati tre valori d'armatura per gli elementi mesh triangolari e quattro valori per gli elementi mesh rettangolari.
Selezionare *Sposta all'origine* per spostare i domini esportati verso l'origine (il nodo poligonale esterno più vicino all'origine verrà giustificato all'origine). Selezionare il tipo d'armatura da esportare: richiesto (calcolato), reale (applicato) o il massimo di entrambi.

☞ ***L'esportazione in file ASF è disponibile solo nel file R.C. Scheda di progettazione***

Importing ASF file into AllPlan

- Per importare un file ASF, passare alla voce di menu *Crea / Interfacce / Importa file FEA* nel menu Allplan.
- Seleziona la cartella con i file ASF dalla struttura della directory nella finestra in alto a sinistra. È possibile visualizzare i file ASF nella finestra in basso a sinistra. Selezionare uno o più file ASF da questo elenco e selezionare il luogo di questi file facendo clic nella riga dell'elenco a destra (File di destinazione).
- Clicca *su trasferimento -> tasto*, ed i file selezionati verranno visualizzati nella lista.
- Fare clic sul pulsante *Importa* e i file selezionati verranno importati nel programma Allplan.
- Chiudere la finestra con OK



Come importare i file asf su Allplan

- Fare clic su *Crea / Ingegneria / Barra di armatura / Colore immagine armatura FEA* nel menu Allplan
- Fare clic sul file ASF desiderato
- Scegliere il livello (superiore / inferiore) e digita (compressione / tensione) del valore di armatura importata
- Fare click su OK

3.1.6.6. Esportazione in formato file SAF

L'esportazione di questo tipo di file richiede un **modulo SAF.**
Questo formato di file basato su Excel supporta lo scambio di dati del modello strutturale con altre applicazioni che supportano questo protocollo. Il file è costituito da fogli di calcolo standardizzati con le proprietà geometriche, strutturali e di carico del modello, quindi può essere visualizzato e/o modificato con Excel. Il protocollo SAF è supportato da ArchiCAD, AllPlan, SCIA e RFEM.
Le entità esportate nel file risultante sono

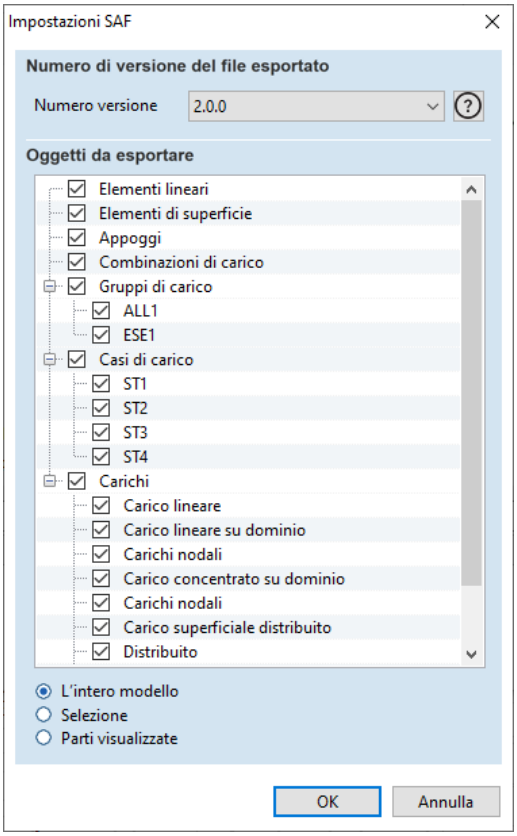
- reticolari, travi, pilastri, colonne, nervature, supporti, domini ed elementi di collegamento (cerniere, giunti)
- sezioni trasversali
- rigidezze dei vincoli esterni carichi, combinazioni

Uso

Selezionare a menu File / Esporta.. / Esporta SAF (*.xlsx), selezionare la posizione e il nome del file per l'esportazione e premere Salva.

Opzioni SAF

Gli oggetti da esportare possono essere filtrati.



Prima si deve scegliere la versione di SAF esportata (da 1.0.5 a 2.1.0). Si possono ottenere maggiori informazioni sulle differenze cliccando sul punto interrogativo. Si consiglia di utilizzare l'ultima versione disponibile, ma se l'applicazione di destinazione non la supporta, si può selezionare la versione più adatta.

Nella struttura dei tipi di oggetto disponibili si possono leggere i gruppi di carico e i casi di carico del modello. In caso di un numero elevato di carichi e casi di carico può essere necessario deselezionarli per mantenere ragionevole la dimensione del file finale.

Le opzioni in basso nella finestra principale, permettono l'esportazione per

- l'intero modello
- solo le parti selezionate

  o solo delle parti visualizzate.

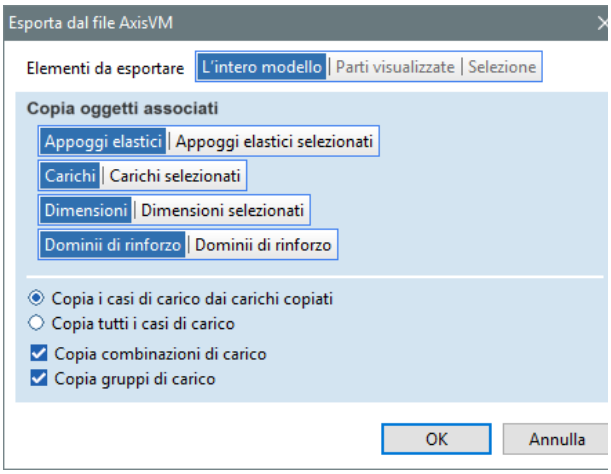
3.1.6.7. **Esporta in AXISVM**

AXISVM Viewer

Salva il modello in formato AXISVM Viewer (* .axv).
Vedi... *7 AXISVM Viewer*

AXS file

Possono essere esportati i seguenti gruppi di elementi: l'intera struttura, le parti visualizzate o gli elementi selezionati.
Per selezionare le opzioni di esportazione analoghe a quelle delle opzioni di copia (***Vedi...*** *3.2.8 Opzioni Copia / Incolla*), fare clic sul pulsante Impostazioni della finestra di dialogo Esporta



Esporta solo la Selezione

Esporta solo gli elementi che sono stati selezionati.

Unità delle Coordinate

Le unità delle coordinate del file esportato possono essere scelte qui.
L'unità di default è metro [m].

3.1.6.8. Esporta in altre applicazioni

BoCad	Salva la geometria del modello in un file riconosciuto dal software BoCad. Il file include le coordinate dei nodi, le proprietà delle sezioni e il punto di riferimento aste reticolari e travi.
StatikPlan file	Per StatikPlan AXISVM esporta un file DXF che include il contorno delle piastre di cemento armato, le armature calcolate come isolinee e la legenda di risultato di vari piani.
PianoCA file	Esporta un file *.pia per PianoCA. Include i dati, i supporti, i carichi ed i risultati calcolati degli travi selezionati.
CADWork file	Crea un file in formato DXF da usare con il software CADWork per il disegno delle armature. Solo i domini selezionati possono essere esportati. Siccome CADWork lavora in 2D, i domini selezionati devono appartenere allo stesso piano. Ogni dominio nel file DXF file è trasformato nel sistema di coordinate locali X-Y , la coordinata Z rappresenta la quantità di armatura calcolata.
SDNF 2.0, 3.0 file	Consente di salvare il modello in file SDNF (Steel Detailing Neutral Format), leggibile da software specifici per l'acciaio (Advance Steel, SDS / 2, Tekla Structures, PDMS).
Glaser -isb cad-*.fem	Esporta le armature dei domini al programma Glaser -isb. Cad.

3.1.7. Import

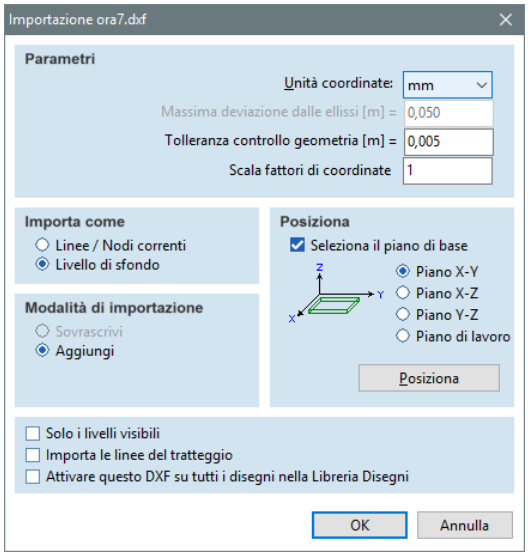


Le funzioni di importazione leggono e possono elaborare diversi tipi di file per trasferire dati da altre applicazioni di ingegneria/disegno e fornire un collegamento ai sistemi BIM (Building Information Modeling).

3.1.7.1. Importazione di file DXF

AutoCAD *.dxf

Importa una maglia geometrica da un file DXF (file di interscambio di disegno) in AXISVM . Selezionando questo comando si aprirà la finestra di dialogo Importa DXF.
Si richiede di specificare se si desidera utilizzare il file DXF importato come mesh attiva o come piano di sfondo.
Importa la geometria di una mesh (maglia) in AXISVM da un file DXF (drawing interchange file) esportato da AutoCAD 12, 13, 14 e 2000 o 2004. Selezionando questo comando e selezionato il file da importare, apparirà la seguente finestra di dialogo.



☞ ***Le ellissi saranno convertite in poligoni solo se caricate come elementi attivi altrimenti rimangono ellissi.***

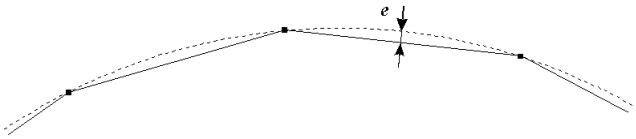
☞ ***Nella visualizzazione Risultati è possibile importare solo i livelli di sfondo.***

Il piano di sfondo è visualizzato in verde sullo schermo.

Parametri

Unità di coordinate
Occorre specificare la dimensione dell'unità utilizzata nel file DXF importato.

Deviazione massima dall'arco [m]
Importando un file DXF come una mesh attiva, le ellissi saranno convertite a poligoni basati su questo valore.



Tolleranza controllo geometria

Quando si importa un file DXF come mesh attiva, AXISVM controlla i punti(nodi) e le linee coincidenti nel modello, e li fonde.
Si può specificare la distanza massima per fondere i punti. I punti che sono più vicini della distanza specificata vengono considerati coincidenti .
Le coordinate dei punti unifiacti vengono mediate.
Si deve sempre impostare questo valore a un numero piccolo rispetto alle dimensioni del modello.

Import come

Linee & Nodi Correnti

La geometria importata è trattata come se fosse stata creata con i comandi AXISVM. I layer del file DXF possono essere utilizzati per creare parti.

Layer di Sfondo

La geometria importata è usata come piano di sfondo, che viene visualizzato ma non è attivo come mesh. Si può importare un file DXF come piano di sfondo quando si vuole creare un modello basato su piani architettonici o sezioni.

Modalità d'Importazione

È possibile scegliere
- sovrascrivere la geometria precedente
- aggiungere una nuova geometria a quella precedente

Posiziona

É possibile specificare il piano del layer DXF (X-Y, X-Z, o Y-Z).
Il pulsante Posto permette di posizionare graficamente il disegno importato DXF nello spazio modello.

Solo i layer visibili

Con questa opzione AXISVM importa solo i layer visibili in formato DXF.

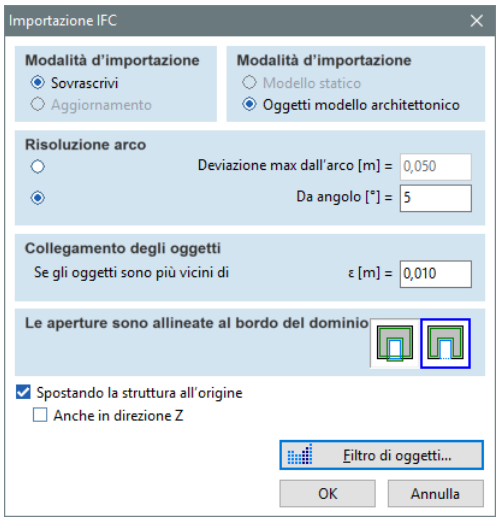
Importa linee del modello di tratteggio

Il tratteggio è rappresentato da singole linee in un file DXF pertanto nella maggior parte dei casi non è consigliabile importarli. Se il tratteggio è necessario attivare questa opzione.

3.1.7.2. Importazione di file IFC

IFC 2x, IFC 2x2, 2x3, IFC 2x4 *.ifc file

L'importazione richiede **il modulo IFC**.
Importazioni degli oggetti da un modello architettonico salvato come un file IFC. Gli oggetti importati possono essere mostrati in 3D come sfondo o possono essere convertiti a un modello di calcolo assegnando materiali, sezioni trasversali, ecc. I modelli architettonici esistenti sono sovrascritti da quello nuovo.
É possibile importare i modelli e oggetti architettonici da ArchiCAD, da AutoDesk, da Revit Building, da Nemetscheck Allplan, BoCAD e da Xsteel.
Il modello architettonico contenuto in AXISVM può essere aggiornato o sostituito durante il processo di importazione.
Importando files IFC è possibile estrarne il modello statico (se disponibile) per sovrascrivere o implementare le informazioni già presenti nel modello AXISVM.
L'importazione dei file IFC può estrarre il modello statico (se disponibile) oppure gli oggetti architettonici sovrascrivendo o aggiornando l'informazione esistente all'interno del modello AXISVM.



☞ ***Questa funzione è disponibile solo su schede Geometria, Elementi, Carichi e Mesh!***

Modello staticol

Dalla versione 2x3 IFC è possibile esportare dettagli del modello statico come: nodi, tipologie, supporti, carichi, combinazioni di carico.
Le opzioni del modello statico sono disponibili solo se il file le contiene descritte come oggetti architettonici quali: colonne, travi, muri, solai, allora Axis è in grado di interpretarle automaticamente.

Oggetti modello architettonico

Questa opzione sovrascrive o implementa oggetti strutturali presenti in Axis VM leggendo dal file architettonico gli elementi: colonne, travi, muri solai.
Vedere... *4.9.24 Creazione del modello strutturale da un modello architettonico*

Apertura allineata al bordo del dominio



Importa come apertura



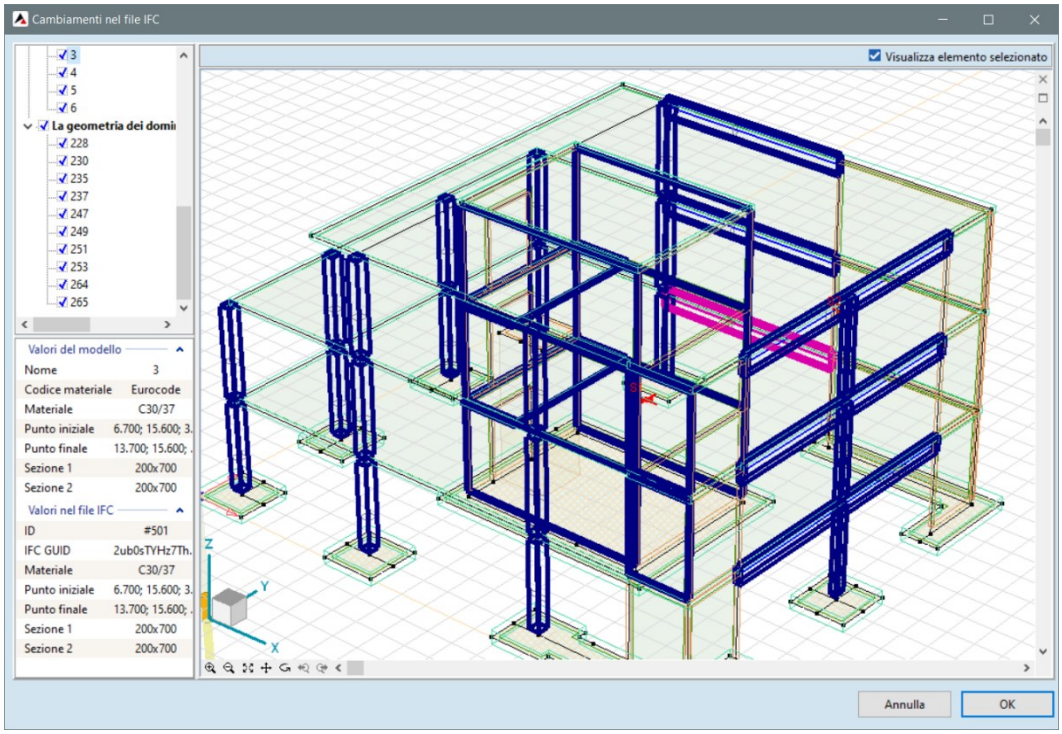
Sagoma il contorno del dominio

Posizionamento della struttura all'origine

Se l'opzione è selezionata, AXISVM calcola il centro di gravità (COG) del modello importato e traduce l'intero modello in modo che le coordinate X e Y del COG siano posizionati alle coordinate (0, 0) del sistema di coordinate. Può essere utile quando il modello importato ha grandi valori di coordinate.
Se l'opzione è selezionata anche in direzione Z, viene eseguito un traslazione verticale spostando anche la coordinata Z del COG su zero.

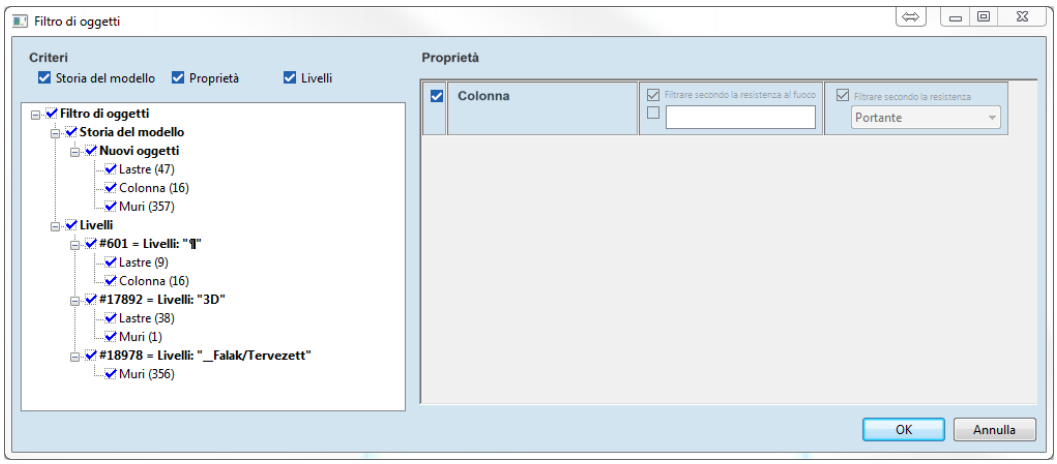
Rilevamento automatico delle modifiche

Questa funzione elenca gli oggetti nuovi, modificati e eliminati durante la reimportazione dei file IFC. Ogni modifica può essere approvata o ignorata. La selezione di una modifica nel menu ad'albero mostra la posizione dell'elemento selezionato all'interno del modello corrente.



Filtro degli oggetti





Filtro per *cronologia del modello* - L'utente può scegliere di importare nuovi elementi o elementi modificati. Questo tipo di filtro funziona correttamente solo sui file precedentemente esportati da AXISVM e modificati in un altro programma.

Filtro *per proprietà* - L'utente può scegliere elementi con capacità di carico e / o valutazione del fuoco. Questo tipo di filtro funziona correttamente solo se queste informazioni sono incluse nel file.

Filtro *per livelli* - se il file IFC contiene informazioni sul livello per le entità, l'utente può scegliere quali livelli importare e quali ignorare.

☞ ***Esportando un modello da ADT (Architectural Desktop) spegnere l'intersezione automatica di pareti prima di creare il file IFC.***

3.1.7.3. Importare i file RAE di Revit

Importa da Revit

AXISVM può importare i dati tramite una connessione diretta tra AXISVM e Autodesk Revit 2022 (o versioni più recenti). Questa funzione si basa sull'API di Revit che consente ad altri programmi di interrogare e modificare il proprio database.

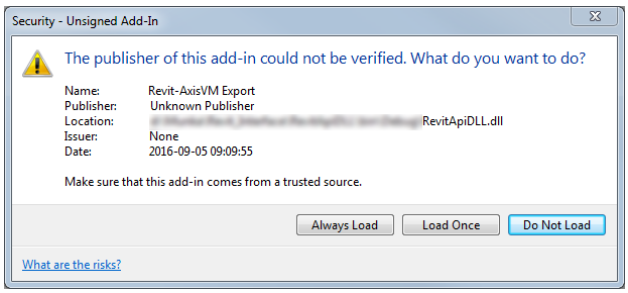
Al termine del processo di installazione di AXISVM, il programma di installazione crea una cartella denominata "RevitImport" sotto la cartella AXISVM e copia tutti i file necessari.

Il file di estensione .addin viene creato nella cartella c:\Utente\NomeUtente\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\yyyy\, dove "yyyy" rappresenta un valore intero maggiore o uguale a 2015. Tutti e due questi file e l'intero contenuto della cartella "RevitImport" sono neccessari per la corretta comunicazione tra i due programmi.

Ci sono due metodi di comunicazione

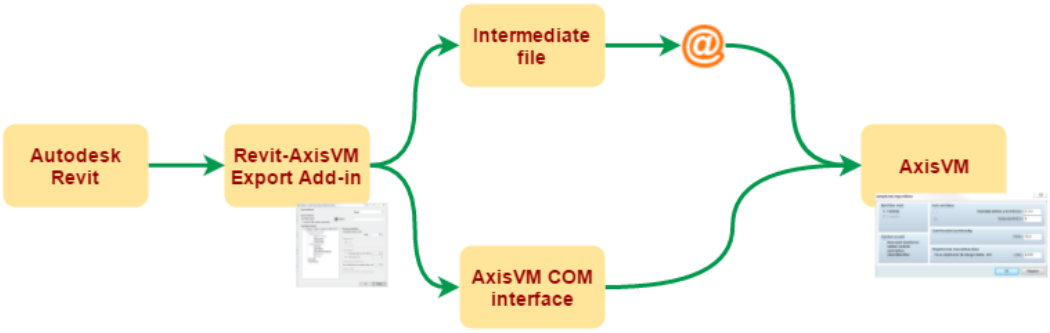
1. L'utilizzo di un file di scambio dati.
2. Attraverso l'interfaccia COM di AXISVM.

☞ ***La finestra popup mostrata di seguito apparirà durante la fase di inizializzazione di ogni componente aggiuntivo o eseguibile di terze parti.***

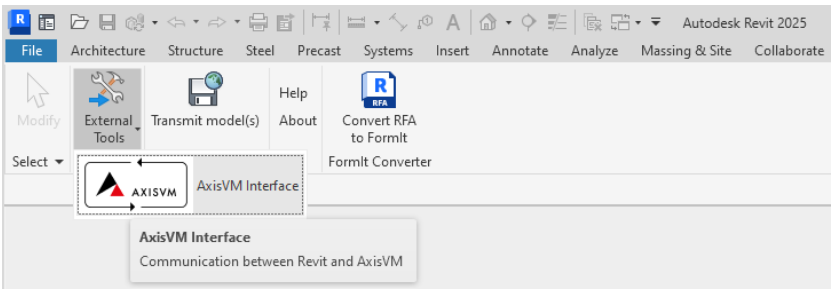


In questo caso, si prega di premere "Carica una volta" se si desidera caricare il componente aggiuntivo e utilizzare le sue funzionalità o "Caricare sempre" se si desidera non visualizzare più questa finestra di dialogo in futuro.

Uso Lo schema di flusso dei dati



Il processo deve essere avviato da Revit come mostrato di seguito:

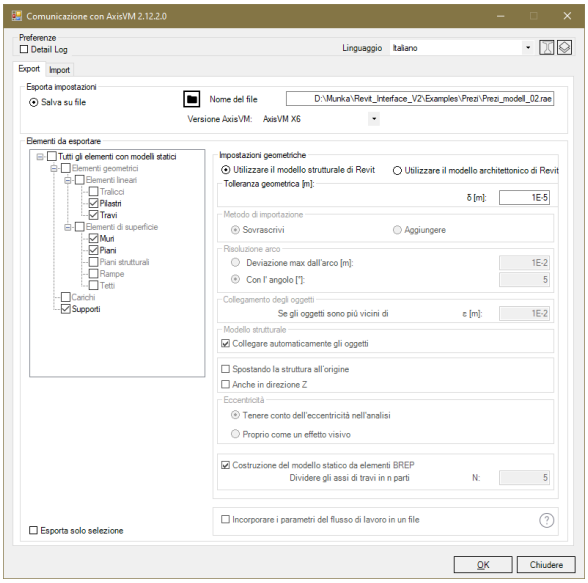


Add-Ins / External Tools / AXISVM Interface

L'esportazione del modello statico in AXISVM consente di scegliere tra due metodi. Questa scelta determina anche le impostazioni disponibili nella finestra di dialogo.

La scelta dell'utilizzo di AXISVM COM consente di impostare determinati parametri di geometria. La lingua della finestra di dialogo può essere modificata.

Se viene selezionata l'opzione *Utilizza modello strutturale Revit*, il componente aggiuntivo esporta il modello strutturale definito in Revit, altrimenti utilizza il modello architettonico per calcolare il telaio statico da esportare.

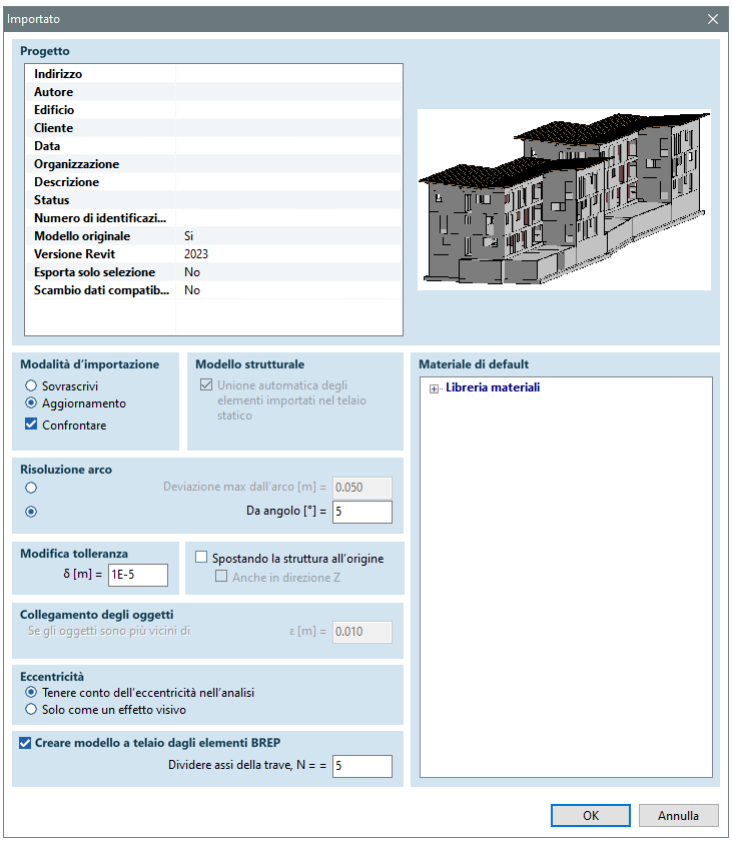


Importa tramite un file intermedio

Gli utenti possono scegliere questa opzione quando vogliono inviare i dati a un altro utente.

In primo luogo devono impostare il nome del file da salvare poi selezionare una versione di AXISVM come riferimento.. Dopo un'operazione di salvataggio andata a buon fine, il file creato può essere importato in questa versione di AXISVM..

Quando si importa il file in AXISVM verrà visualizzata una finestra di dialogo.



Progetto Le informazioni sul progetto dichiarate in Revit sono elencate nella lista superiore a sinistra, mentre l'immagine a destra mostra un'anteprima del progetto Revit.

Metodo di importazione Se il modello AXISVM non è vuoto, sono disponibili due opzioni, una per sovrascrivere e la seconda per aggiornare il modello.

Modello strutturale

Se questa opzione è attivata AXISVM modifica i dati della geometria iniziale per creare un telaio strutturale adeguato. Gli elementi lineari che andrebbero a intersecarsi sono collegati tramite un link rigido, i domini vicini sono uniti, le travi che sono su un dominio vengono convertite in nervature. Alcuni di questi calcoli richiedono risorse considerevoli e possono rallentare il processo di importazione.

Risoluzione dell'arco

Certi calcoli di geometria richiedono che gli archi vengano convertiti in polilinee. Il criterio di conversione può essere impostato qui.

Modifica della tolleranza

Tolleranza utilizzata nel calcolo della geometria.

Unione di oggetti

Per migliorare l'efficienza di collisione la rilevazione dei box di limitazione degli oggetti vengono maggiorati/ingranditi un pò. Qui è possibile impostare questo valore di tolleranza. Attivo solo se è selezionata la casella di controllo sul pannello *Modello strutturale*.

Importa tramite l'interfaccia COM

Utilizzare questa opzione se si elaborano i dati estratti da Revit e si esegue Revit e AXISVM sulla stessa macchina. Dopo aver esportato con successo tramite l'interfaccia AXISVM COM, AXISVM viene eseguito e si può continuare a modificare il modello. I parametri di geometria di cui sopra devono essere impostati nella finestra di esportazione Revit.

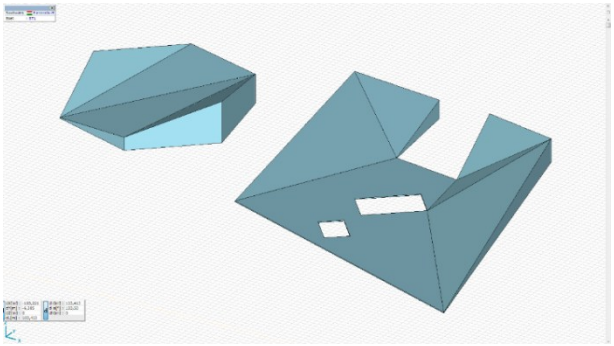
Spostando la struttura all'origine

Se l'opzione è selezionata, AXISVM calcola il centro di gravità (COG) del modello importato, e traduce l'intero modello in modo che le coordinate X e Y del COG siano posizionate a (0, 0) del sistema di coordinate. Può essere utile quando il modello importato ha dimensioni molto estese.

Se è selezionata anche la casella di controllo in direzione Z, verrà eseguita una traslazione verticale, anche la coordinata Z del COG sarà posizionata su zero.

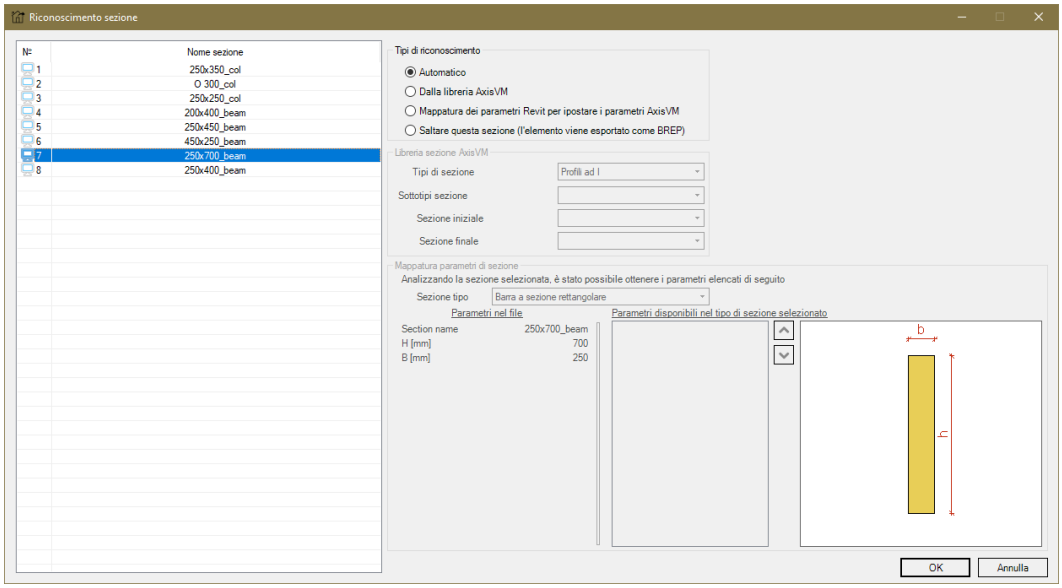
Elementi da esportare

I tipi di elementi da esportare possono essere impostati selezionando gli elementi del menu ad'albero.



Riconoscimento della sezione

A volte l'informazioni della sezione trasversale lette dal database Revit sono limitate, quindi l'identificazione di sezioni richiede l'interazione dell'utente. Quando necessario, viene visualizzata una finestra di dialogo.



Automatico

Il riconoscimento delle sezioni può avvenire in diversi modi:

Il componente aggiuntivo è stato in grado di ottenere informazioni sufficienti sul tipo di sezione trasversale.

Dalla libreria AXISVM

Se il riconoscimento automatico non è riuscito, è possibile selezionare la sezione appropriata **dalla libreria delle sezioni di AXISVM.**

Mappatura dei parametri Revit ai parametri AXISVM

I parametri di sezione memorizzati in Revit non sono coerenti si rendere necessario associare una corrispondenza univoca. È possibile selezionare una proprietà dall'elenco e spostarla verso l'alto o verso il basso nella posizione corretta per associare i parametri in AXISVM e Revit.

☞

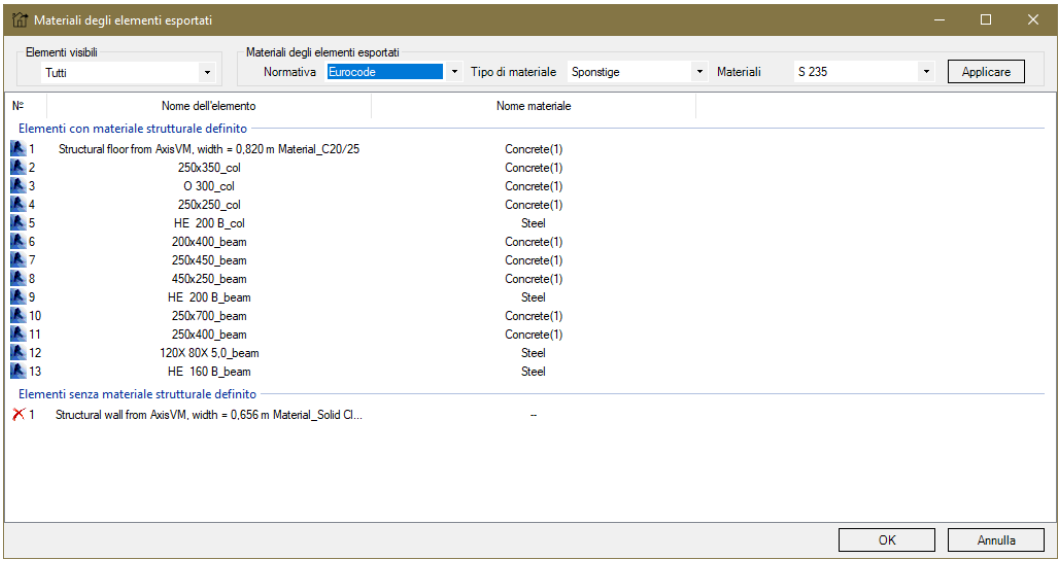
Il componente aggiuntivo memorizza il parametro definito dall'utente in modo che la volta successiva identificherà le proprietà della sezione senza necessità d' interazione.

Salta questa sezione

Saltare la sezione significa che tutti gli elementi che hanno questa sezione saranno importati come oggetto generale con il suo rappresentazione dei confini ma senza un modello strutturale.

Impostazione dei materiali

Estrarre le informazioni corrette del materiale da Revit presenta alcuni problemi. Se il componente aggiuntivo non riesce ad associare correttamente i materiali, chiederà l'intervento dell'utente per identificare i materiali che non sono stati riconosciuti consentendo di associare i nomi dei materiali di AXISVM ai nomi degli elementi.



È possibile lasciare alcuni elementi non assegnati. Nella fase d'importazione, AXISVM assegnerà a loro un materiale predefinito.

Se l'installazione fallisce

Se l'installazione fallisce a causa di qualche ragione e Revit non trova il file dll del componente aggiuntivo, è possibile installarlo manualmente eseguendo !REGISTER_Revit.BAT dalla cartella in cui è installato AXISVM.

☞

È importante sapere che la comunicazione tra i due programmi si basa sull'interfaccia API Revit. Il modello strutturale degli elementi viene interrogato dal database Revit (se Revit non fornisce queste informazioni, AXISVM può importare solo il wireframe dell'elemento). Questo modello strutturale richiede ancora molti aggiustamenti minori per renderlo utilizzabile. AXISVM tenta di unire gli oggetti (se si controlla questa opzione) ma a volte è necessario modificare il modello per ottenere un quadro strutturale adeguato.

Scambio dati basato su confronto

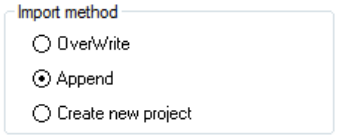
Dalla versione X5, AXISVM e Revit possono condividere un flusso di lavoro tra loro. Questo è in realtà un confronto di esportazione-importazione.
Con questo, gli ingegneri che lavorano sullo stesso progetto possono importare le entità nuove o modificate senza influenzare gli elementi non modificati.
Il processo del flusso di lavoro può essere avviato sia da AXISVM che da Revit.

Quando si avvia da Revit si deve lasciare selezionata la casella di controllo nella parte inferiore della finestra principale.



Il motivo è che per immettere i parametri necessari nel file di progetto, l'applicazione richiede il permesso dell'utente e successivamente il salva file. Se questo non accade, il file esportato non

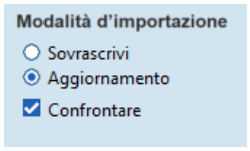
conterrà i parametri del flusso di lavoro. AXISVM sarà comunque in grado di leggere il file prodotto, tuttavia l'importazione basata sul confronto non sarà possibile.
Quando invece si avvia il flusso di lavoro da AXISVM i parametri necessari verranno automaticamente incorporati nel file.
Si può usare l'importazione basata sul confronto solo se c'è un modello precedentemente aperto in entrambe le applicazioni.
In Revit i pulsanti opzionali devono essere cambiati come nell'immagine qui sotto:



In AXISVM, si possono vedere le linee mostrate sotto quando importi un file precedentemente salvato con i parametri del flusso di lavoro:

Revit version	2019
Export selected only	No
Data exchange compat...	Yes

Perché il confronto avvenga effettivamente, si dovrà spuntare la casella qui sotto:



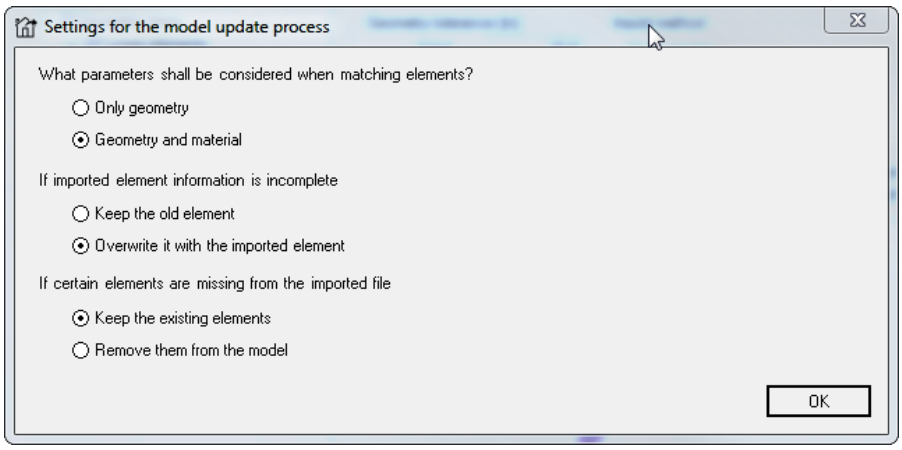
Durante l'importazione, vengono gestiti tre scenari di base:

1. L'elemento da importare non può essere trovato nel modello attuale, quindi può essere semplicemente elaborato e importato
2. Uno o più elementi del modello attuale non possono essere trovati nel file da importare. In questo caso, gli utenti possono scegliere di eliminare questi elementi o di ignorarli e lasciarli intatti.
3. L'elemento da importare può essere trovato nel modello attuale. In questo caso, eseguiamo un confronto basato su
    a. il materiale degli elementi
    b. il modello statico degli elementi
    c. il profilo o lo spessore degli elementi

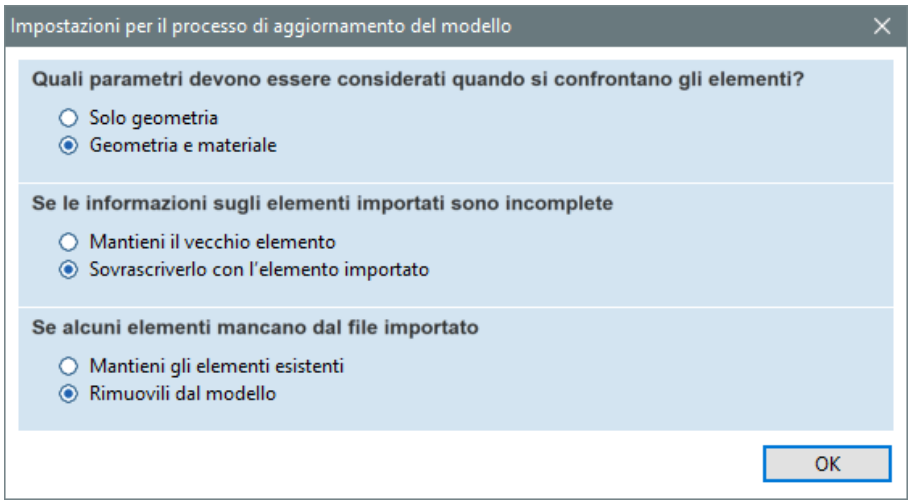
Se dopo questo li troviamo uguali, l'elemento importato viene saltato. Tuttavia, se vengono trovati diversi, l'elemento in arrivo viene elaborato e quello precedente viene eliminato.
Quando, per qualsiasi motivo, non è possibile eseguire un confronto riuscito, gli utenti possono scegliere di mantenere l'elemento esistente o importare quello nuovo.

Queste preferenze menzionate possono essere regolate dall'utente prima del processo di importazione effettivo nel modulo incollato di seguito:

Finestra in Revit



Finestra in AXISVM



3.1.7.4. Importazione da Tekla Structures

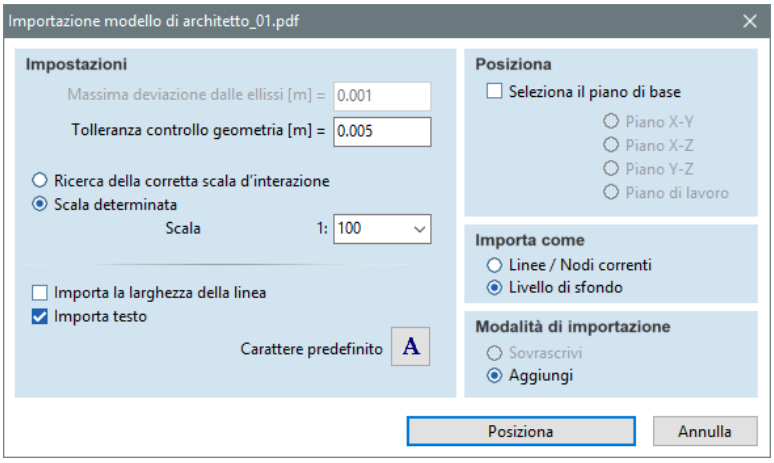
Le versioni precedenti a Tekla Structures 2021 supportano solo la comunicazione unidirezionale (*3.1.9.2 Collegamento unidirezionale per le versioni di Tekla Structures prima del 20*)

Con Tekla Structures 2021 e successivi si raccomanda di utilizzare il modulo IT per stabilire una connessione bidirezionale tra AXISVM e Tekla (*3.1.9.1 Collegamento bidirezionale per Tekla Structures versione 2021 e successive*)

3.1.7.5. Importazione di file PDF

PDF *.pdf

Questa funzione importa disegni da file PDF come livello di sfondo o linee di AXISVM.
Solo linee, curve e oggetti di testo vengono elaborati, le immagini e gli altri elementi vengono ignorati.
Il disegno importato può essere ridimensionato impostando interattivamente sullo schermo la dimensione di un elemento noto (Trovare la scala adeguata in modo interattivo) , oppure può essere regolata specificando una scala. L'importazione di testo e la larghezza di riga è facoltativa.
Nota: Alcuni PDF possono avere del testo memorizzato come una serie di oggetti grafici che rendono impossibile distinguere tra testo e grafica.



È possibile impostare il tipo di *Carattere predefinito* da utilizzare per la visualizzazione dei testo con font non disponibili. Dopo aver cliccato sul pulsante *Inserisci* deve essere inserito un numero di pagina per i documenti a più pagine. Può essere importato solo una pagina alla volta.

Per le altre impostazioni e comandi vedere la parte sopra dove viene descritta l'importazione dei file DXF.

3.1.7.6. Importazione di file SAF

L'importazione di questo tipo di file richiede il **modulo SAF**.

Questo formato di file basato su Excel supporta lo scambio di dati del modello strutturale con altre applicazioni che supportano questo protocollo. Il file è costituito da fogli di calcolo standardizzati per le proprietà geometriche, strutturali e di carico del modello, quindi può essere visualizzato e/o modificato con Excel. Il protocollo SAF è supportato da ArchiCAD, AllPlan, SCIA e RFEM.
Gli elementi importati dal file in ingresso sono

- reticolari, travi, pilastri, colonne, nervature, supporti, superfici ed elementi di collegamento (cerniere, giunti)
- sezioni trasversali
- rigidezze dei supporti
- carichi e combinazioni di carico

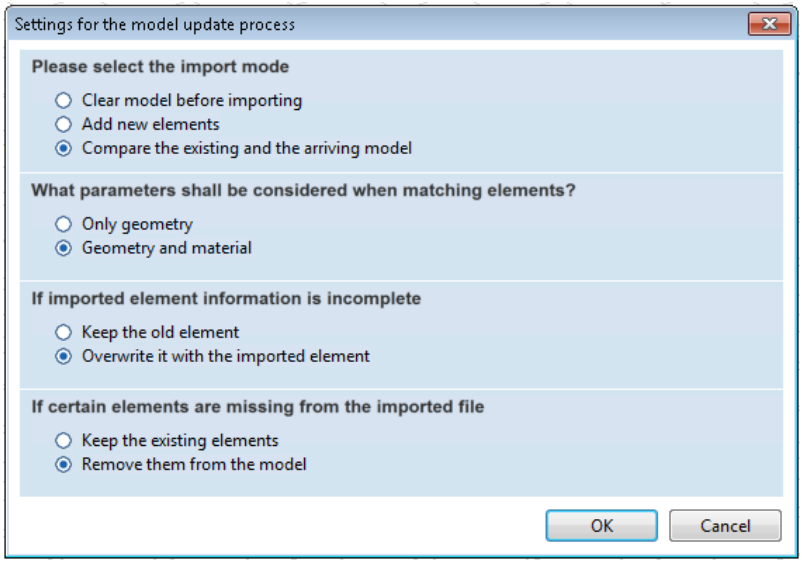
Utilizzo

Selezionare File / Importa / SAF importazione file (*.xlsx) *e scegliere il file da esaminare quindi cliccare su* Apri. *In alternativa, è possibile trascinare e rilasciare il file da importare nella finestra principale dell'applicazione.*

Importazione

Il processo di importazione differisce se è già stato aperto un modello in AXISVM o meno.

- In caso contrario, AXISVM analizza semplicemente il file e importa le entità.
- Nel caso di un modello precedentemente aperto, viene visualizzata la seguente finestra di dialogo



  - La prima opzione cancella il modello esistente e importa il file in ingresso
  - La seconda opzione aggiunge tutti gli elementi in ingresso al modello esistente
  - La terza opzione confronta il modello esistente e quello in arrivo, e importa solo gli elementi che sono
    - nuovi
    - o modificati per quanto riguarda il materiale o la geometria

Selezionando l'ultima opzione, gli utenti possono scegliere di

- confrontare solo la geometria dei due modelli
- o includere il confronto dei materiali.

Il confronto geometrico consiste nel confrontare gli assi e le sezioni trasversali degli elementi lineari, i poligoni e lo spessore delle superfici.

Per gestire la situazione quando i dati importati sono incompleti o si verificano problemi imprevisti, gli utenti possono scegliere di

- ignorare l'elemento in entrata
- o sostituire comunque l'elemento esistente

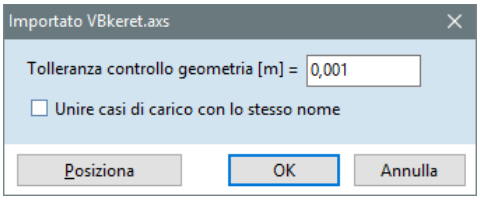
L'utente può controllare cosa succede se alcuni elementi mancano nel file in entrata. Le due opzioni

- Mantenere inalterati gli elementi originali
- Rimuoverli

Per il momento lo scambio di file basato sul confronto supporta solo elementi lineari, domini e appoggi.

3.1.7.7. Importazione di file AXISVM AXS

AXISVM *.axs



Importa un modello da un file esistente di AXISVM in AXISVM, e lo unifica la modello corrente.
Durante il processo di unificazione, viene applicato automaticamente il comando Controllo Geometria. Se gli elementi unificati hanno differenti proprietà, saranno mentenute le proprietà del modello corrente.
I gruppi di carico e le eventuali combinazioni sono aggiunti alle esistenti come nuovi gruppi e combinazioni, e i casi di carico come nuovi casi.
Se nel modello importato non è definito nessun gruppo o combinazione di carico, i casi di carico saranno aggiunti agli esistenti come nuovi casi. Se esiste lo stesso caso in entrambi i modelli, i carichi saranno unificati.
Se in entrambi i modelli nello stesso caso di carico sono inclusi carichi limitati a un aspetto (per esempio temico), sarà mantenuto il carico del modello corrente.
Le Linee di Sezione e le Parti con gli stessi nomi sono unificate, altrimenti sono aggiunte.

Quando si importa un file AXISVM compare la seguente finestra di dialogo.
Usare il pulsante Posiziona per collocare il modello nel vostro spazio grafica.

3.1.7.8. Importazione di file da altre applicazioni

Stereo Lithography *.stl file	Legge la maglia triangolare che descrive la superficie di un modello da un file in formato STL (binario o testo). Sono eliminati i nodi doppi ed i triangoli degeneri. L'importazione può essere trasferita anche ad un livello di sfondo.
Bocad interfaccia *.sc1 file	Apre un file dati creato dal software Bocad per la costruzione di strutture in acciaio (*.sc1) e importa le travi, le sezioni e le geometrie.
File glaser -isb cad- *.geo	Importa i file *.geo esportati da Glaser -isb cad- modelli che contengono travi o di superfici
File SDNF (Formato Neutro Dettagli Acciaio)	Importa file tipo "Formato Dettagli Acciaio Neutro" utilizzato nello scambio di dati tra programmi per la carpenteria acciaio.
Formato DSTV *.stp file	Nella sua versione attuale, AXISVM è in grado di importare file STP che implementano lo schema di file "PSS_2000_04" in base alla "Descrizione Standard per L'interfaccia di Prodotto in Acciaio 4/2000". Questa tipo di file è progettato per memorizzare i dati delle strutture in acciaio e può descrivere strutture lineari e regioni piane. Anche i calcoli statici possono essere importati tramite questa interfaccia, anche se con possibilità limitate. Se i calcoli statici e il modello architettonico sono entrambi incorporati nel file, l'utente può scegliere di importare o il calcolo o il modello architettonico. Quando si tenta di importare dati su un modello esistente, l'utente può scegliere di sovrascrivere o semplicemente completarlo.

3.1.8. Progettazione parametrica

„La progettazione parametrica si basa sull'idea, che i numeri specifici, cioè i parametri controllano la geometria. Per sfruttare appieno i suoi potenziali, questi parametri sono collegati tra loro e questi collegamenti formano un sistema. Pertanto, è possibile che modificando un solo parametro, l'intera geometria cambi. Questa idea viene regolarmente utilizzata nella progettazione strutturale. Immaginate che modificando solo la campata di una capriata, l'altezza e la configurazione della travatura vengano automaticamente aggiornati sia nel modello 3D che nei disegni esecutivi. Per costruire un sistema in grado di fare questo richiede del tempo, e quindi è fondamentale riflettere su nel caso in cui vale la pena di creare un modello parametrico. Tuttavia, una volta che abbiamo costruito un tale sistema di parametri, collegamenti e un modello che cambia dinamicamente, abbiamo uno strumento altamente flessibile. "

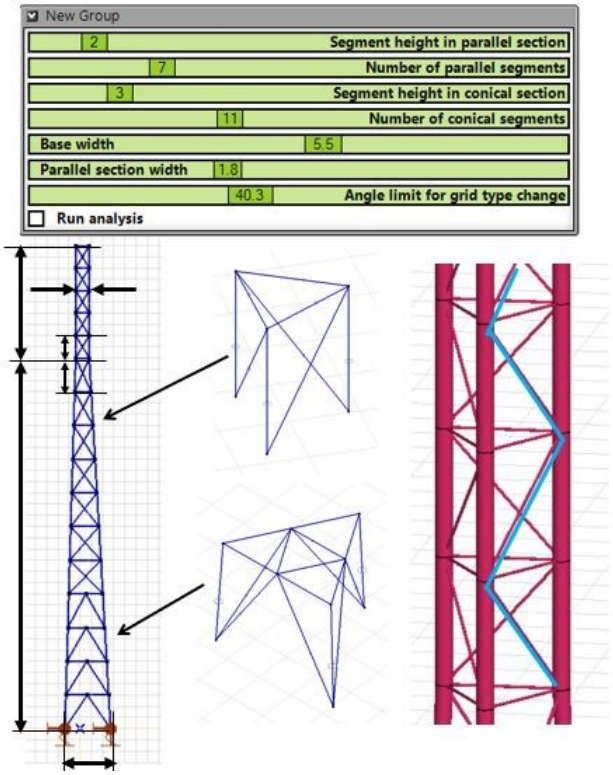
Basato sull'articolo: Péter Romvári: *Progettazione parametrica in pratica* su *epiteszforum.hu*

Componenti aggiuntivi parametrici

I software di progettazione parametrica più utilizzati nella progettazione strutturale sono Grasshopper e Dynamo. Questi software sono spesso definiti come linguaggio e ambiente di programmazione visuale e possono essere utilizzati per creare facilmente modelli parametrici. Utilizzando i componenti aggiuntivi GrasshopperToAXISVM o DynamoToAXISVM, i modelli parametrici creati in Grasshopper/Dynamo possono essere esportati in AXISVM. Innanzitutto, il componente aggiuntivo GrasshopperToAXISVM o DynamoToAXISVM deve essere installato in Grasshopper/Dynamo. Questi plugin comunicano con AXISVM attraverso le sue API (interfaccia COM). È necessario che AXISVM e una versione di Grasshopper/Dynamo siano installati sullo stesso computer. Dopo aver avviato l'esportazione, AXISVM si avvia automaticamente, mostrando il modello esportato.

Il vantaggio di questa interfaccia consiste nella facilità di creare modelli parametrici e persino modelli in Grasshopper/Dynamo. Ad esempio, i parametri di una capriata possono essere la lunghezza, l'altezza, la disposizione e le dimensioni della sezione trasversali. L'altro vantaggio è che in questi ambienti sono disponibili molte funzioni geometriche che consentono la creazione di modelli spaziali complessi.

Un vantaggio di questa interfaccia è che è facile creare modelli parametrici e persino modelli in Grasshopper/Dynamo. Ad esempio, i parametri di una capriata possono essere la campata, l'altezza, la disposizione e le dimensioni della sezione trasversale. L'altro vantaggio è che in questi ambienti sono disponibili molte funzioni geometriche che consentono di creare modelli spaziali complessi.



3.1.8.1. Grasshopper/Rhinoceros plugin

I file *.gh, *.3dm

Grasshopper è lo strumento di progettazione parametrica del software CAD Rhinoceros. Grasshopper può essere avviato dall'interno di Rhinoceros. Per esportare il contenuto di un file **.gh*, il componente aggiuntivo GrasshopperToAXISVM deve essere installato in Grasshopper in Rhinoceros versione 6, 7 o 8. Dopo l'installazione, le funzioni di modellazione ed esportazione/importazione (componenti) sono disponibili nel menu di Grasshopper, nella scheda AXISVM. I file di Rhinoceros (**.3dm*) devono essere caricati in Grasshopper prima di esportarli in AXISVM.

Quando cambiano i parametri, il modello AXISVM segue automaticamente le modifiche. Dopo l'esportazione, il modello AXISVM finale può essere modificato dall'utente. Queste modifiche non forniscono alcun feedback a Grasshopper, quindi non hanno alcuna influenza sui parametri di Grasshopper.

Caratteristiche disponibili in GrasshopperToAXISVM 5.x:

- Elementi lineari (reticolari, travi, nervature)
- molle, gap
- eccentricità dell'elemento lineare, sconnessione dell'estremità della trave (anch'esso eccentrico)
- elementi di superficie
- domini (normale, a spessore variabile, a eccentricità variabile, nervato, nervato composito, a nucleo cavo, CLT, grecato, matrice di rigidezza personalizzata)
- pannelli di carico
- appoggi (nodali, lineari, superficiali)
- diaframma, elementi rigidi, cerniera di bordo
- carichi (carico concentrato su nodo, dominio, pannello di carico; carichi distribuiti su linee, superfici, domini, pannelli di carico, carico lineare su domini e pannelli di carico, peso proprio, carico termico)
- sezione trasversale (scelta dalla libreria, aggiunta da input testuale, tracciata come poligonale)
- materiale (scelto dalla libreria, aggiunto da input testuale)

Caratteristiche aggiuntive da GrasshopperToAXISVM 6.0 in poi:

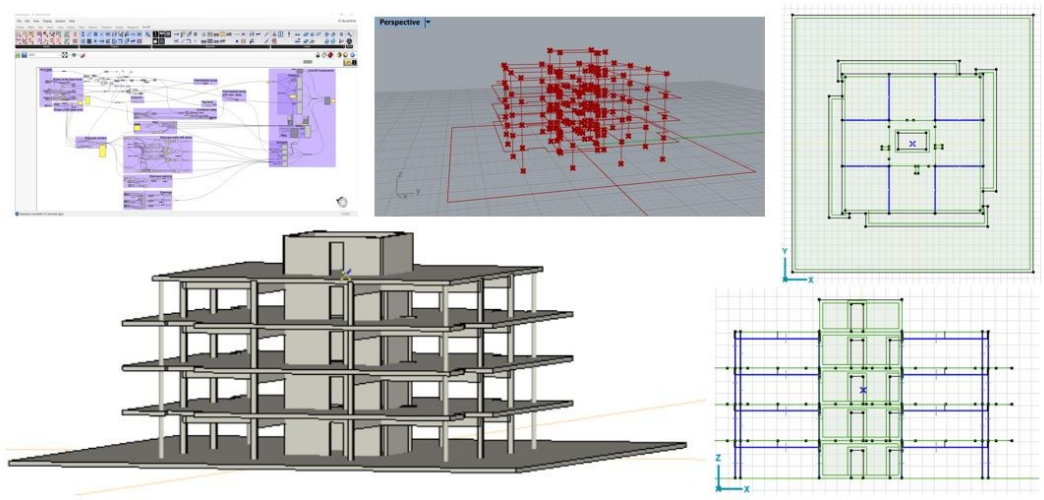
- sezione trasversale parametrica
- Pannello CLT, riferimento, caratteristiche della molla
- elementi di collegamento nodo-nodo e linea-linea
- nuove componenti di carico (sismico, vento, neve, carichi idraulici, spostamento imposto, ecc.)
- Mesh (per elementi di linea e domini)
- processi di analisi (analisi statica lineare, statica non lineare, modale, sismica, buckling)
- elemento di progetto in acciaio
- elemento di progetto in legno
- ottimizzazione della sezione trasversale (per elementi costruttivi in acciaio e legno)
- alcuni risultati dell'analisi possono essere importati in Grasshopper

Funzioni disponibili da GrasshopperToAXISVM V7.0:
(l'uso completo richiede AXISVM X7 R3)

- ottimizzazione della sezione trasversale (per elementi costruttivi in acciaio e legno)
- i componenti più importanti dei risultati sono leggibili da Grasshopper
- controllo dei parametri di visualizzazione dei risultati in AXISVM da Grasshopper
- passare dall'aggiunta alla sostituzione dei dati nel modello AXISVM (a partire dalla V7.1)
- è possibile selezionare gli elementi su cui distribuire i carichi del pannello di carico (a partire dalla V7.2)

Nuove funzionalità in GrasshopperToAXISVM V8.0:
(disponibile solo con AXISVM X8)

- nuovo pacchetto di funzioni relative alla connessione GH-AXISVM per migliorare l'esperienza dell'utente:
    - Anteprima di Rhino per i componenti AXISVM
    - cartelle di parti e parti definite dall'utente
    - identificazione più semplice degli elementi parametrici in AXISVM (selezione/deselezione degli elementi)
    - accesso al contenuto di un file .axs AXISVM salvato (importazione e utilizzo di elementi, definizione di carichi)
- nuovo pacchetto di funzioni relative ai carichi:
    - carichi mobili
    - massa nodale
    - errore di lunghezza
    - tensione/compressione di linea
    - carico di linea d'influenza
    - carico concentrato su elementi di superficie
    - dominio o pannello di carico I carichi di polilinea possono essere associati a membri strutturali
- nuovo pacchetto di funzioni generali:
    - il materiale selezionato, la sezione trasversale e il nome del pannello CLT vengono visualizzati sul componente
    - caratteristiche di svergolamento
    - aggiornamenti relativi all'importazione dei risultati



La guida all'installazione, il manuale e gli esempi possono essere scaricati da:
https://www.food4rhino.com/en/app/grasshoppertoaxisvm
Queste informazioni sono disponibili anche sul nostro sito web: https://axisvm.eu/axisvm-downloads/#applications nella sezione AXISVM POSSIBILITIES FOR PARAMETRIC DESIGN.

3.1.8.2. **Dynamo/Revit plugin**

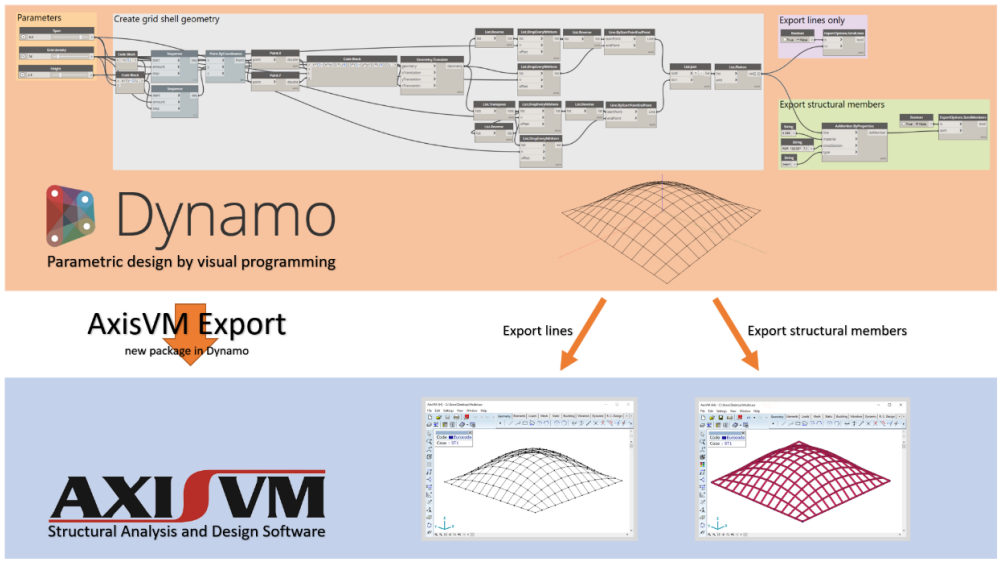
I file *.dyn, *.rvt

Dynamo è uno strumento di progettazione parametrica del software Autodesk Revit. Dynamo può essere avviato da Revit o come software indipendente (Dynamo Studio, Dynamo Sandbox). Per esportare un file con estensione *.dyn, il plugin Esportazione AXISVM deve essere installato in Dynamo. Dopo l'installazione, le funzioni di modellazione ed esportazione (nodi) sono disponibili nel menu a sinistra di Dynamo, nel menu a tendina AXISVM. I file Revit (*.rvt) devono essere caricati in Dynamo prima dell'esportazione in AXISVM.

In Dynamo, prima di iniziare l'esportazione, innanzitutto, un nuovo modello deve essere creato utilizzando il nodo AxModel. Il peso proprio, il carico nodale e gli appoggi nodali possono essere aggiunti al modello strutturale parametrico. Dopo aver avviato l'esportazione, viene creato un collegamento unidirezionale tra il modello parametrico e il modello AXISVM. Ciò significa che la modifica di un parametro (geometrico o strutturale) in Dynamo aggiorna automaticamente il modello strutturale in AXISVM. In AXISVM è possibile aggiungere ulteriori elementi strutturali, ma questi non influenzano il modello parametrico di Dynamo. In Dynamo, è possibile avviare un'analisi statica lineare di AXISVM. Il collegamento tra i modelli viene interroto chiudendo uno dei modelli.

Caratteristiche disponibili in DynamoToAXISVM 3.0 (solo in AXISVM X7):

- Elementi lineari (reticolari, travi, nervature)
- molle, gap
- eccentricità dell'elemento lineare, sconnessione dell'estremità della trave (anch'esso eccentrico)
- elementi di superficie
- domini (normale, a spessore variabile, a eccentricità variabile, nervato, nervato composito, a nucleo cavo, CLT, grecato, matrice di rigidezza personalizzata)
- pannelli di carico
- appoggi (nodali, lineari, superficiali)
- diaframma, elementi rigidi, cerniera di bordo
- carichi (carico concentrato su nodo, dominio, pannello di carico; carichi distribuiti su linee, superfici, domini, pannelli di carico, carico lineare su domini e pannelli di carico, peso proprio, carico termico)
- sezione trasversale (scelta dalla libreria, aggiunta da input testuale, tracciata come poligonale)
- materiale (scelto dalla libreria, aggiunto da input testuale)



Per utilizzare il componente aggiuntivo DynamoToAXISVM in Revit, è necessario disporre della versione 2022 o successiva di Revit.
Aprire Revit. Accedere alla scheda *Pacchetti*, selezionare *Cerca un pacchetto* dall'elenco a tendina. I caricamento potrebbe richiedere alcuni secondi.. Iniziare a digitare "DynamoToAXISVM" nella casella di ricerca. Fare click sul pulsante *Installa* del componente appropriato. Copiare il file *Interop.AXISVM.FW4.dll* dalla directory di AXISVM alla cartella di installazione del componente aggiuntivo.
Per ulteriori informazioni, vedere: https://github.com/AXISVM/DynamoToAXISVM/wiki

3.1.9. Collegamento Tekla Structures - AXISVM - Modulo TI

AXISVM è in grado di comunicare con i software di Tekla Structures in modi diversi in caso della

- versione 2019 e quelle successive,
- versione prima del 2019.

3.1.9.1. Collegamento bidirezionale per Tekla Structures versione 2021 e successive

Setup

Se l'utente sceglie di installare il plugin Tekla, l'installazione di AXISVM copia tutti i file necessari, incluso *AXISVM Import &Export* plugin per Tekla. Non è richiesta nessun'altra attività dall'utente. Se il modulo **TI** module è incluso nella configurazione di AXISVM, la connessione bidirezionale è funzionante dopo l'installazione di AXISVM..

Il plugin *AXISVM Import &Export* per Tekla Structures può essere installato separatamente. Scaricare il programma di installazione gratuito separato dal sito web di AXISVM.

3.1.9.1.1 Trasferimento del modello da AXISVM a Tekla Structures

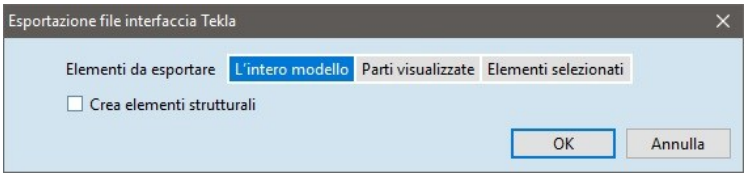
AXISVM con il modulo **TI** può esportare il modello in Tekla Structures creando un file con estensione ATE. Questo file ATE può essere letto da Tekla utilizzando un plugin dedicato Tekla che costruisce il modello utilizzando i comandi Tekla Open API.

Elementi esportati

AXISVM può esportare i seguenti elementi: reticolari, travi, nervature, domini, vincoli esterni e armatura effettiva. Il plugin per Tekla Structures *AXISVM Import & Export* permette di filtrare gli elementi. I dati esportati includono la geometria degli elementi, il materiale e la sezione trasversale degli elementi lineari, il materiale dei domini e i valori di rigidezza per i supporti nodali. I carichi e le combinazioni di carico non sono ancora esportati.

Esportazione del file ATE

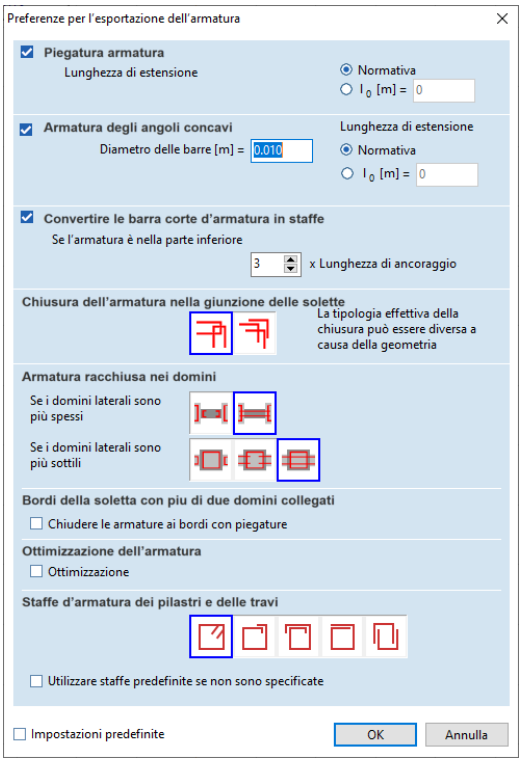
L'esportazione può essere avviata da AXISVM tramite il menu principale: *File / Esporta.. / Esporta in Tekla (*.ate)*.
Fare clic sul pulsante Impostazioni per impostare le opzioni disponibili.



Intero modello:	vengono esportati tutti i dati
Parti visualizzate:	solo le parti attive vengono esportate
Elementi selezionati:	solo gli elementi selezionati vengono esportati
Crea elementi strutturali:	crea elementi strutturali a partire da quelli allineati consecutivamente con le stesse proprietà

Esportare le armature effettive

A partire dalla versione 4 di X5, gli utenti possono esportare le armature in file .ate.

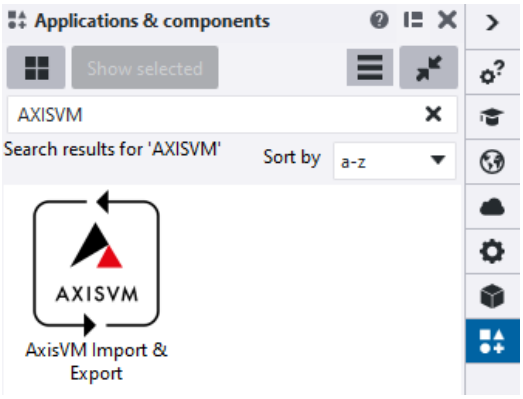


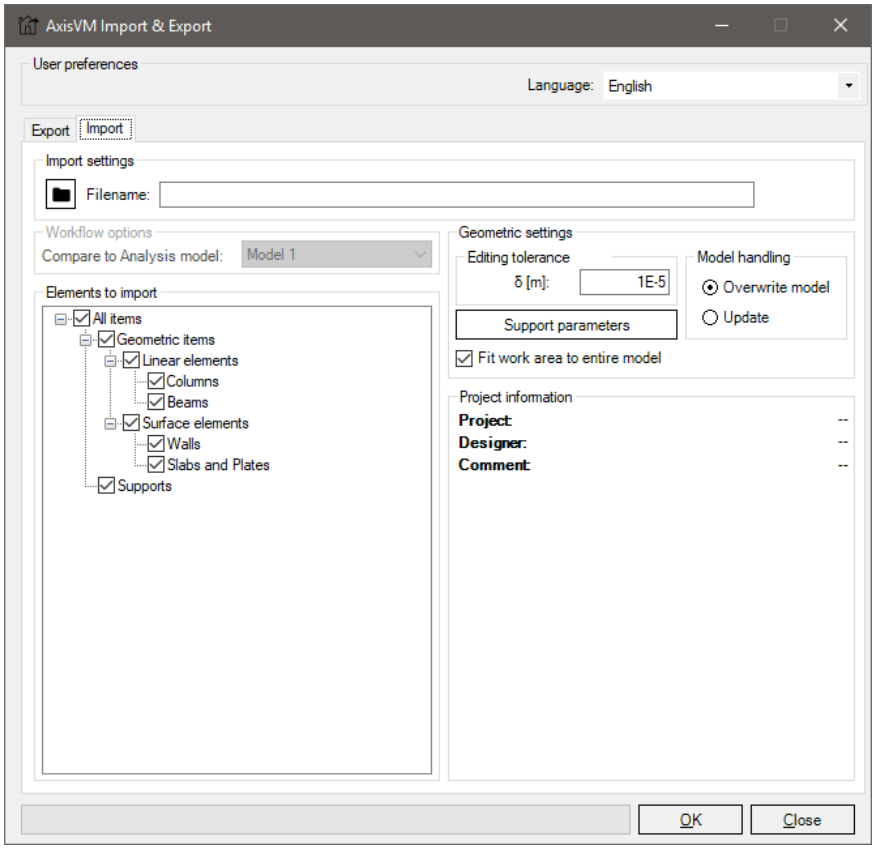
TL'algoritmo di AXISVM aiuta ad esportare non solo le armature nelle zone applicate, ma anche le barre sagomate, come forcelle, ganci, ecc.
Le lunghezze delle barre grezze calcolate sono sempre arrotondate al valore più vicino di questo elenco: 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.4, 3.0, 4.0, 6.0, 12.0 m.

- *Armatura di chiusura sui bordi liberi delle solette*: i bordi liberi delle solette sono chiusi da forcelle, le cui lunghezze sono calcolate sulla base del diametro delle barre, che vengono calcolate secondo il codice di progettazione, oppure possono essere inserite manualmente come l_0. Questa opzione può essere attivata o disattivata.
- *Armatura negli angoli concavi:* gli angoli concavi possono essere armati con barre semplici, le cui lunghezze sono calcolate sulla base della lunghezza del diametro delle barre, che viene calcolata secondo il codice di progettazione, oppure possono essere inserite manualmente come l_0. Questa opzione può essere attivata o disattivata.
- *Conversione delle armature corte in staffe:* per evitare inutili duplicazioni di armature, questo algoritmo adotta un coefficiente. Le barre semplici che hanno una lunghezza maggiore del diametro minimo moltiplicata per il coefficiente, saranno convertite in una staffa chiusa. Questa opzione può essere attivata o disattivata.
- *Chiusura delle armature in corrispondenza della giunzione delle solette:* lungo i bordi delle superfici che non condividono lo stesso piano, l'algoritmo può collegare le armature delle singole solette sia per mezzo di forcelle che di ganci. La geometria effettiva di queste barre sagomate dipende dalla larghezza e dall'angolo delle superfici di giunzione. L'algoritmo può modificare la scelta dell'utente. Le dimensioni delle barre sagomate sono calcolate rispetto alla lunghezza diametro minimo.
- *Armatura nei domini annidati:* si può scegliere il metodo di chiusura o la continuazione delle armature dei domini annidati. Se il dominio interno è abbastanza piccolo, le barre del dominio esterno possono anche essere fatte passare attraverso di esso.
- *Bordi delle solette con più di due domini collegati:* non c'è una soluzione automatica in questi casi, quindi l'utente può scegliere se ignorare questi bordi o chiuderli uno ad uno.
- *Ottimizzazione degli schemi di armatura:* l'ottimizzazione delle posizioni delle barre per distribuire uniformemente l'armatura in caso di sovrapposizione dei domini di armatura. Può richiedere molto tempo.
- *Staffe del pilastro e della trave*: vengono esportate le staffe di armatura applicate del pilastro e della trave. Se la spaziatura delle staffe non è stata definita, il valore predefinito può essere esportato facoltativamente.

Importazione di file ATE in Tekla Structures

Il file con estensione .ate può essere importato in Tekla Structures tramite un plugin dedicato. Assicurarsi che la finestra di dialogo *Analysis & Design models* sia chiusa durante il processo di importazione perché rallenta significativamente. Cercare "AXISVM" nel catalogo *Applications & components* in Tekla Structures fare doppio clic su *AXISVM Import & Export* per aprirlo e passare alla scheda *Import*. Viene visualizzata la seguente finestra di dialogo





Importazione settaggi

Premere il pulsante a sinistra dell'etichetta del *Filename*. Un'anteprima del modello da importare verrà visualizzata nell'angolo in basso a destra.

EElementi da importare

Gli elementi importati possono essere filtrati controllando i nodi.

Opzioni del flusso di lavoro

Attivo solo se *Gestione modello* è impostata su *Aggiorna*. Selezionare il modello di analisi con il quale confrontare il modello importato.

Tolleranza di modifica

Tolleranza utilizzata per il calcolo della geometria.

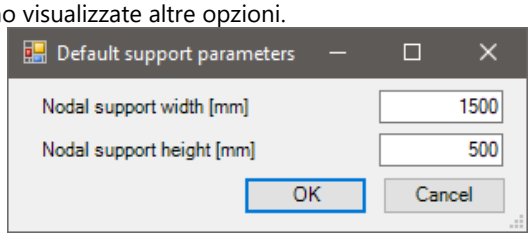
Gestione modello

Sovrascrivi modello Tutti gli oggetti esistenti verranno cancellati prima di importare il modello.

Aggiorna Scegliere questo metodo per confrontare il modello esistente con quello importato. Gli elementi modificati saranno aggiornati. Dopo aver cliccato sul pulsante OK verranno visualizzate altre opzioni.

Parametri supporto

La geometria dei supporti nodali in Tekla verrà creata a partire dai parametri predefiniti. Fare click sul pulsante *Parametri supporto* per impostare questi valori.

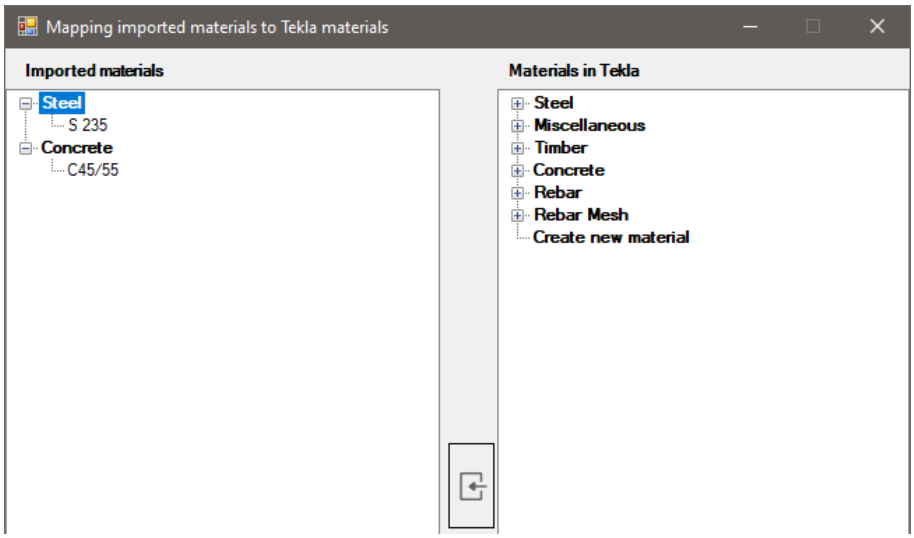


Informazioni di progetto

Informazioni sul modello AXISVM esportato.

Mappatura dei materiali

Poiché l'equivalente Tekla di un materiale AXISVM non può essere trovato automaticamente, la mappatura dei materiali deve essere eseguita manualmente nella seguente finestra di dialogo.



Selezionate un materiale AXISVM dall'albero di sinistra, selezionate il materiale corrispondente in Tekla sulla destra e cliccate sul pulsante tra le due viste per mappare il materiale importato sul materiale Tekla. La selezione nell'albero di sinistra salta al prossimo materiale non abbinato. Il nome del materiale abbinato diventa rosso, i materiali non abbinati sono neri. Se viene selezionata una categoria di materiale sulla sinistra (e non un materiale), tutti i materiali di questo tipo saranno abbinati allo stesso materiale in Tekla.
È anche possibile creare un nuovo materiale Tekla basato sulle proprietà di un materiale AXISVM selezionando Creazione di un nuovo materiale dall'albero di destra.
Se tutti i materiali importati corrispondono, il pulsante OK diventa attivo e l'importazione del modello può continuare.

3.1.9.1.2 Trasferimento del modello di analisi dalle strutture Tekla ad AXISVM

Il plugin *AXISVM Import & Export* in Tekla Structures può esportare i dati del modello in un file con estensione TAE. Questo file può essere importato in AXISVM.

Dati esportati

Il plugin esporta i seguenti elementi: elementi lineari con il loro materiale e sezione trasversale, domini con il loro materiale, supporti nodali, carichi e combinazioni dei carichi. Saranno esportati solo gli elementi presenti nel modello di analisi scelto in Tekla. I supporti devono essere definiti come supporti di punti separati. Gli elementi lineari con una sezione trasversale personalizzata non vengono convertiti in modello statico ed esportati solo come forma personalizzata.

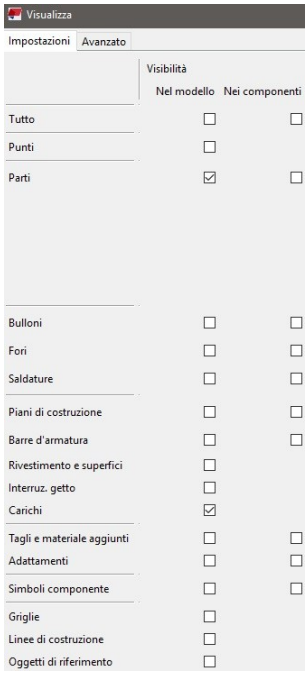
Preparazione

È importante creare correttamente il modello di analisi in Tekla in modo che AXISVM possa funzionare senza ulteriori modifiche. Per generare un buon modello di analisi, impostare le proprietà come appaiono su questa imagine.

Le impostazioni ottimali possono variare a seconda del modello e potrebbe essere necessario configurare le proprietà di analisi delle singole parti.

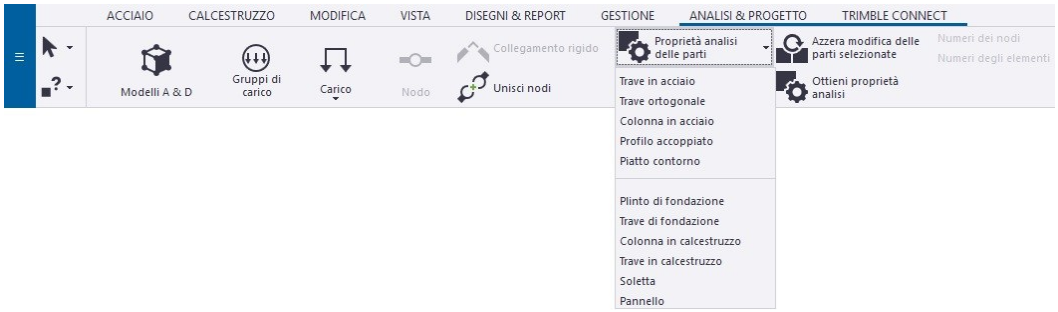
Prima di creare il modello di analisi, è utile visualizzare solo gli elementi rilevanti. È possibile configurare quali elementi sono visibili nelle proprietà di visualizzazione.

Con i soli elementi rilevanti visualizzati selezionare l'intero modello e impostare le proprietà di analisi di ogni parte. In questo modo il modello di analisi creato avrà le giuste proprietà di default e le ulteriori correzioni necessarie in seguito saranno ridotte al minimo.

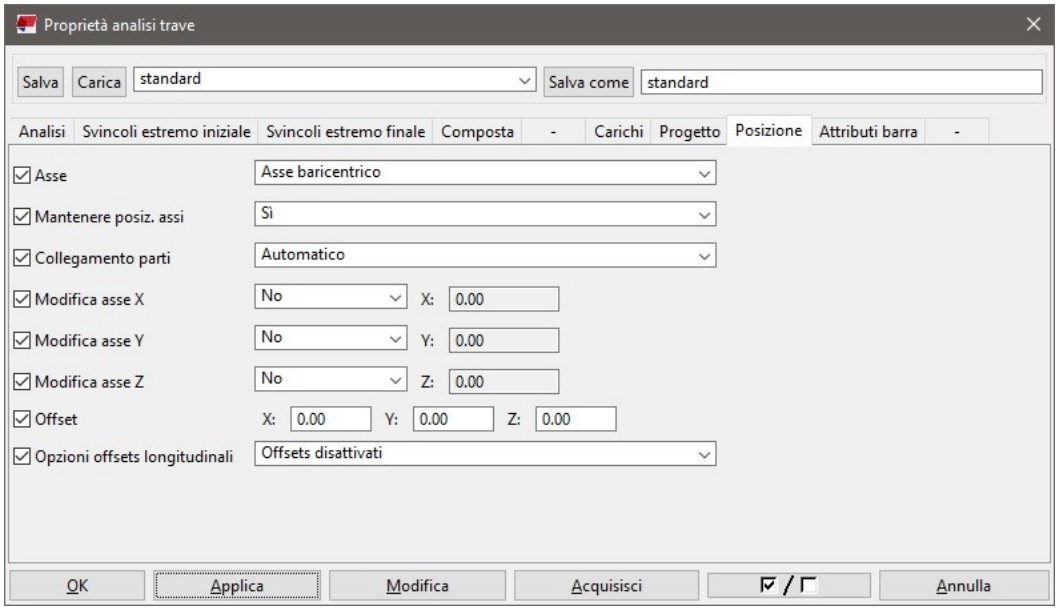


Impostazione delle proprietà di analisi delle parti

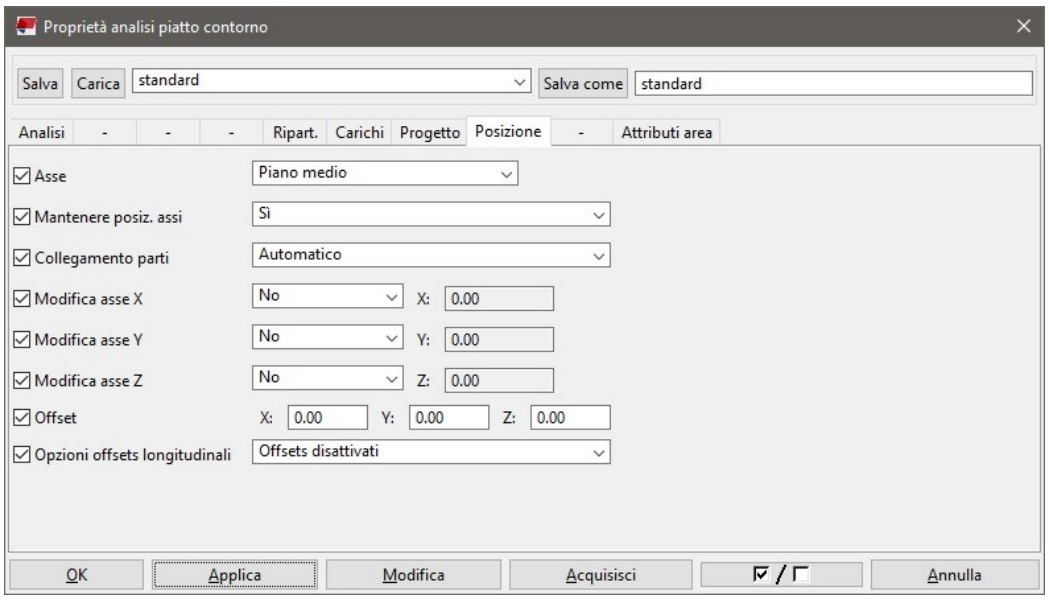
È possibile accedere alle proprietà di analisi dell'elemento nel menu sottostante:



Per travi e colonne, impostare questi parametri nella scheda *Posizione*:



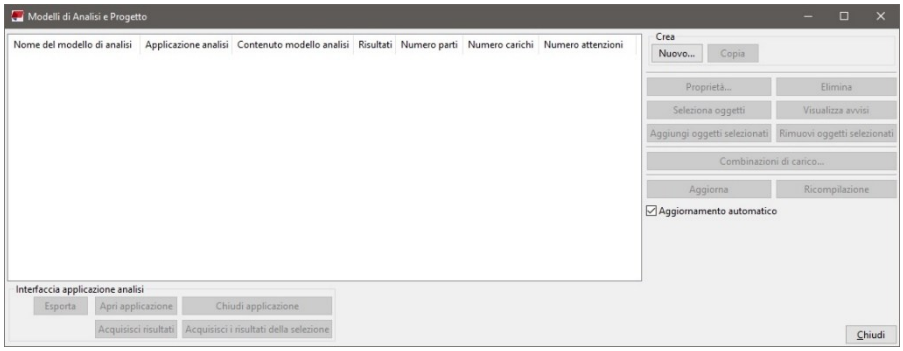
Per piastre, lastre e pannelli, impostare i seguenti parametri nella scheda *Posizione*:



Creazione del modello di analisi

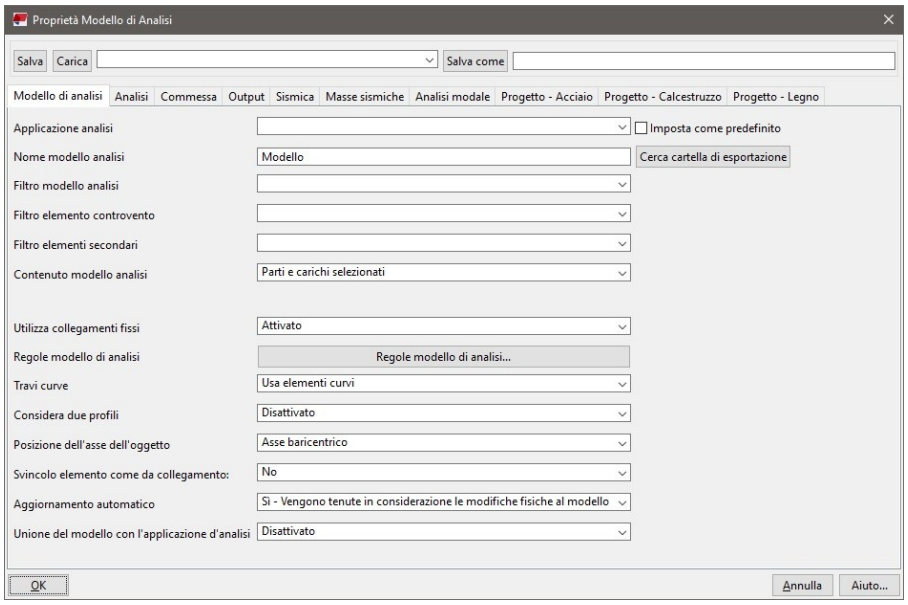
Dopo aver impostato le proprietà di analisi di ogni parte è possibile creare il modello di analisi.

1. Aprire la finestra Modelli di Analisi e Progetto.



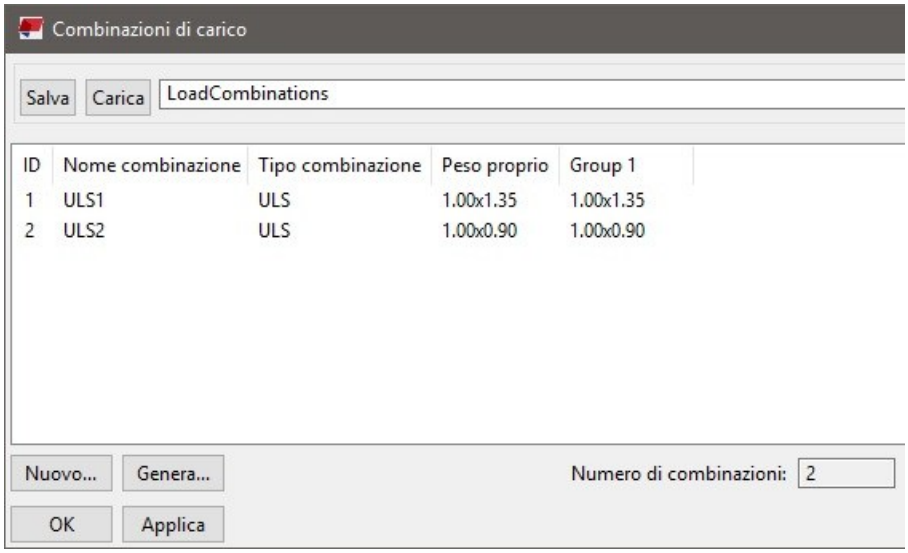
2. Premere *Nuovo...* per creare un nuovo modello di analisi con i seguenti parametri:

Proprietà del modello di analisi

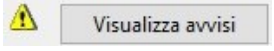


3. Selezionare le parti e i carichi che si desidera aggiungere al modello di analisi e fare clic sul pulsante *Aggiungi oggetti selezionati*. Per rimuovere elementi dal modello di analisi selezionarli e fare clic su *Rimuovi oggetti selezionati*.

4. Premere *Combinazioni dei carichi...* per configurare le combinazioni di carico.



5. Controllare se ci sono avvertenze indicate da Tekla Structures e cercare di risolverle.

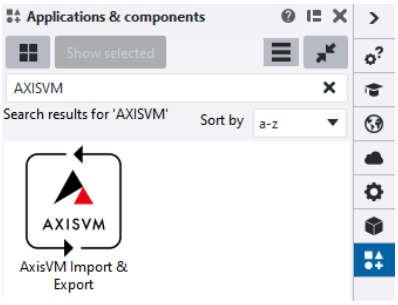


Esportazione del Modello di analisi a file TAE

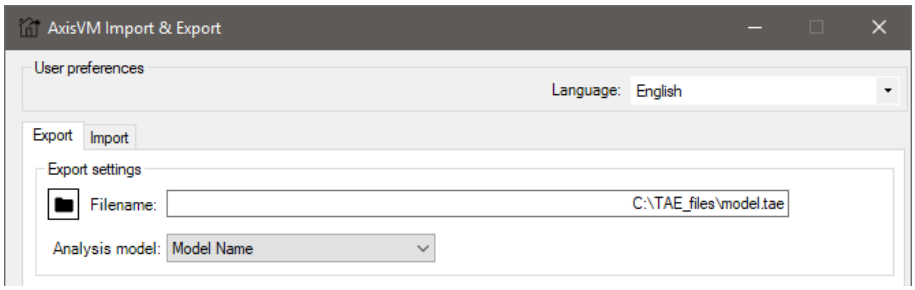
1. Cercare "AXISVM" nel catalogo *Applicazioni & componenti* e aprire il plugin *AXISVM Import & Export* facendo doppio clic su di esso.

2. Selezionare dove salvare il file TAE e scegliere un nome per esso. È inoltre necessario scegliere il modello di analisi che si desidera esportare.

Premere *OK* per avviare il processo di esportazione.



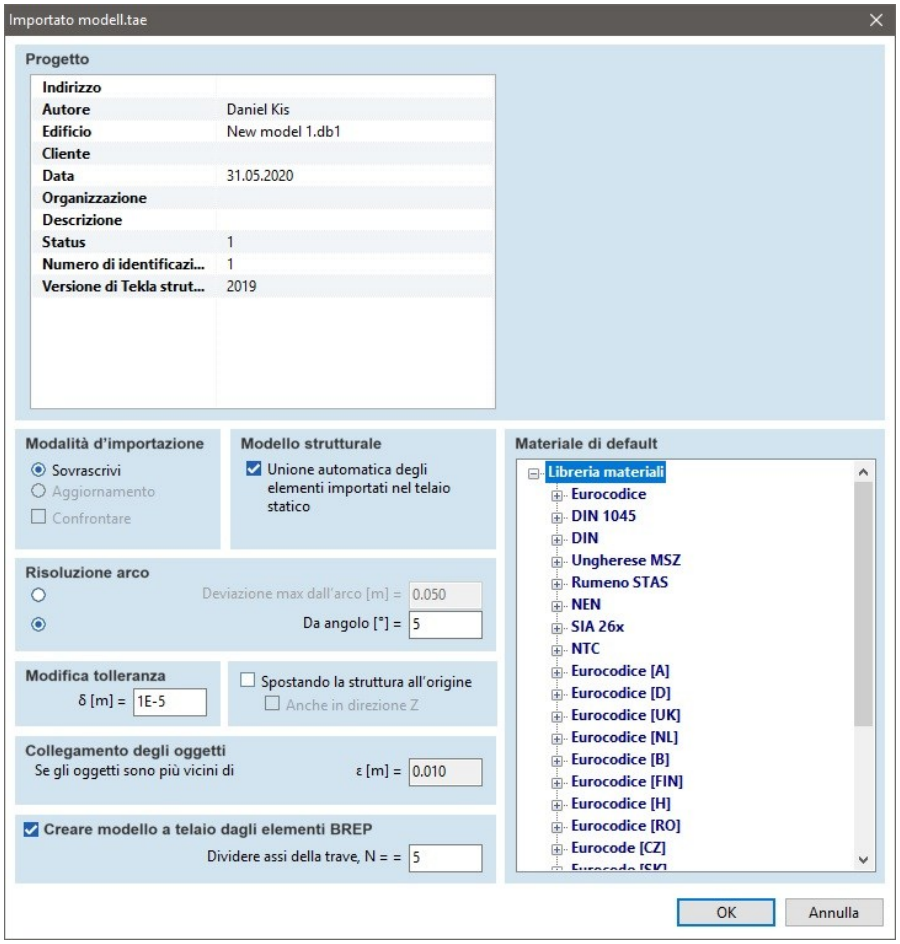
Esportazione del modello



Se viene visualizzato il messaggio *Esportazione dati avvenuta con successo*, l'operazione è andata a termine correttamente.
Il file risultante con estensione .tae può essere trascinato sull'interfaccia utente di AXISVM o importato tramite *File / Importa*.

Importazione di file TAE in AXISVM

Quando si importa il file in AXISVM apparirà una finestra di dialogo:



Progetto Le informazioni sul progetto definite in Tekla.

Modalità Importazione Se il modello AXISVM non è vuoto, sono disponibili due opzioni per sovrascrivere il modello o aggiornarlo.

Modello strutturale Se questa opzione è attivata AXISVM modifica i dati geometrici per costruire un modello strutturale corretto. Gli elementi che possono collidere sono collegati con un corpo rigido, i domini vicini sono uniti, i telai disposti sui domini sono convertiti in nervature. Alcuni di questi calcoli richiedono risorse considerevoli e possono rallentare il processo di importazione.

Risoluzione arco Alcuni calcoli geometrici richiedono che gli archi siano convertiti in polilinee. Il criterio di conversione può essere impostato qui.

Modifica tolleranza Tolleranza utilizzata per il calcolo della geometria.

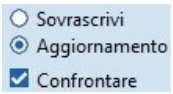
Collegamento degli oggetti Per migliorare l'efficienza del rilevamento delle collisioni, i box di delimitazione degli oggetti vengono maggiorati un po'. Questo valore di tolleranza può essere impostato qui. Attivo solo se la casella di controllo sul *Modello strutturale* è selezionata.

Materiale di default Gli utenti possono selezionare il materiale assegnato alle entità per le quali Tekla non ha fornito alcuna informazione.

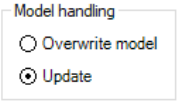
3.1.9.1.3. Flusso di lavoro tra AXISVM e le strutture Tekla

AXISVM e Tekla Structures possono condividere un flusso di lavoro. Si tratta di un'import-export basato sul confronto. In questo modo, gli ingegneri che lavorano sullo stesso progetto possono importare entità nuove o modificate senza influenzare gli elementi invariati.
l processo del flusso di lavoro può essere avviato sia da AXISVM che da Tekla Structures.
Affinché il confronto avvenga è necessario scegliere e selezionare la casella di controllo *Aggiornamento* mostrata di seguito:

AXISVM:



Tekla:

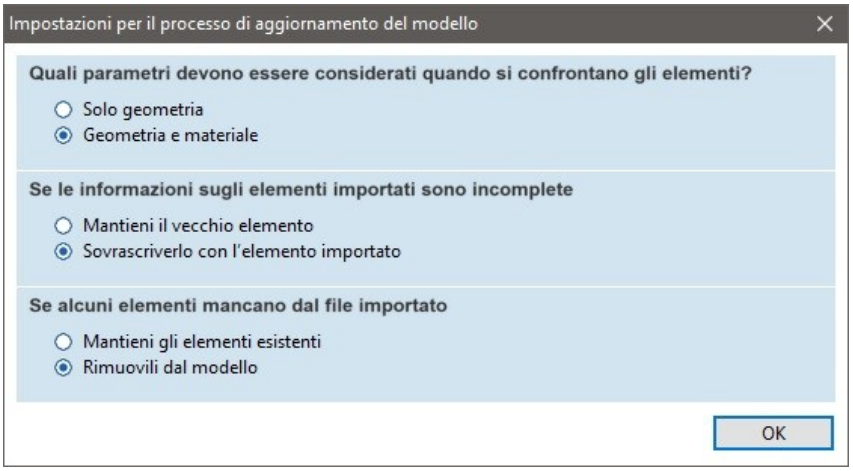


Durante l'importazione vengono gestiti tre scenari di base:

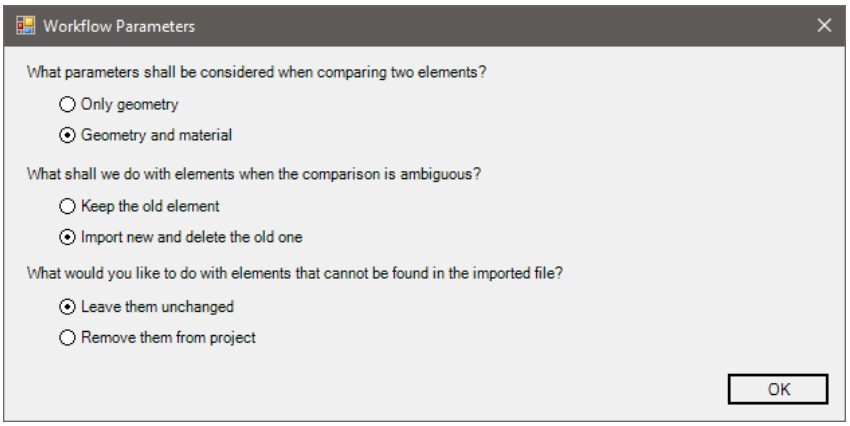
1. L'elemento da importare non può essere presente nel modello di analisi, quindi può essere semplicemente elaborato e importato.
2. Uno o più elementi del modello attuale non si trovano nel file da importare. In questo caso, gli utenti possono scegliere se eliminare questi elementi o ignorarli e lasciarli inalterati.
3. Gli elementi da importare si trovano nel modello attuale. In questo caso, si effettua un confronto basato su
    a) il materiale degli elementi
    b) il modello statico degli elementi
    c) la sagoma o lo spessore degli elementi
    d) caratteristiche della molla

Se dopo questo confronto risultano uguali, gli elementi importati vengono ignorati. Tuttavia, se vengono trovati diversi, l'elemento in arrivo viene elaborato e il primo viene cancellato. Quando - per qualsiasi motivo - non è possibile effettuare un confronto corretto, l'utente deve decidere se mantenere l'elemento esistente o importare l'elemento nuovo.
Queste impostazioni possono essere modificate prima dell'effettiva procedura di importazione sulla finestra seguente:

Finestra AXISVM



Finestra Tekla

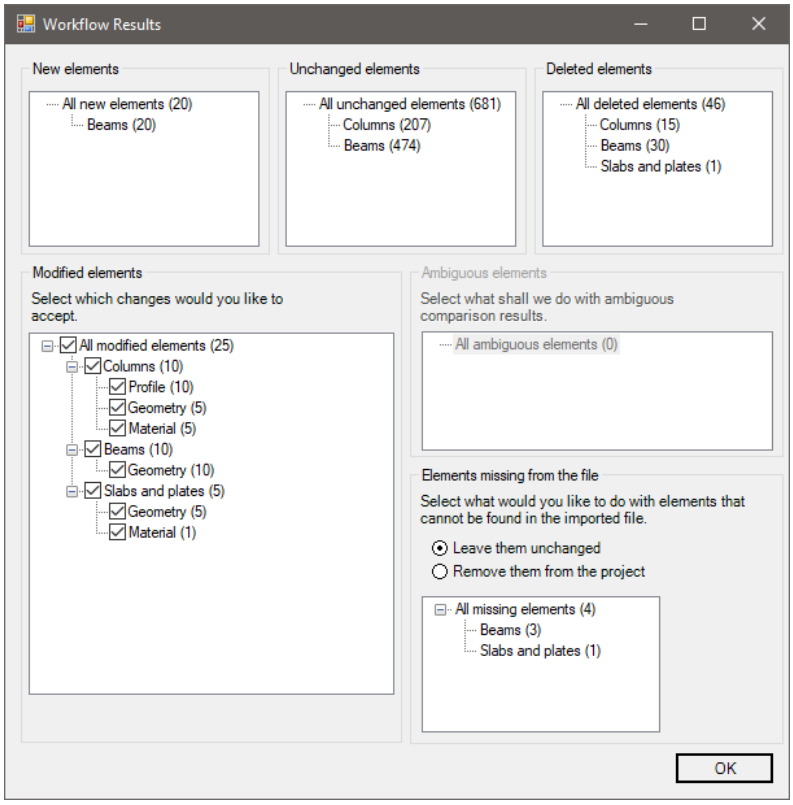


Importazione di Tekla Structures

Quando importiamo un modello AXISVM in Tekla Structures viene eseguito un confronto basato su:

a) il materiale degli elementi
b) il modello statico degli elementi
c) il profilo e lo spessore degli elementi

Dopo il confronto è possibile esaminare i risultati del confronto e personalizzare le azioni da eseguire.



Nuovi elementi Questa lista mostra gli elementi creati in AXISVM nel corso dell'ultima esportazione. Questi elementi verranno sempre creati dopo la conferma d'importazione.

Elementi immutati Non sono state apportate modifiche a questi elementi. Rimangono così come sono.

Elementi modificati Gli elementi che sono stati modificati in AXISVM sono elencati qui. Ogni modifica è accettata di default. Deselezionare le modifiche che non si desidera eseguire.
Selezionando un nodo si evidenziano gli elementi relativi.

Elementi cancellati Questi elementi sono stati cancellati in AXISVM dopo l'ultima esportazione. Verranno cancellati dopo il processo di importazione.

Elementi mancanti Questi elementi non si trovano nel file importato ma sono presenti nel modello Tekla. Si può scegliere di cancellare questi elementi o di ignorarli e lasciarli intatti.

Elementi ambigui Se un elemento ha informazioni incomplete o non possiamo confrontarlo per qualche motivo, allora apparirà qui. Potete decidere se volete che questi elementi sovrascrivano quelli attuali o se volete mantenere i vecchi elementi.

3.1.9.2. Collegamento unidirezionale per le versioni di Tekla Structures prima del 2021

Impostazione

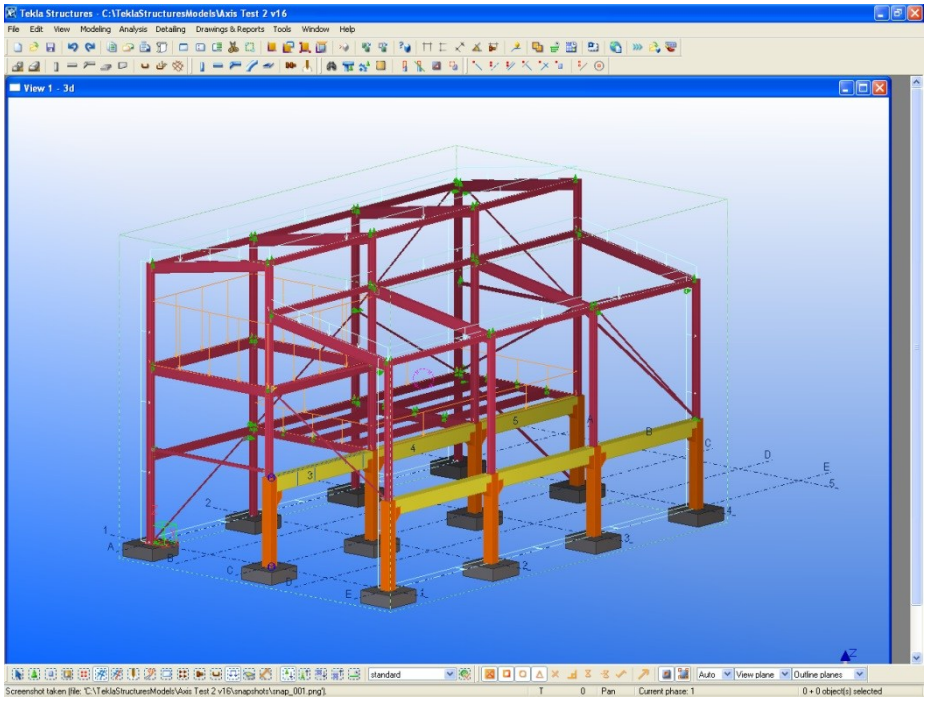
Il collegamento tra i due software è realizzato attraverso un server COM che consente l'esecuzione di AXISVM.
Per stabilire il collegamento prima deve essere registrato il server COM all'interno del sistema operativo (nel Registro di Sistema) quindi deve essere notificato a Tekla Strutture che è disponibile un server compatibile.
AXISVM esegue automaticamente le operazioni di registrazione, tuttavia se Tekla Strutture non è installato la seconda registrazione non può essere completata. Quindi dopo avere installato Tekla Strutture la registrazione deve essere riavviata eseguendo due file batch dalla cartella di programmi AXISVM

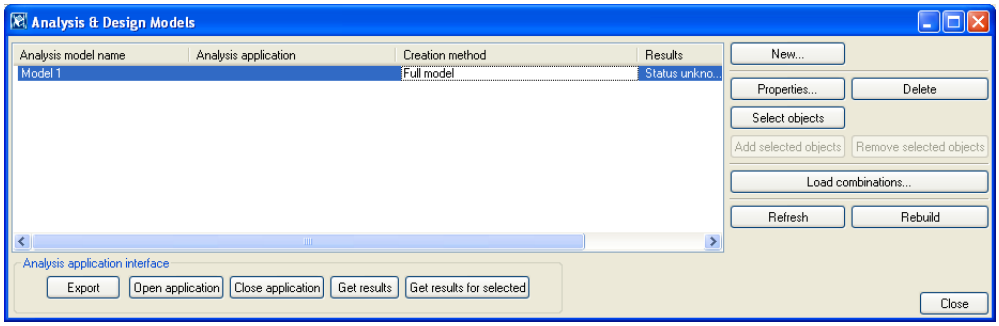
```
!REGISTER_AXISVM_X64.BAT
!REGISTER_TEKLA_X64.BAT
```

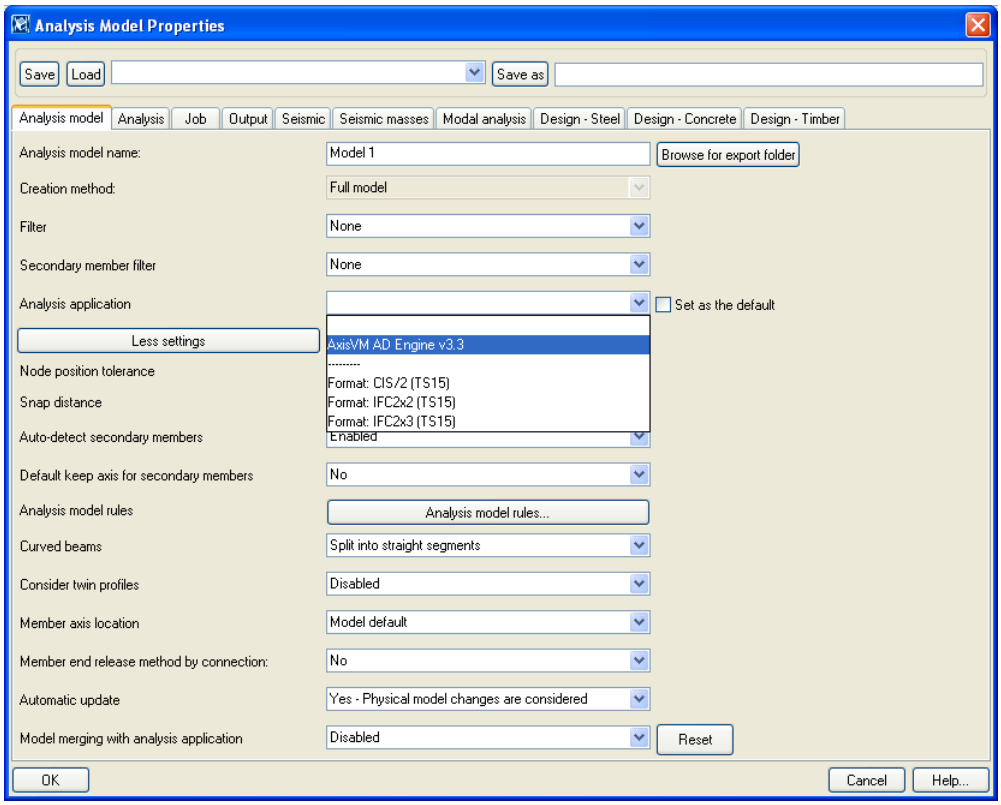
Se il collegamento fallisce è consigliato eseguire questa registrazione di nuovo ogni volta.

Collegamento

Dopo che la registrazione è riuscita il modello costruito in Tekla Strutture può essere trasferito ad AXISVM nel modo seguente: cliccare *Analysis & Design models...* nel menu *Analysis* quindi cliccare il pulsante *Proprietà* per definire AXISVM AD Engine come *motore di Analisi*.





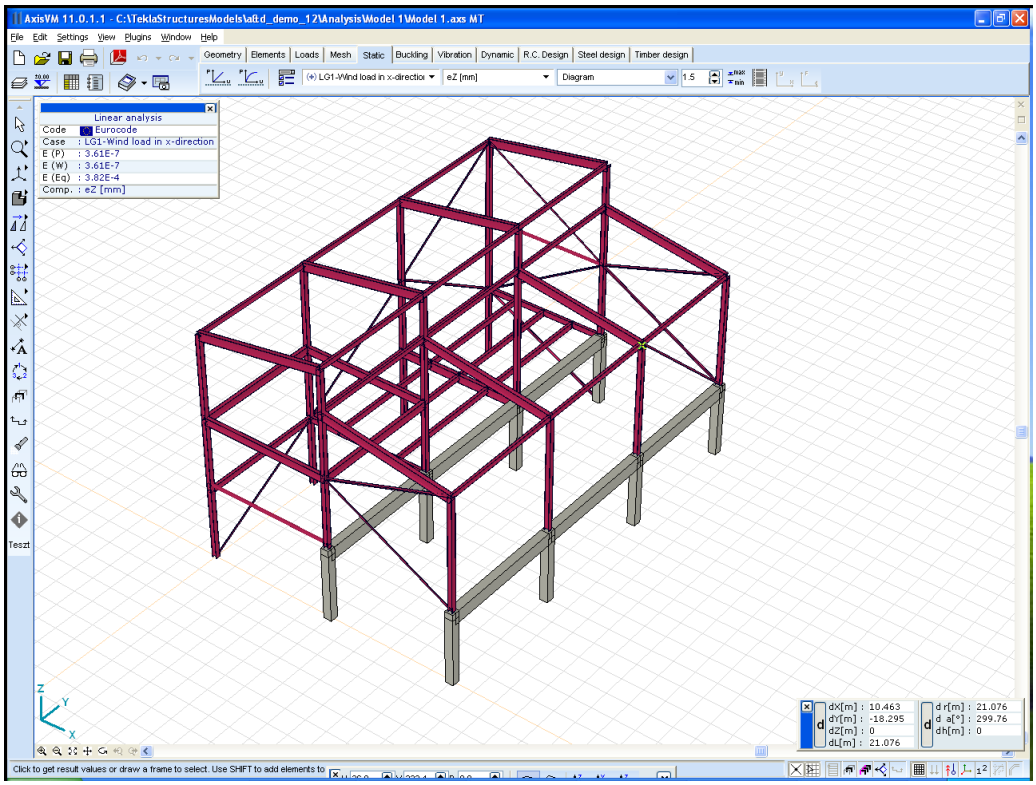


Se AXISVM AD Engine non appare nell'elenco a discesa la registrazione non ha avuto successo e deve essere ripetuta.

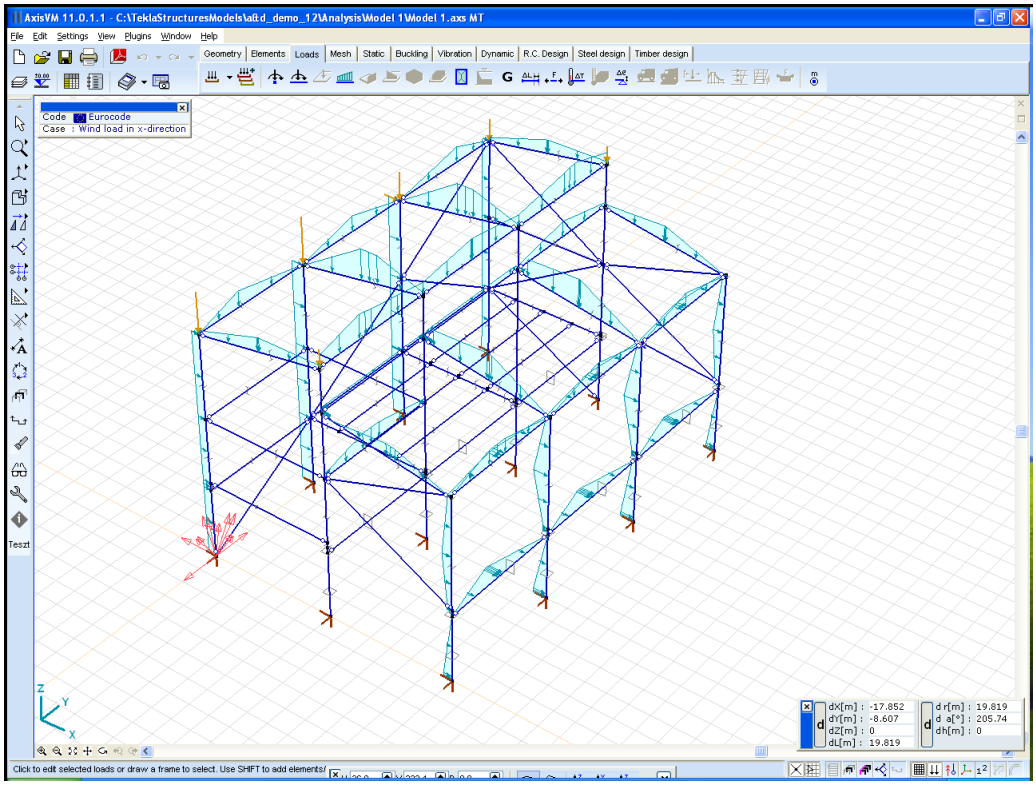
Ritornando alla finestra *Analysis & Design models* cliccare su *Run* per iniziare il trasferimento del modello. Lo stato del processo viene mostrato in dialogo. Se il trasferimento è completato con successo fare clic sul pulsante OK per vedere il modello in AXISVM.



Il modello si è trasferito ad AXISVM:



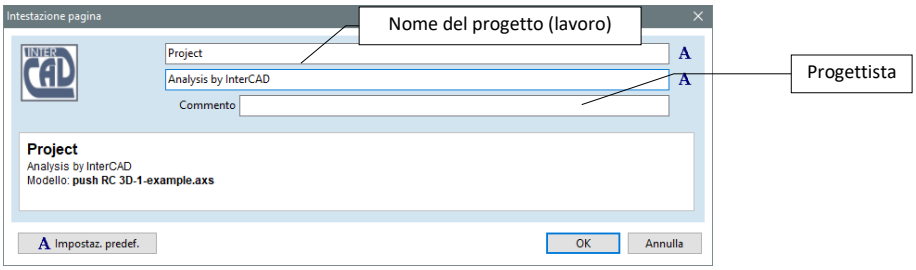
I carichi ed i casi di carico specificati in Tekla Strutture sono convertiti:



3.1.10. Intestazione pagina

Permette di specificare un testo di testata (due linee), che contiene il nome del progetto e del progettista. Apparirà in cima a ogni pagina stampata. Può essere aggiunta un'altra linea di commento.

Intestazione pagina



Se è stata selezionata un'immagine come logo per i disegni, le tabelle e le relazione, apparirà anche in questa maschera. Per modificarlo cliccare sull'immagine o selezionare il menu *Impostazioni / Preferenze / Relazione / Logo aziendale / Impostazioni...*

3.1.11. Configurazione di stampa



Consente la configurazione dei parametri per la stampante selezionata.
Questo è una finestra di dialogo standard Windows quindi la lingua corrisponde alla lingua del sistema operativo installato.

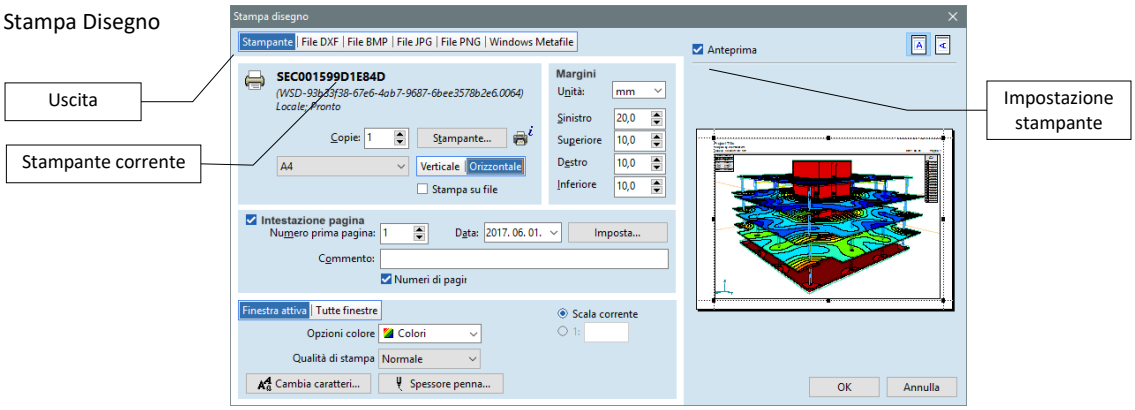
3.1.12. Stampa



[Ctrl]+ [P]

Permette di stampare il modello con le impostazioni correnti di visualizzazione e di impostare la stampante e la pagina.

Stampa Disegno



Invia a

Permette di inviare l'output direttamente alla stampante/plotter o a file grafici (DXF, BMP, o Windows Metafile [WMF/EMF]).

Stampante

Permette di selezionare e impostare la stampante.
Se si sceglie la stampa su file, la stampa sarà memorizzata nel file Nome.prn, dove Nome è il nome del file e deve essere inserito insieme alla cartella di destinazione.
Si può impostare il numero di copie richieste.
Il tasto Imposta richiama la finestra di dialogo Imposta stampante del Windows nella quale si possono cambiare in dettaglio la stampante e le impostazioni di stampa.

Scala

Permette di impostare la scala del disegno da stampare. La scala non può essere impostata In caso di prospettiva o vista realistica e se l'output viene inviato a Windows Metafile.

Margini (Stampante/DXF)

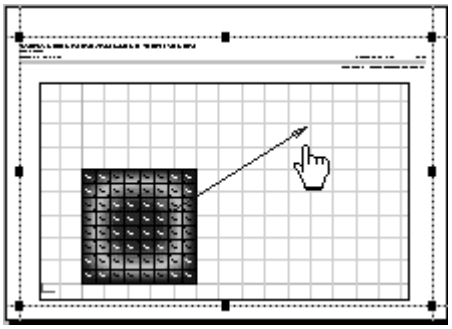
Permette di impostare le dimensioni e le unità dei margini di pagina. Si possono anche trascinare le linee di margine per un angolo o per i lati all'interno dell' anteprima.

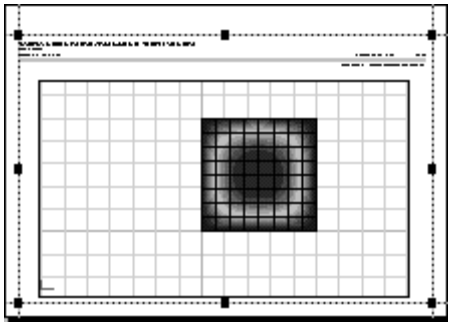
Dimensione Bitmap (BMP, JPG, PNG)

Permette di impostare le dimensioni della bitmap in pixel, pollici, mm o cm.

Anteprima

Consente di vedere l'immagine stampata prima della stampa. Se avete selezionato *Stampante* come destinazione di stampa il cursore si trasforma in una mano quando si va sull'area dell'anteprima. Premendo il tasto sinistro del mouse e muovendo il mouse è possibile specificare uno spostamento ulteriore dell'immagine nel foglio che interesserà solo l'output stampato.





Intestazione Pagina

Permette di impostare la data e il commento che appariranno su ogni pagina, e il numero iniziale dal quale partirà la numerazione. Se la casella "Numeri di pagina" è disattivata verrà visualizzato un spazio bianco dove è possibile scrivere a mano il numero della pagina. *Impostazioni...* visualizza la finestra di intestazione pagina (***vedere...*** *3.1.10 Intestazione pagina*) dove è possibile cambiare il logo aziendale.

Orientamento

Permette di impostare l'orientamento della pagina.

Opzioni colore

Permette di scegliere se stampare a colori o no.

Nel caso la propria stampante non possa stampare a colori,si possono ottenere comunque risultati differenti nei due casi. Se si seleziona Scala di Grigi l'output sarà convertito a scala di grigi usando la tavolozza interna di AXISVM.

Se si seleziona Colori la conversione sarà operata dal driver Windows della stampante. Conviene provare entrambi per stabilire quale è il migliore nel proprio caso.

Dimensione foglio

Permette di impostare la dimensione del foglio.

Cambia Caratteri

Permette di selezionare i caratteri da usare nella stampa e le loro dimensioni.

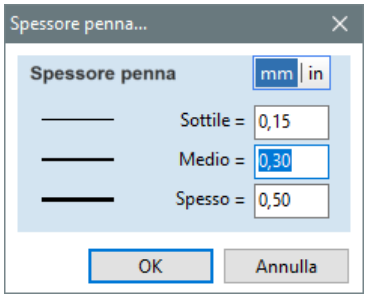
Finestre da stampare

Permette di stampare o la finestra attiva o tutte le finestre visualizzate.

Spessore penne

Definisce gli spessori delle penne per la stampa.

Linee spesse sono usate per disegnare vincoli ed elementi rigidi. Linee medie sono usate per le isolinee e le linee di sezione. Linee sottili sono usate per disegnare gli elementi, la loro geometria ed altre entità grafiche.



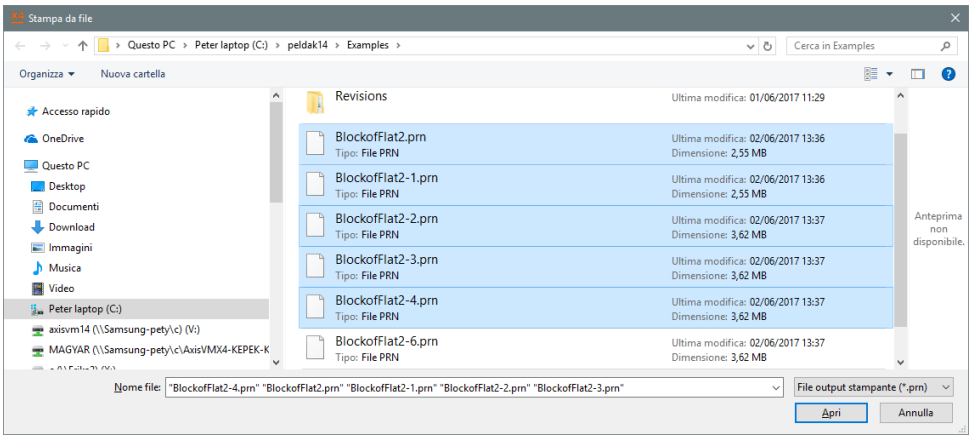
Finestre da stampare

Permette di stampare tutte le finestre attive o visualizzate.

Stampa su file

Quando è selezionata la casella *Stampa su file* , la stampa è ridiretta ad un file chiamato nome.prn, che può poi essere stampato in un altro momento dall'esterno del programma.

Stampa su File



Se il file *nome.prn* esiste già, si può aggiungere la nostra stampa a quello oppure sovrascriverlo.

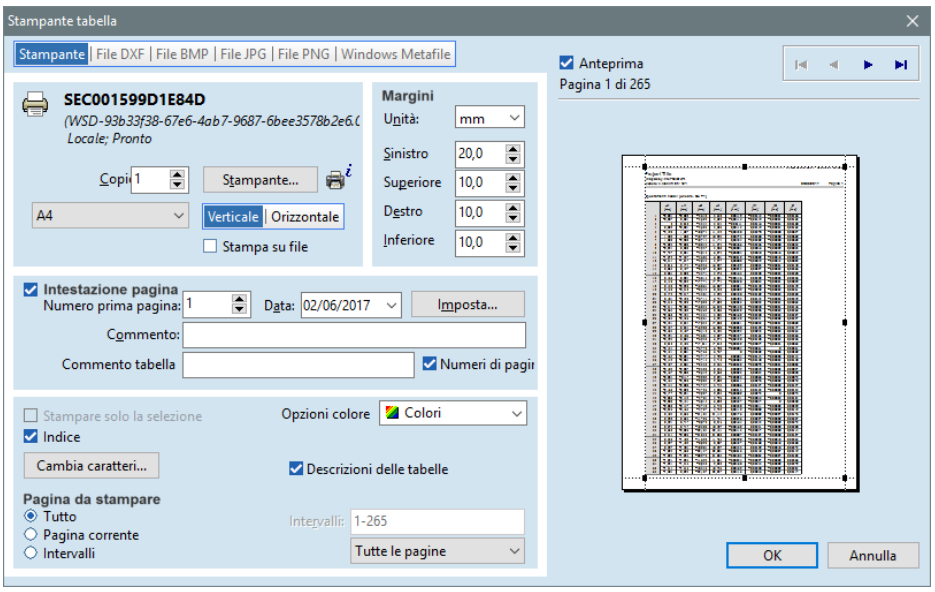
Volendo stampare sempre su file, si può scegliere questa configurazione andando su Avvio/Impostazioni/Stampanti e andando su Proprietà della stampante per cui si vuole salvare su file e configurare così la stampa sulla porta File .

Stampa di tabelle

Quando si vogliono stampare delle pagine dalla tabella dei dati, è possibile scegliere quali di quelle pagine stampare (tutte/corrente/selezionate) e tra queste operare una ulteriore scelta (tutte/pari/dispari).

Esempio: Se selezioniamo le pagine 1,3,7-10,20-18 nelle caselle Seleziona, le pagine saranno stampate nel seguente ordine 1a, 3a, 7a, 8a, 9a, 10a, 20a, 19a, e 18a.

Stampante Tabella



Stampa solo la selezione

Abilitato solamente quando si stampa una relazione. Se questa opzione è spuntata solo le voci marcate verranno stampate . Se non spuntata la relazione verrà stampata per intero.

Indice

Stampa indice all'inizio della relazione, facoltativo.

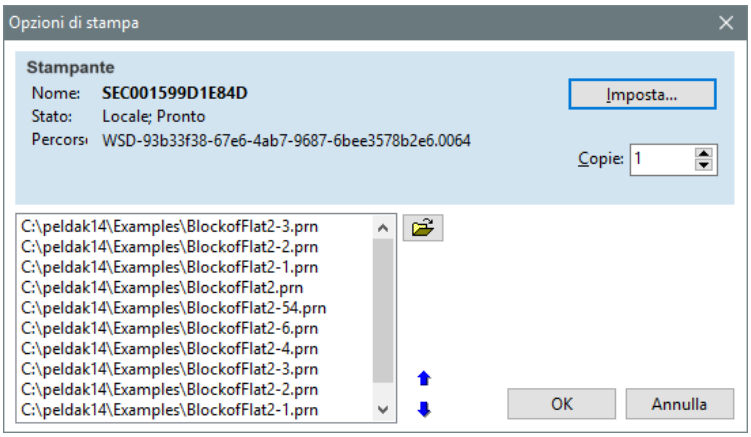
Descrizione delle tabelle

Se questa opzione è selezionata una legenda verrà stampata alla fine di ogni tabella per descrivere il significato di ogni colonna.

3.1.13. Stampa da file

Si possono stampare i file .prn creati dalla seguente finestra.

Opzioni di Stampa



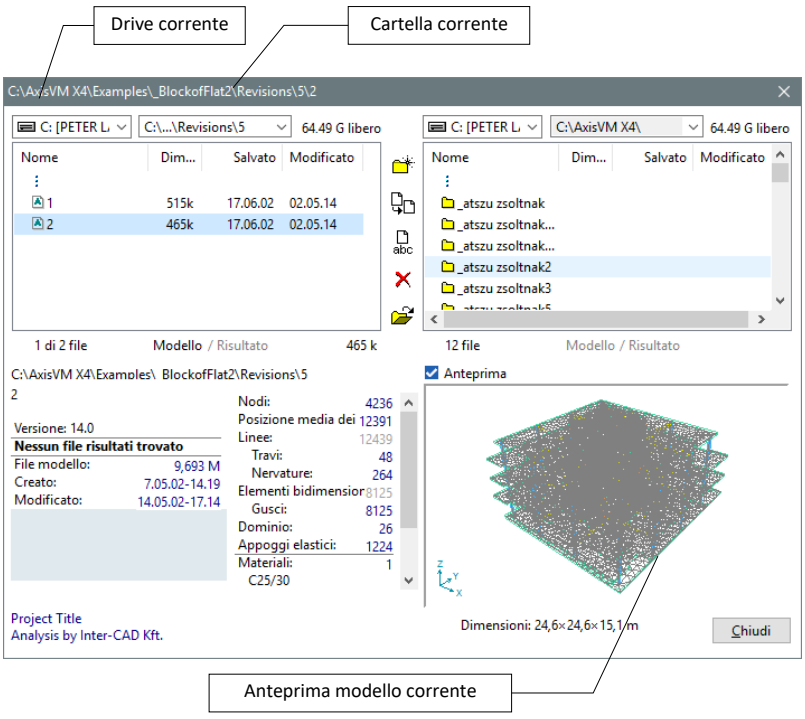
Si può stampare più di un file .prn alla volta. E' possibile scegliere l'ordine di stampa mediante le frecce a destra della lista dei file oppure trascinare con il mouse i nomi dei files fino ad una nuova posizione di stampa in modo da definire l'ordine desiderato.

3.1.14. Libreria Modelli



Il comando *File/ Libreria Modelli* permette di avere anteprima, informazioni e gestione dei file di modello.
AXISVM esplora i drives selezionati la volta precedente e cerca in essi i file AXS e i file dei risultati AXE. Dopo aver completato la ricerca apre la finestra di dialogo Libreria di Modelli.

Libreria Modelli





Nuovo
Crea una nuova sotto cartella nella cartella corrente con il nome inserito.



Copia
Copia i file selezionati in una cartella diversa. Si può specificare se copiare anche i file dei risultati.



Rinomina/Sposta
Rinomina i file selezionati nelle cartelle correnti o li sposta in una cartella diversa.

Elimina
Cancella i file selezionati dalle cartelle correnti. Si può specificare se cancellare solo i file dei risultati o tutti.

Apri
Apre il file selezionato per editarlo.

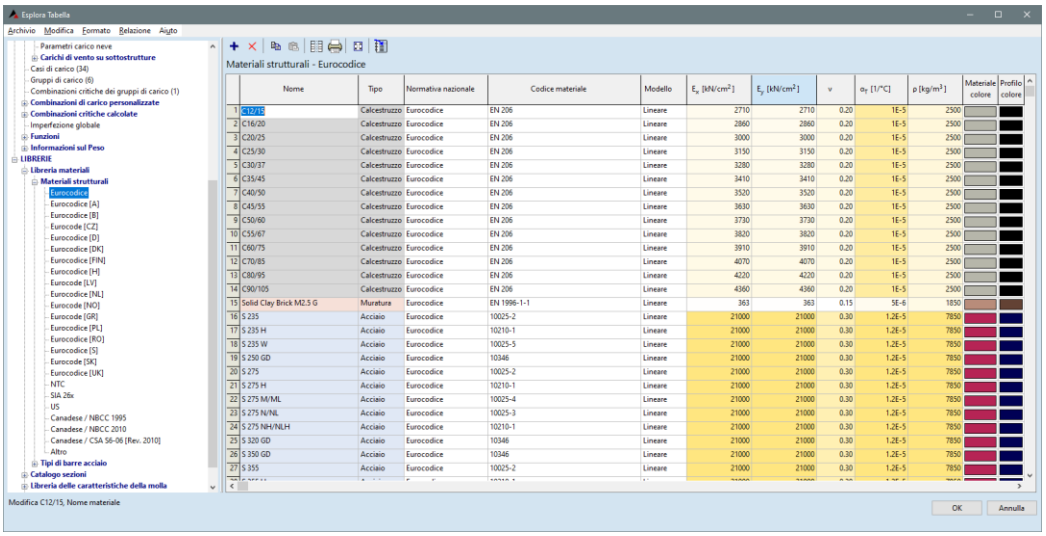
I file AXISVM sono contrassegnati con . Se un file di risultato è disponibile, l'angolo in basso a destra dell'icona è blu.

Anteprima
Visualizza il modello corrente nella vista prospettica predefinita insieme alle informazioni principali.

Chiudi
Chiude la finestra di dialogo Libreria Modelli.

3.1.15. Libreria Materiali

AXISVM ha una libreria di materiali già caricati (che contiene i materiali strutturali usati più frequentemente) e permette di impostarne altri in modo da poterli usare altre volte in modelli diversi. Ad ogni materiale impostato bisogna assegnare un nome.



La finestra della libreria materiale può essere aperta anche utilizzando l'icona Browser di tabella e selezionando re *Librarie/Libreria Materiali*.
Vedere *4.9.10 Elementi Lineari, 4.9.24 Creazione del modello strutturale da un modello architettonico*
Vedere la descrizione dettagliata del Visualizzatore di Tabella in sezione *Esplora Tabella.*

Proprietà materiale

Questa tabella contiene le proprietà dei materiali spesso utilizzati in ingegneria civile secondo i codici Eurocode, SIA e Italiana. Potete aggiungere nuovo, modificare o cancellare i dati di materiali esistenti. In caso dell'immissione di un nuovo materiale con un nome esistente sarà aggiunto come MaterialNome_Numero. Questi materiali possono essere utilizzati in qualsiasi modello.

Cambiando le caratteristiche dei materiali nella libreria, non cambiano i valori corrispondenti nei modelli in cui questi materiali sono stati utilizzati.

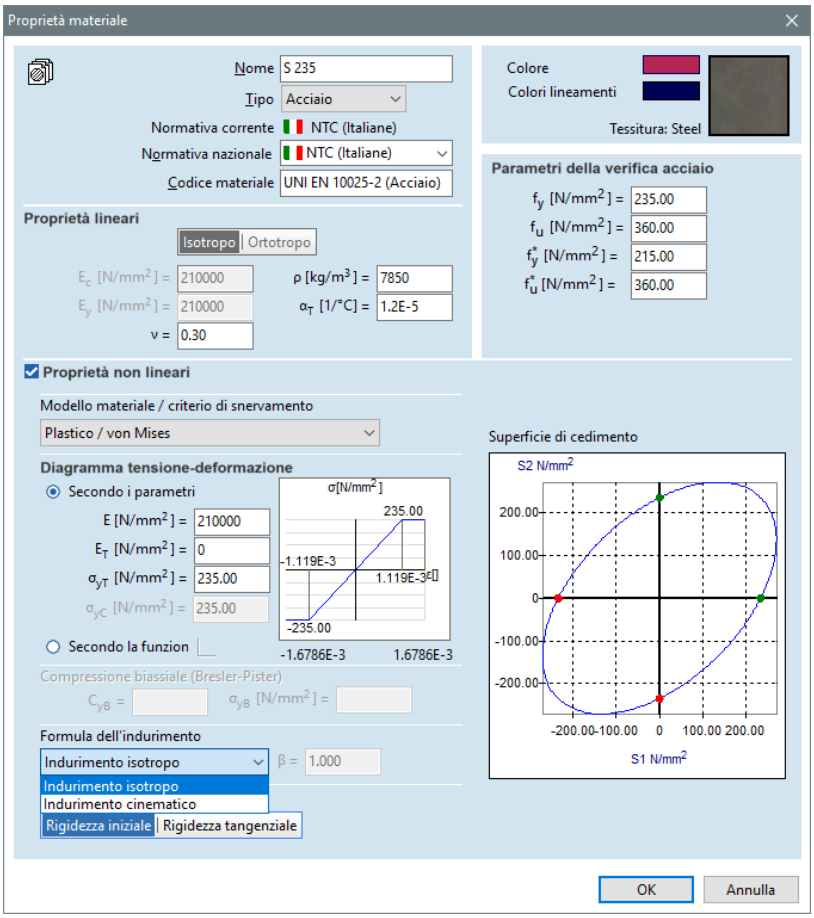
Definire nuovo materiale

[Ctrl+Ins],
Cambiamento proprietà materiali

Definendo un nuovo materiale o facendo clic su di una colonna non modificabile (per esempio codice di progettazione nazionale, tipo) appare una finestra di dialogo, nella quale tutte le proprietà dei materiali, i parametri di calcolo e di progettazione possono essere definiti o cambiati. I campi che contengono le proprietà di base indipendenti dal codice di progettazione possono essere editati nella tabella.

Quando un materiale con un nome identico a uno esistente è introdotto un indice è collegato al nome (nome_indice) per differenziarsi da quello esistente.

Se la texture non è assegnata fare click sul quadrato per selezionarne una da libreria. ***Vedi...*** *Modo visualizzazione/ Texture*



La finestra della libreria dei materiali può essere aperta anche usando l'icona di comando Esplora tabella e selezionando Librerie/Libreria Materiali.
Questa tabella contiene le proprietà dei materiali utilizzati frequentemente nell'Ingegneria Civile. Si possono aggiungere nuovi materiali, modificarli o cancellare materiali già esistenti.

Per ogni materiale sono memorizzate le seguenti proprietà:

Tipo materiale: [Acciaio, calcestruzzo, legname, alluminio, muratura , altro]
Codice usato, codice materiale
Nome materiale
Colore di riempimento sullo schermo
Colore di linea di contorno sullo schermo
Texture

Proprietà lineari

Il materiale del modello può essere isotropo o ortotropo.

Ex	Modulo di Young di elasticità nella direzione locale x
Ey	Modulo di Young di elasticità nella direzione locale y
ν	Rapporto di Poisson
α_T	Coefficiente di dilatazione termica
ρ	Densità di massa (Peso specifico)

☞ ***Nel caso di materiali legno:***
ρ è la densita di massa secca (12% umidità) e il modulo di elasticità E è basato su test a flessione. L'effetto nel tempo (rilassamento) non è preso in conto.

Calcolo di ulteriori proprietà del materiale

$$E_z = \max\{E_x, E_y\}; \quad \nu_{ij} = \begin{cases} \nu & \text{if } E_i \geq E_j \\ \nu \frac{E_i}{E_j} & \text{if } E_i < E_j \end{cases}; \quad G_{ij} = \frac{E_i E_j}{E_i + E_j + 2\nu_{ij} E_j}$$

dove $ij = \{xy, xz, yz\}$

Proprietà dei materiali in legno

Nel caso dell'Eurocodice, il programma modifica i moduli elastici degli elementi lineari e superficiali in legno (se il materiale è stato selezionato da un database Eurocodice) in base alla seguente tabella:

Tipo di analisi	*Moduli elastici*
Analisi lineare Statica non lineare solo per i materiali Instabilità	$E_x = \frac{E_{0,mean}}{1+k_{def}}$ $E_y = \frac{E_{90,mean}}{1+k_{def}}$ $E_z = \max\{E_x, E_y\}$ $G_{xy} = G_{xz} = G_{yz} = \frac{G_{mean}}{1+k_{def}}$
Statica non lineare solo per le geometrie Statica non lineare per i materiali e le geometrie	$E_x = \frac{E_{0,mean}}{\gamma_M}$ $E_y = \frac{E_{90,mean}}{\gamma_M}$ $E_z = \max\{E_x, E_y\}$ $G_{xy} = G_{xz} = G_{yz} = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$
Modale Analisi dinamica	$E_x = E_{0,mean}$ $E_y = E_{90,mean}$ $E_z = \max\{E_x, E_y\}$ $G_{xy} = G_{xz} = G_{yz} = G_{mean}$

k_{def} è un parametro assegnabile agli elementi lineari (*4.9.10 Elementi Lineari*) e ai domini (*4.9.6 Dominio*)

In caso di SIA, il programma modifica i moduli di elasticità degli elementi lineari e di superficie in legno (se il materiale è stato selezionato da una libreria dati SIA) in base a quanto segue::

$$E_x = E_{0,mean}\,\eta_w; E_y = E_{90,mean}\,\eta_w;\; E_z = \max\{E_x, E_y\}$$
$$G_{xy} = G_{xz} = G_{yz} = G_{mean}\,\eta_w$$

dove η_w dipende dal contenuto di umidità, che è un parametro assegnabile agli elementi lineari e ai domini.

Proprietà nonlineari

Il modello di materiale utilizzato nel software è valido solo in caso di piccoli tensioni.

Modello del materiale / criterio di snervamento	***Tipo Materiale***		
	Acciaio	**Cemento, muratura**	**Altro**
NL elastica / Deformazione	✓	—	✓
Plastica / von Mises	✓	—	✓
Plastica / Bresler-Pister	—	✓	✓

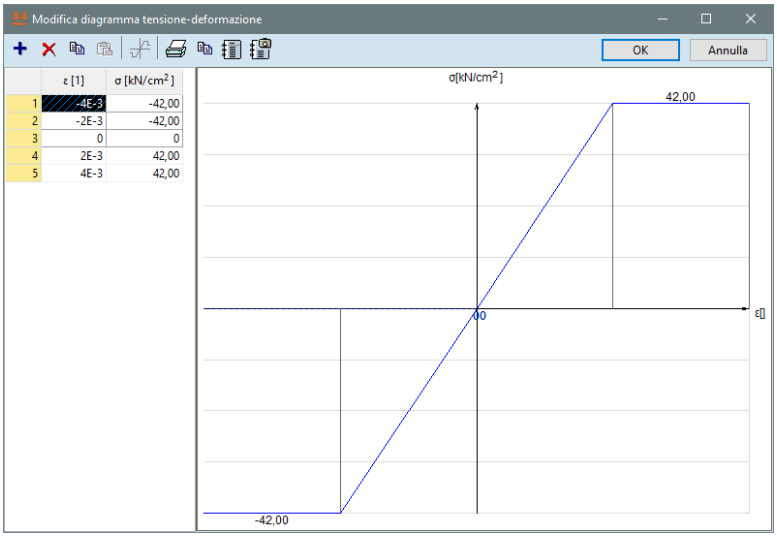
Diagramma sollecitazione-deformazione

Secondo i parametri

E [kN/cm^2]	Modulo di elasticità dell'analisi non lineare (aumento della sezione iniziale del diagramma **σ-ε)**
E_T [kN/cm^2]	Modulo di elasticità dell'analisi non lineare (aumento della sezione tangenziale del diagramma **σ-ε**)
σ_{yT} [kN/cm^2]	Tensione di snervamento a trazione
σ_{yC} [kN/cm^2]	Tensione di snervamento a compressione

Secondo la funzione

Editore dei diagrammi sforzo-deformazione



La maggior parte delle funzioni della barra degli strumenti sono le stesse come nell'editor del diagramma cronologia. ***Vedi...*** *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*

Funzione simmetrica Se questa opzione viene attivata definire la parte positiva della funzione vuol dire definire anche la parte negativa.

Compressione biassiale

C_{yB} [] Fattori di compressione biassiale

σ_{yB} [kN/cm^2] Tensione biassiale di snervamento in compressione. $\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC}$

Restrizioni sui parametri

Materiale / criterio di snervamento	E_T	σ_{yC}	C_{yB}	*Diagramma σ-ε*
NL elastic / Deformazione	$E_T \geq 0$	$\sigma_{yC} \geq 0$	N.A.	arbitrario
Plastic / von Mises	$E_T \geq 0$	$\sigma_{yC} = \sigma_{yT}$	N.A.	simmetrico
Plastic / Bresler-Pister	$E_T = 0$	$\sigma_{yC} \geq \sigma_{yT}$	$1 \leq C_{yB} \leq 1.2$	N.A.

N.A. – non disponibile

Il diagramma σ-ε deve essere almeno bilineare sia dal lato della tensione che della compressione. La funzione deve essere monotonicamente crescente e la sua pendenza deve essere monotonicamente decrescente..

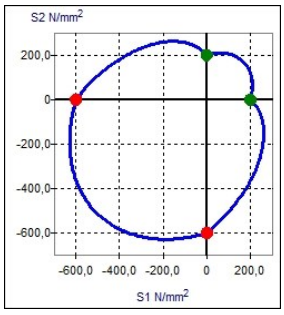
Visualizzazione superficiale dello snervamento

Il diagramma mostra la sezione tagliata della superficie di snervamento per il piano delle sollecitazioni principali S1-S2. Questa curva di confine appartiene allo stato della forza di piano.

NL elastica / Deformazione

Questo materiale ha comportamento elastico non lineare. Significa che il punto che rappresenta lo stato del materiale si muove lungo la curva σ-ε quando il carico aumenta o diminuisce. Nessuna deformazione irreversibile.

È disponibile il comportamento tensione-deformazione asimmetrica.



$\sigma_{yT} = 200$ MPa , $\sigma_{yC} = 600$ MPa

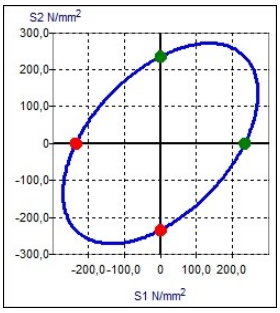
Comportamento plastico

Il carico crescente muove il punto che rappresenta lo stato del materiale lungo la curva σ-ε, il carico decrescente lo sposta parallelo alla sezione iniziale della curva.

Plastico / von Mises

Questo modello è consigliato per l'acciaio. Per questo è disponibile solo il comportamento simmetrico di tensione-deformazione. [35]

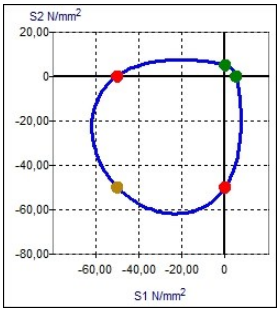
https://en.wikipedia.org/wiki/Von_Mises_yield_criterion



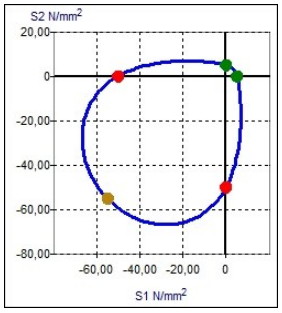
$\sigma_{yT} = 200$ MPa , $\sigma_{yC} = 200$ MPa

Plastico / Bresler-Pister

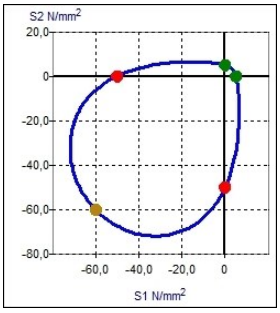
Questo modello di materiale è raccomandato per il calcestruzzo e la muratura, in quanto può modellare contemporaneamente la resistenza a basso snervamento per la tensione e la resistenza ad alta snervamento per la compressione uniassiale e biassiale. [36]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bresler_Pister_yield_criterion



$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.0$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 50$ MPa



$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.1$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 55$ MPa



$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.2$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 60$ MPa

Rigidezza

Rigidezza iniziale

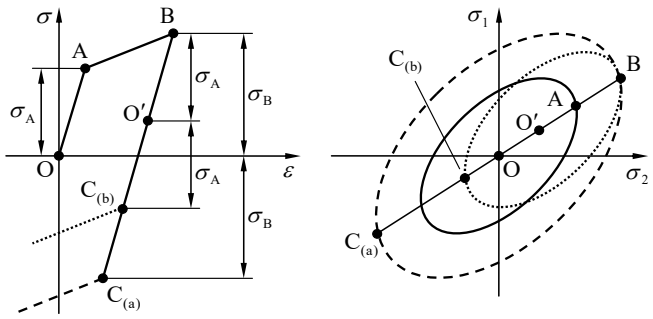
La matrice lineare di rigidezza iniziale viene utilizzata per la valutazione della matrice di rigidezza globale. Il calcolo è più lento (sono necessarie ulteriori iterazioni) ma la convergenza è più stabile.

Rigidezza tangente

La matrice non-lineare di rigidezza tangente viene utilizzata per la valutazione della matrice di rigidezza globale. Il calcolo è più veloce (sono necessarie meno iterazioni) ma se gli incrementi non sono abbastanza piccoli, potrebbero verificarsi problemi di convergenza.

Incrudimento

L'incrudimento potrebbe essere:
(a) *Isotropo*: $\beta = 1$ (b) *Cinematico*: $\beta = 0$



In caso di icrudimento cinematico le dimensioni della superficie di snervamento non cambiano ma il suo centro si sposta dall'origine dello spazio di sollecitazione fino alla posizione O'. In tal caso le sollecitazioni relative $\sigma_{r,i} = \sigma_i - \sigma_{O',i}$ rispetto all'origine corrente vengono sostituite nell'equazione delle tensioni effettive calcolate sulla base del criterio di snervamento. ***Vedere...*** *6.1.23 Tensioni Elemento Reticolare/Trave/Nervatura* e *6.1.24 Tensioni Elementi Bidimensionali*
In caso di indurimento isotropico $\sigma_{O',i} = 0$ e $\sigma_{r,i} = \sigma_i$.

Parametri di progetto I parametri di progettazione dipendono dal tipo materiale e dal codice di progettazione.

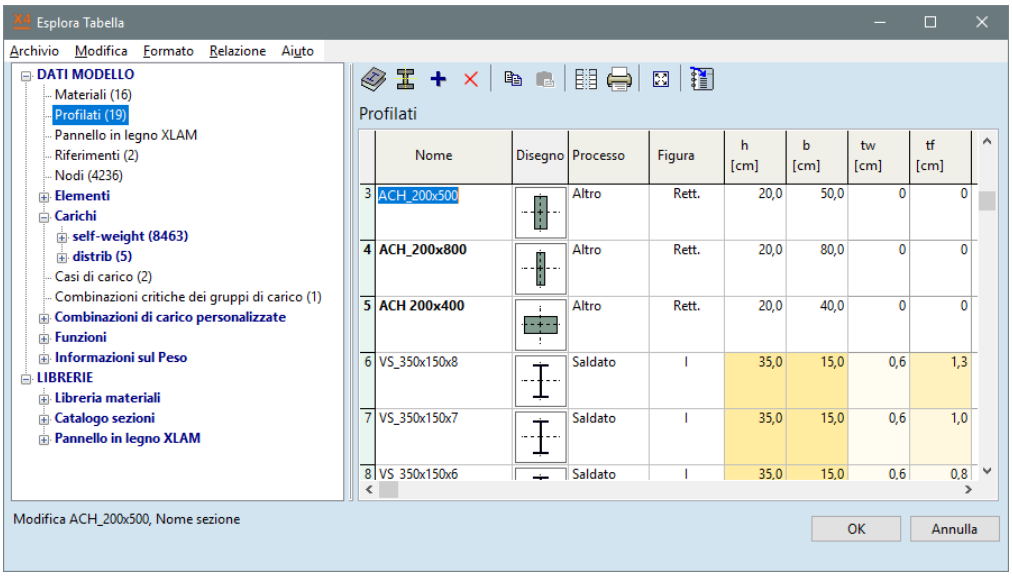
Acciaio	**EC, SIA 26x, Italian**	*Acciaio*	f_y	Tensione di snervamento
			f_u	Tensione ultima
			f_y^*	Tensione di snervamento (40mm <t< 100mm)
			f_u^*	Tensione ultima (40mm <t< 100mm)
Calcestruzzo	**EC, Italian**	*Calcestruzzo*	f_{ck}	Tensione caratteristica a compressione su provino cilindrico a 28 giorni
			γ_c	Coefficiente parziale
			α_{cc}	Fattore di riduzione della tensione per cls per carico prolungato
			Φ_t	Fattore di Creeping
	SIA 26x	*Calcestruzzo*	f_{ck}	Rottura caratteristica di compressione cilindrica a 28 giorni
			γ_c	Coefficiente parziale
			Φ_t	Fattore di Creeping
Legno	**Eurocodice**	*Legno*	$f_{m,k}$	Flessione
			$f_{t,0,k}$	Trazione parallela alle fibre
			$f_{t,90,k}$	Trazione perpendicolare alle fibre
			$f_{c,0,k}$	Compressione parallela alle fibre
			$f_{c90,k,y}$	Compressione perpendicolare alle fibre *(y)* (per non-LVL $f_{c90,k,y} = f_{c90,k,z} = f_{c90,k}$)
			$f_{c90,k,z}$	Compressione perpendicolare alle fibre *(z)* (per non-LVL $f_{c90,k,y} = f_{c90,k,z} = f_{c90,k}$)
			$f_{v,k,y}$	Taglio perpendicolare alla direzione delle fibre *(y)* (per non -LVL $f_{v,k,y} = f_{v,k,z} = f_{v,k}$)
			$f_{v,k,z}$	Taglio perpendicolare alla direzione delle fibre *(z)* (per non -LVL $f_{v,k,y} = f_{v,k,z} = f_{v,k}$)
			$E_{0,mean}$	Modulo di elasticità medio parallelo alle fibre*(x)*
			$E_{90,mean}$	Modulo di elasticità medio perpendicolare alle fibre *(y)*
			$E_{0.05}$	Modulo di elasticità parallelo alle fibre *(x)* (5%)
			G_{mean}	Modulo di taglio medio
			ρ_k	Massa volumica
			ρ_{mean}	Massa volumica media
			γ_M	Coefficiente parziali relativo al materiale
			s	Dimensione dell'esponente dell'effetto (per materiali LVL)
Muratura	**Eurocodice**	*Muratura*	f_b	Resistenza a compressione delle unità di muratura normalizzata
			f_k	Resistenza caratteristica a compressione della muratura
			f_{vk0}	Resistenza caratteristica a taglio iniziale
			f_{xk1}	Resistenza caratteristica a flessione della muraturache si curva secondo un asse parallelo alle fughe.
			f_{xk2}	Resistenza caratteristica a flessione della muraturache si curva secondo un asse perpendicolare alle fughe.

3.1.16. Libreria Sezioni

AXISVM ha una libreria di sezioni già caricate, che contiene le sezioni di acciaio e di calcestruzzo usate più frequentemente e permette di creare impostazioni di proprietà delle sezioni che possono essere utilizzate in seguito in modelli differenti.
Le librerie includono i prodotti di alcuni fornitori presenti in tutto il mondo. Per la descrizione del Visualizzatore di Tabella ***Vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*.

Creare una nuova libreria

Si può creare una libreria di sezioni personalizzata dal comando *File/Nuova Tabella di Sezioni* nella finestra Esplora Tabella. Per definire la libreria nella tabella è necessario specificare il nome della libreria, un nome del file della libreria e un tipo di sezione trasversale. Possono essere indicati anche una *zona geografica* e un *produttore*. Questi campi possono essere utilizzati per filtrare le sezioni trasversali durante l' importazione dalla libreria. ***Vedere...*** *4.9.2.1 Esplora le librerie di sezioni trasversali*
Occorre specificare il nome della libreria, il nome del file della libreria e un tipo di sezione. I file delle librerie standard e personalizzate (*.sec) vengono salvati nella cartella nella quale si trova il file eseguibile dell'applicazione.



☞ ***La funzione Undo non è attivo quando le librerie vengono modificate.***

Assegnare un nome a ogni sezione trasversale e specificare le seguenti proprietà:

Nome	
Processo di costruzione	Formato a caldo, saldato, formato a freddo, altro.
Forma	I (H, W), U, L, Tubazione, Rotondo, Rettangolo, C, Z, S, J, T, Scatolare, Personalizzato

Proprietà della sezione trasversale

Quando si crea una nuova sezione trasversale nella tabella tutti i valori della proprietà devono essere immessi.

b	Dimensione nella direzione y locale (larghezza).
h	Dimensione nella direzione z locale (altezza).
tw	Spessore dell'anima
tf	Spessore della flangia
A_x	Area della sezione (sezione- trasversale).
Ay	Area di taglio y
Az	Area di taglio z
I_x	Inerzia torsionale.
Iy	Inerzia flessionale sull'asse locale y
Iz	Inerzia fessionale sull'asse locale z
$I_1^{(*)}$	Inerzia principale secondo il primo asse
$I_2^{(*)}$	Inerzia principale secondo il secondo asse
I_{yz}	Momento di inerzia centrifugo
I_1, I_2	Inerzia principale secondo il 1° e il 2° asse locale
I_ω	Modulo di deformazione (usato per il progetto delle sezioni in acciaio)

$W_{1,\ el,i}^{(*)}$	Modulo elastico sezione trasversale, inizio = *I_1/e2_max* (vedere diagramma sotto)
$W_{1,\ el,f}^{(*)}$	Modulo elastico sezione trasversale, fondo = *I_1 / e2_min*
$W_{2,el,i}^{(*)}$	Modulo elastico sezione trasversale , inizio = *I_2 / e1_max*
$W_{2,el,f}^{(*)}$	Modulo elastico sezione trasversale, fondo = *I_2 / e1_min*
$W_{1,pl}^{(*)}$	Modulo plastico sezione trasversale
$W_{2,pl}^{(*)}$	Modulo plastico sezione trasversale
i_y, i_z	Raggio d'inerzia intorno al 1° e il 2° asse locale
Hy, Hz	Dimensioni del box di ingombro nella direzione locale y e z
y_G, z_G	Posizione del baricentro della sezione nella direzione y,z locale relativa all'angolo in basso a sinistra del rettangolo circoscritto.
ys,zs	Posizione del centro di taglio nelle direzioni locali y e z rispetto al baricentro
r_1, r_2, r_3	Raggi di raccordo negli spigoli (angolo e raccordo)
β_y, β_z, β_ω	Coefficienti di Wagner che descrivono il grado di simmetria [43]
S.P.	Punti di calcolo delle tensioni

(*) Se i primi e secondi assi principali sono gli assi locali y e z i valori con (*) appaiono con gli indici y e z.

Proprietà della tabella

Le proprietà della libreria personalizzata possono essere modificate da *File/ Proprietà Tabella Sezioni* in Esplora Tabella.
Le proprietà della libreria personalizzata possono essere cancellate da *File/ Elimina Tabella Sezioni* in Esplora Tabella.

Importare/esportare valori

Si possono importare o esportare dalla libreria valori numerici in file dBaseIII con il comando *File/ Importa dBase*.

Copiare/incollare una sezione trasversale

All'interno di Esplora Tabella si possono copiare e incollare sezioni con la relativa descrizione grafica completa Lo scambio dati numerici con altre applicazioni è supportato tramite clipboard.

Aggiungere/ Modificare/ Cancellare una sezione trasversale

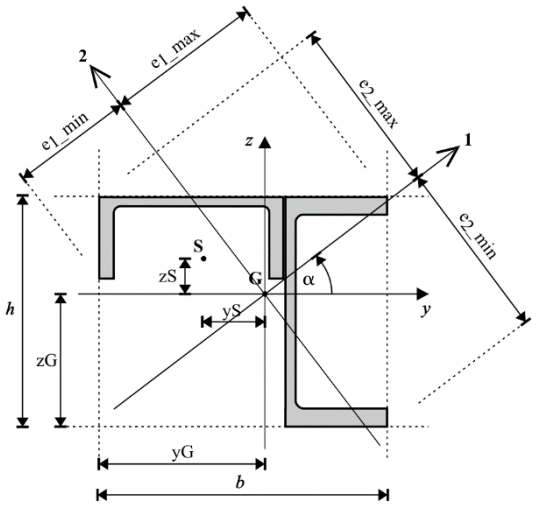
Si può agiungere una nuova sezione aqualunque libreria standard o personalizzata con il comando *Modifica/ Nuova Riga* (o schiacciando **[CTRL+ INS]** o il tasto sulla barra degli strumenti) nella tabella Browser e inserendo valori campo.
I dati della sezione possono essere specificati da l comando Modifica con Nuova Sezione (o **[CTRL+ G]**) per aggiungere una nuova sezione e Modifica Sezione (o **[CTRL+M]**) per modificare una sezione già esistente.
Cambiando le dimensioni di una sezione standard AXISVM automaticamente ricalcola tutte i parametri delle sezioni ed aggiorna la grafica.
E' possibile cancellare la sezione con l'icona per la cancellazione o premendo **[CTRL+Del].**

Vedere descrizione dell'editor di sezione trasversale in sezione *3.1.16.1 Editor di sezioni trasversali*.

☞ ***Le librerie delle sezioni trasversali contengono i valori del momento d' inerzia polare Iω (utilizzato nel modulo verifica Acciaio).***

☞ ***I valori delle proprietà delle sezioni nelle librerie standard sono tratti dai cataloghi dei fornitori. Verificarli prima dell'uso.***

Sezioni trasversali

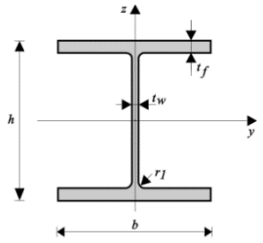
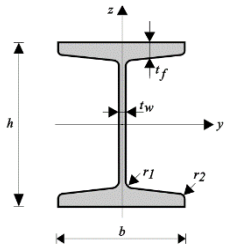
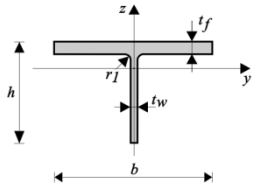
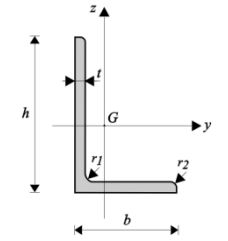
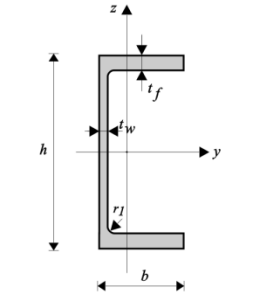
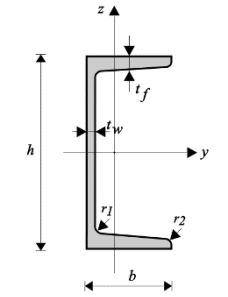
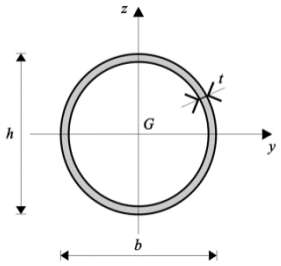
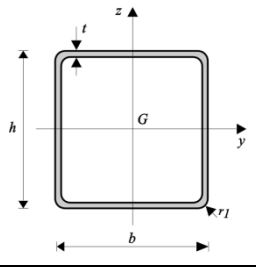


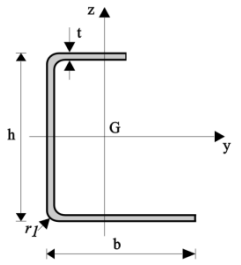
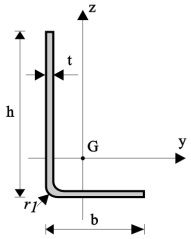
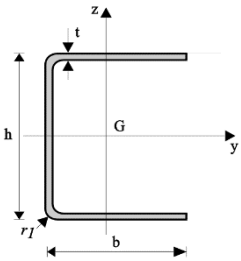
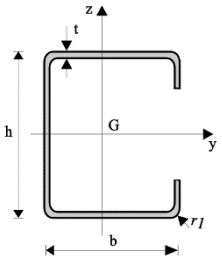
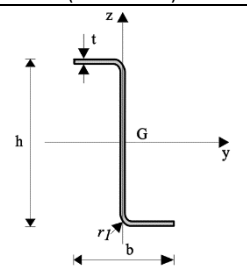
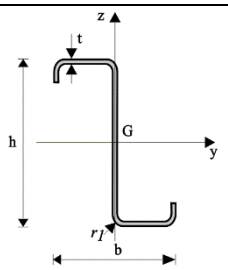
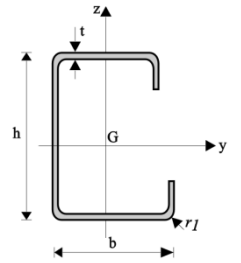
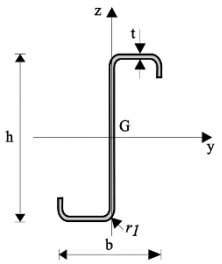
I raggi degli smussi della sezione trasversale (angolo e raccordo - r1, r2, r3) sono considerati nel calcolo delle caratteristiche della sezione trasversale e visualizzati.

Le figure seguenti illustrano il significato dei raggi, altezza, larghezza, spessore dei vari tipi di profilati.

La Libreria delle sezioni trasversali contiene diversi tipi di sezione:

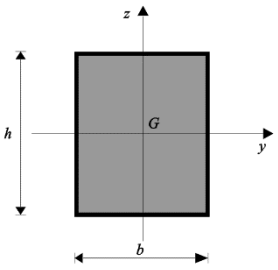
Sezioni in acciaio

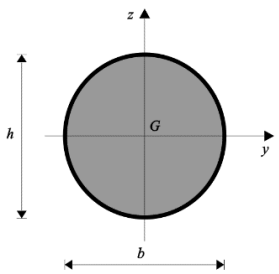
	
Profilo I a lati paralleli laminato a caldo	Profilo I a lati non paralleli laminato a caldo
	
Forma a T laminata a caldo	Profilo ad angolo laminato caldo
	
Profilo parallelo laminato caldo (forma U)	Profilo non parallelo laminato caldo (forma U)
	
Tubazione laminata a caldo	Profilo scatolare laminato a caldo (RHS)

	
Profilo J laminato a caldo	Profilo ad angolo laminato a caldo
	
Sezione canale laminata a caldo (forma ad U)	Forma a C laminata a caldo
	
Forma a Z laminata a caldo	Forma a S laminata a caldo
	
Sezioni C formate a freddo (LINDAB)	Sezioni Z formate a freddo (LINDAB)

Sezioni in calcestruzzo

Le sezioni in calcestruzzo sono elencate a partire dalla dimensione 20x20 fino alla dimensione di 80x80 cm con passi di 2 e 5cm.





3.1.16.1. **Editor di sezioni trasversali**



L'editor di sezioni trasversali consente di modificare sezioni trasversali sottili/spesse (solide) o creare determinate sezioni parametriche composte da due o tre materiali diversi.
Si possono usare forme circolari ,rettangolari, ad anello, e poligonali, o qulaunque altra forma elencata nelle librerie di sezioni per ottenere sezioni costruire complesse.
Le forme usate per costruire una nuova sezione sono considerate come componenti e devono essere dello stesso materiale.

Si possono spostare, ruotare, copiare, capovolgere o spostare le componenti selezionate in qualunque momento durante la modifica. Quando una componente viene posizionata nella sua locazione graficamente,vengono calcolati gli assi principali e le proprietà della sezione composta.
I comandi da tastiera possono essere utilizzati come nella finestra di modifica principale.
Il tasto **OK** chiude il comando e salva la sezione corrente nella tabella sezioni del modello con il nome che viene specificato.

Il modulo di calcolo delle caratteristiche geometriche delle sezioni si attiva dalla barra degli strumenti della Libreria delle sezioni e può essere avviato anche nella fase d'introduzione degli elementi lineari. ***Vedere...*** *4.9.10 Elementi Lineari*
L'editore può essere utilizzato quando operando su di una struttura che deriva da un modello architettonico attraverso l'interfaccia IFC. ***Vedere...*** *4.9.24 Creazione del modello strutturale da un modello architettonico*

Tasti

Vedere... *2.5 Uso di Cursore, Tastiera, Mouse*

Barra strumenti

La maggior parte delle funzioni più importanti sono disponibili dalla barra strumenti.



Stampa la sezione trasversale. ***Vedere...*** *3.1.12 Stampa*



Aggiunge l'immagine della sezione trasversale alla Libreria.
Vedere... *3.2.12 Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione*



Annulla l'ultima operazione.



Riprende l'operazione che era stata annullata.



Copia l'immagine della sezione trasversale sul blocco note.

Da libreria delle sezioni trasversali



Carica una sezione trasversale dalla Libreria delle sezioni trasversali. Sono disponibili profili sottili o spessi. ***Vedere...*** *4.9.2.1 Esplora le librerie di sezioni trasversali*

Da file DXF



Il contorno di sezioni trasversali spesse può essere importato anche da un file DXF.

Punti di Calcolo Tensione



Permette di specificare i punti nei quali si vogliono calcolare le tensioni. Il punto di calcolo predefinito è il centro di gravità.Si possono specificare fino a 8 punti per ogni sezione.
Quando si applica un comando di spostamento, il punto di calcolo viene spostato insieme alla sezione.

☞ ***I calcoli della tensione vengono eseguiti solo nei punti di sollecitazione specificati. Se non si specifica nessun punto la tensione verrà calcolata solo nel centro di gravità. Ciò significa che non verrà visualizzato alcun sforzo di flessione.***

Barra Comandi

Le funzioni e le impostazioni di modifica e correzione si trovano sulla barra comandi a sinistra.
Il comportamento della barra comandi è lo stesso di quello della barra principale.
Vedere... *2.16 Menu a icone*.
L'unica differenza è che questa barra può essere spostata sopra i menu all'inizio o al fondo ma non si integra con il resto.



Trasformazioni geometriche

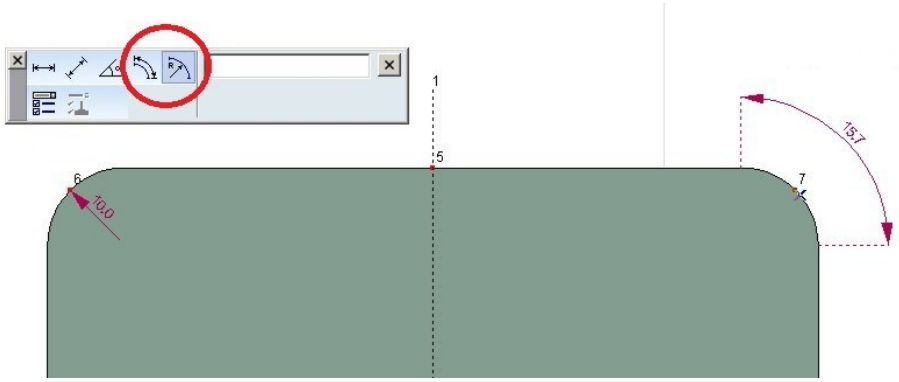




Tutte le trasformazioni geometriche standard (spostamento, rotazione, specchia, fattore di scala) possono essere utilizzate. Tutte le operazioni vengono eseguite nel piano y-z dell'editor della sezione trasversale.

Quotatura

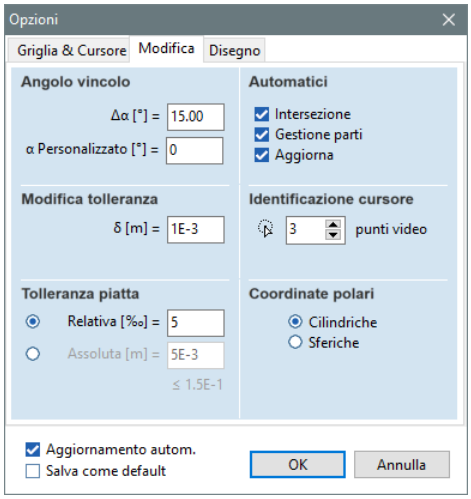




Gli strumenti di quota possono essere selezionati dalla barra degli strumenti. Le tipologie di quotatura sono ortogonali, parallele, angolari, lunghezza raggio e lunghezza archi.

La barra degli strumenti contiene i pulsanti per definire le proprietà della linea di quota, scegliendo l'opzione linea di misura intelligente genera molteplici linee di quota tra il punto di partenza e il punto finale.





La finestra di dialogo Opzioni consente di modificare gli angoli dei vincoli e la modifica della tolleranza.

Controllo automatico di collisione trasforma il contorno temporaneo della forma in rosso se tocca o si sovrappone ad un'altra forma nella sua posizione attuale.

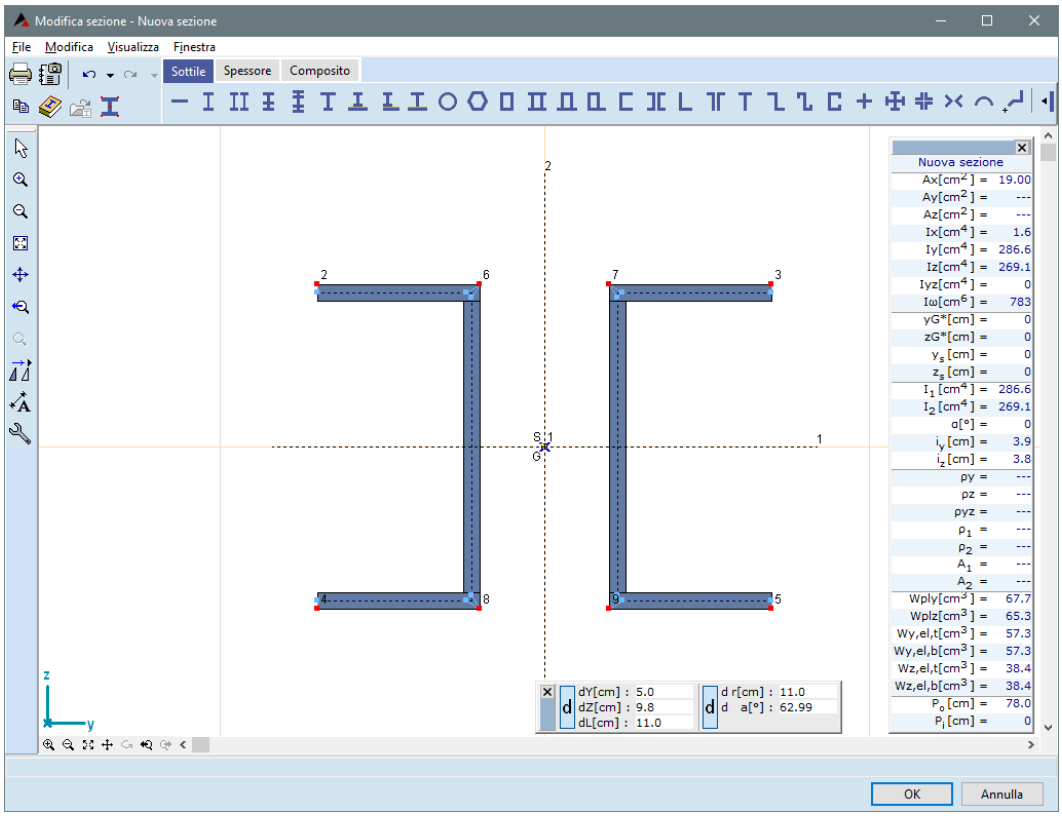
Ricalcolo automatico ricalcola i parametri della sezione trasversale ogni volta che cambia forma.

Definizione di una sezione trasversale

L'Editor può essere utilizzato per creare sezioni trasversali personalizzate con pareti sottili o con pareti spesse (solide) o composte. I componenti di una sezione trasversale complessa ma non composita avranno lo stesso materiale. Le sezioni trasversali composite sono parametriche e formate da due o tre materiali.

Sezione con profili sottili

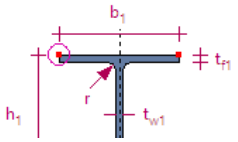




Permette di aggiungere alla sezione composta una componenete appartenente alla categoria di sezioni a parete sottile.

Punto base

Si può selezionare un punto base per ogni componente della sezione; esso permette il posizionamento della componente nella fase di creazione della nuova sezione, a seconda della sua forma e destinazione finale all'interno della sezione composta.



Le forme standard possono essere definite anche parametricamente. In questo caso i seguenti parametri devono essere definiti nel dialogo:

Processo di costruzione

Ci sono tre opzioni (spianati, saldati, formati a caldo.)

Dimensioni

I valori variano a seconda del tipo della sezione trasversale (altezza, larghezza, spessore, angolo/raggio di raccordo, diametro, ecc).

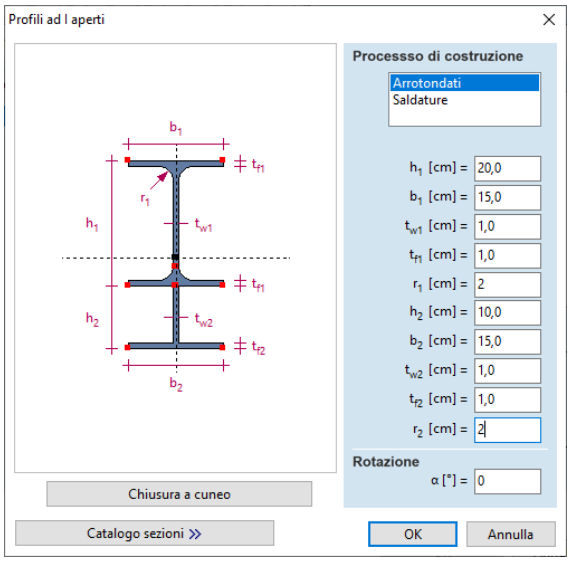
Rotatione

Si può definire una rotazione dell'angolo (α). Il valore di default è 0.

Forma I

Forma ad I

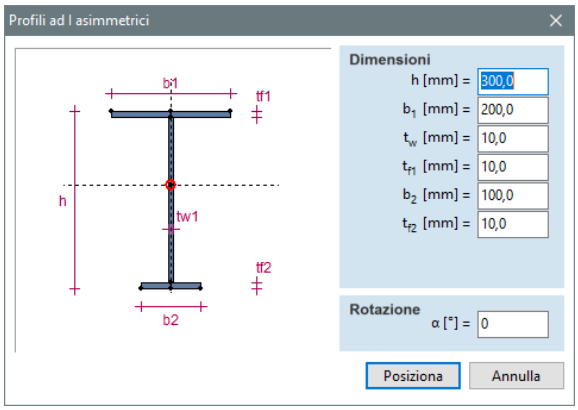
Forma ad I con doppio effetto prismatico



Il pulsante *Chiusura a cuneo* mposta la dimensione minima possibile del ristringimento aiutando a definire la sezione trasversale finale di una trave a cuneo con una sezione trasversale variabile.

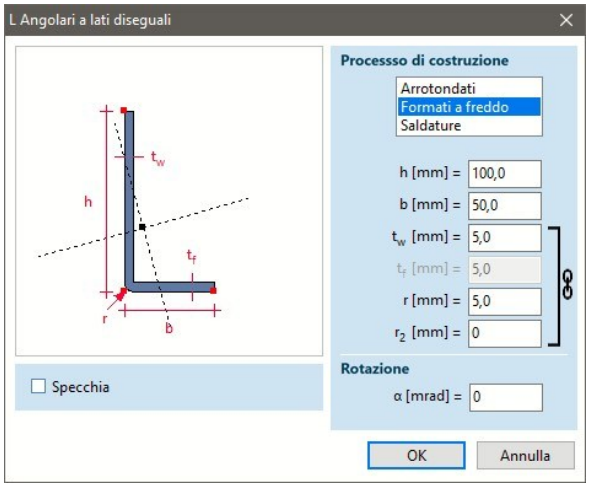
Il pulsante *Libreria delle sezioni trasversali* permette di scegliere un componente del profilo I svasato (la sezione trasversale dell'anima o il profilo I o T della trave svasata) dalla libreria.

Sezioni I asimmetriche



Definizione profilo ad I o I inclinato attraverso valori di l'altezza, la larghezza, l'anima, ecc. e raggio di raccordo.

Forme L, U, C, Z, S

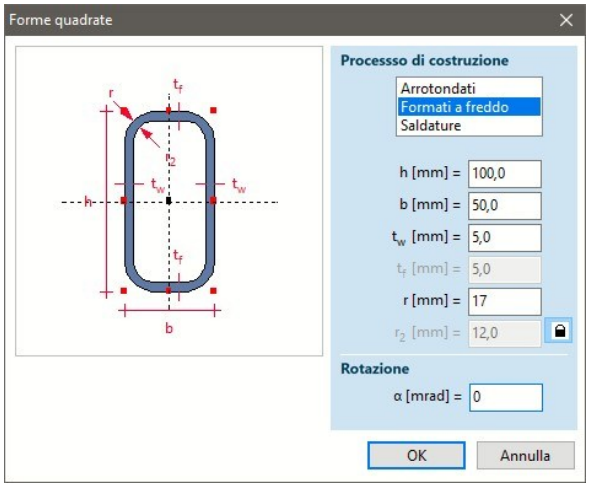


Nel caso dei profilati a L, U, C, Z, S formati a freddo, l'arrotondamento può essere specificato sia del raggio interno che di quello esterno. Tuttavia, lo spessore e i valori dei raggi di arrotondamento interno ed esterno non sono indipendenti tra loro. Si applica la seguente condizione:

$$r_2 = \begin{cases} r - t_w \text{ , if } r \geq t_w \\ 0 \text{ , if } r < t_w \end{cases}$$

After changing one of these parameters, the program ensures the compatibility by adapting the rounding radii.

Forma Scatolare

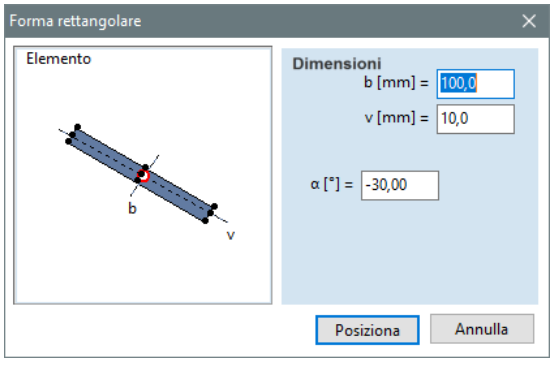


Il raggio di arrotondamento interno degli scatolati laminati e formati a freddo può essere specificato indipendentemente dal raggio esterno o fissato ad esso facendo clic sull'icona del lucchetto. In quest'ultimo caso si applica la seguente relazione:

$$r_2 = \begin{cases} r - t_w \text{ , if } r \geq t_w \\ 0 \text{ , if } r < t_w \end{cases}$$

Definizione di una sezione ad I asimmetrica attraverso i parametri geometrici indicati in figura.

Rettangolare



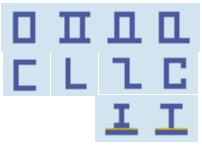
Definizione di un rettangolo con parametri b (larghezza), v (spessore) e α, con b>v.

Tubo



Definizione di una tubazione con parametri d (diametro esterno) e v (spessore). La linea centrale è visualizzata con una linea tratteggiata.

Altre forme



Definizione di sezioni trasversali per altezza, larghezza, spessore e nel caso di sezioni trasversali rullate o curvate per il raggio d'angolo/raccordo.

Doppie forme



La sezione può essere definita parametricamente (larghezza, altezza e spessore flangia) o importata direttamente dalla libreria.
Per le doppie forme esistono parametri particolari:

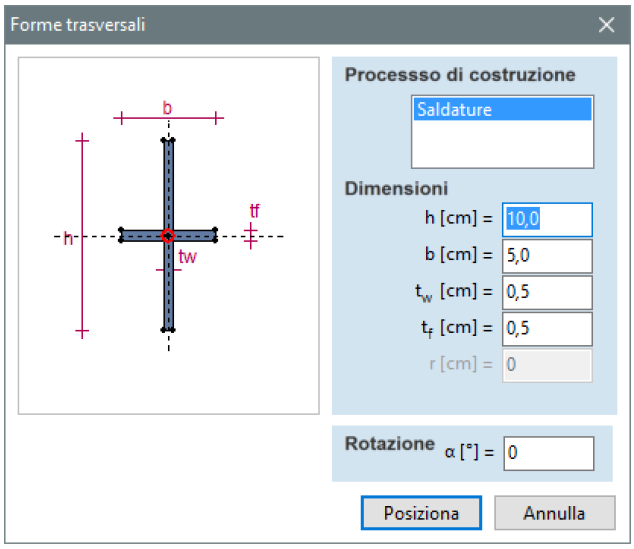
distanza: *a*
orientamento : frontale o posteriore (in caso di 2U)

Sezione a croce



2I forma a croce

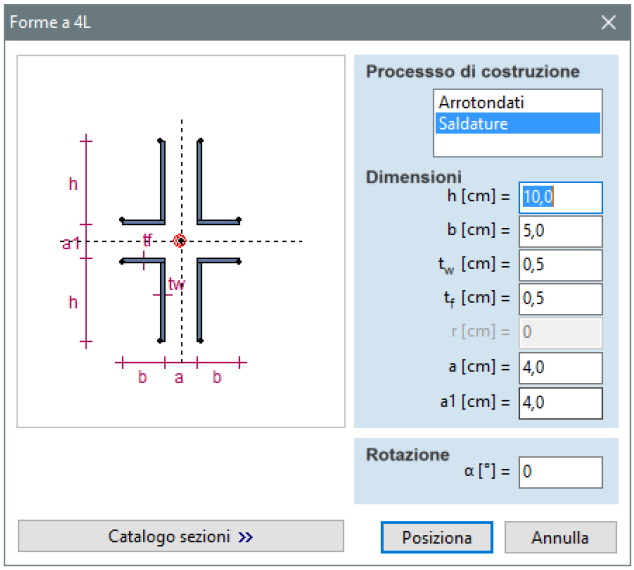




Definizione di una sezione a croce attraverso i suoi parametri: *h* (altezza), *b* (larghezza), t_w (spessore dell'anima) e t_f (spessore della flangia)

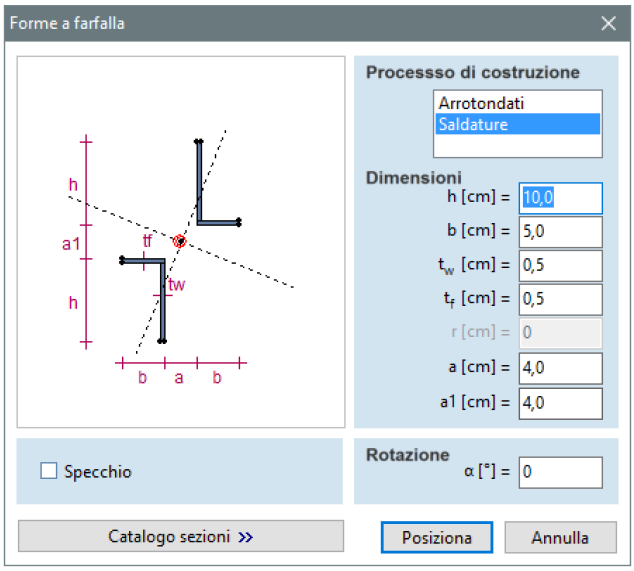
Sezione a 4L





Definizione di una sezione a 4L attraverso i suoi parametri *h* (altezza), *b* (larghezza), t_w (spessore dell'anima) e t_f (spessore della flangia), *a*, *a1* (distanze) e *r* (raggio di arrotondamento) o con raggio di arrotondamento

Sezione a 2L



Definizione di una sezione a 4L attraverso i suoi parametri *h* (altezza), *b* (larghezza), *tw* (spessore dell'anima) e t_f (spessore della flangia), *a*, *a1* (distanze) e *r* (raggio di arrotondamento).

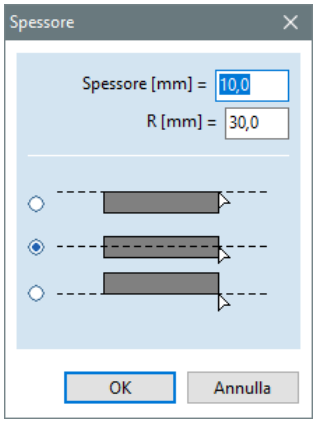
Poligonale

Definizione di una forma poligonale. L'unico parametro è il suo spessore.

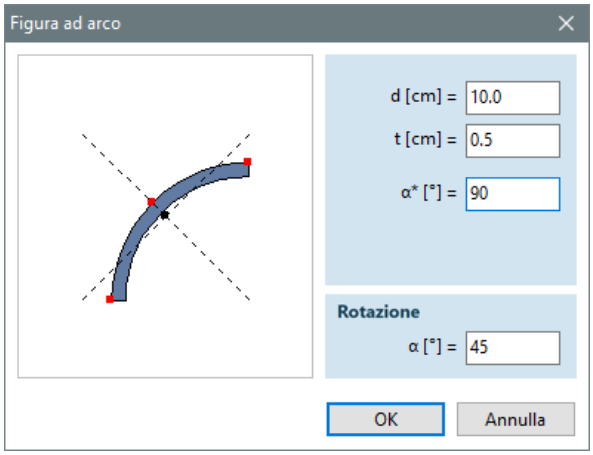
Prima della definizione si può definire la posizione della riga di controllo:

1. lato sinistro
2. linea centrale
3. lato destro

Parametro R: Arrotondamento (angolo e raccordo) dei raggi



Arco



Definizione di un arco attraverso diametro, angolo centrale e spessore.

Modifica spessore parete



Per le sezioni trasversali con pareti sottili lo spessore dei segmenti selezionati può essere cambiato individualmente. Per le figure parametriche lo spessore della parete può essere cambiato modificando i parametri.

Cancella

Usando il tasto Canc si richiama la Barra delle Icone di Selezione e si possono selezionare le componenti che si vogliono cancellare. Quando si cancella una componente, saranno cancellati anche i punti di calcolo tensione e i profili chiusi.

Punto di calcolo tensione

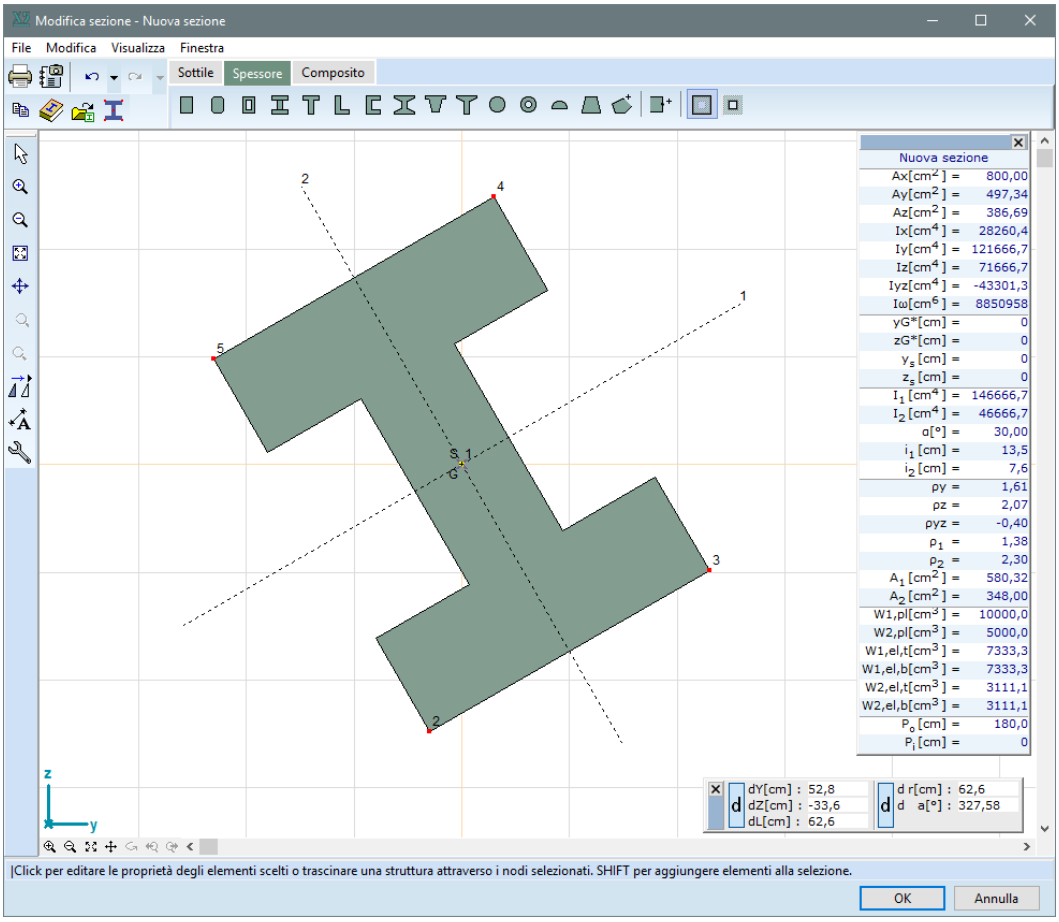
Cancella i punti di calcolo tensione selezionati.

☞ ***Non si può cancellare il punto di calcolo tensione predefinito (baricentro).***

Opzioni Permette di impostare le dimensioni della griglia, il passo del cursore e i fattori zoom.

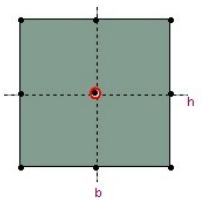
Sezioni trasversali spesse





Rettangolo

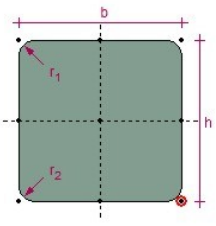




Rettangolo con una larghezza b e un'altezza h.

Rettangolo con spigoli arrotondati

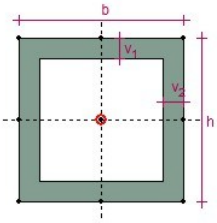




Rettangolo arrotondato con una larghezza *b*, altezza *h* ed arrotondamento raggi *r1*, *r2*.

Rettangolo forato

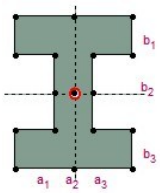




Rettangolo vuoto con una larghezza *b*, altezza *h*, spessore della parete *v1*, *v2*.

Forma a I

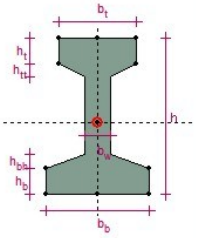




Forma a Idefinita dai parametri a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3 .
Uno tra I parametri (a_1, a_3), (b_1, b_3) può essere settato con valore0 per definire forme a T, U, L

Forme a I con ali rastremate

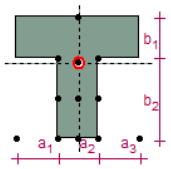




Forme a i con ali rastremate definite attraverso lo spessore dell'anima b_w, la larghezza superioe ed iferiore b_t, b_b, l'altezza totale h e i parametri h_t, h_{th}, h_b, h_{bh}.

Forma T

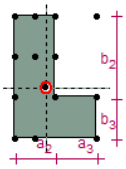




Definito come una forma ad I, ma $b_3 = 0$.

Forma L

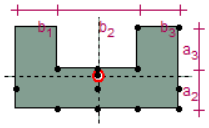




Definito come una forma ad I, ma $a_1 = 0$ e $b_3 = 0$.

Forma U

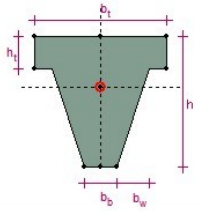




Definito come una forma ad I, ma $a_1 = 0$.

Forme a T con l'anima rastremata

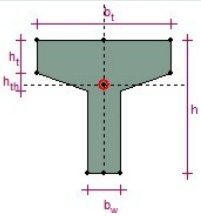




Forma a T con l'anima rastremata definita attraverso le larghezze di b_w, b_b, b_t, l'altezza totale h e h_t spessore delle ali.

Forme a T con ali rastremate

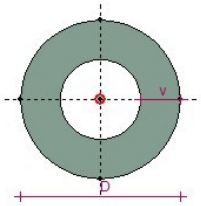




Forma a T con ali rastremate definita attraverso lo spessore dell'anima b_w, la larghezza totale b_t, l'altezza totale h e i parametri h_t, h_{th}

Cerchio forato

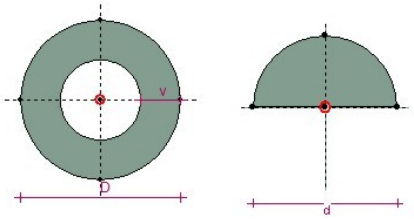




Cerchio forato definito dal diametro D e dallo spessore v .

Forme a cerchio o semicerchio

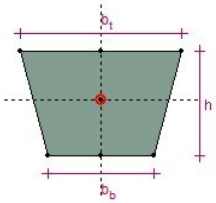




Forma a cerchio o semicerchio di diametro *d*.

Trapezio simmetrico





Trapezio simmetrico definito attraverso la larghezza superiore e inferiore b_t, b_b e l'altezza *h*.

Poligonale



Definizione di una forma poligonale disegnando un poligono.
Durante la modifica viene visualizzata la seguente tavolozza pet:



 Linea

 Tangente

 Arco con punto centrale

 Arco per tre punti

 Arco tangente

 Arco con una data tangente

Inserire un vertice



Inserimento di un nuovo vertice sul contorno della sezione trasversale. La forma della sezione trasversale può essere cambiata trascinando un vertice con il mouse.

Contorno



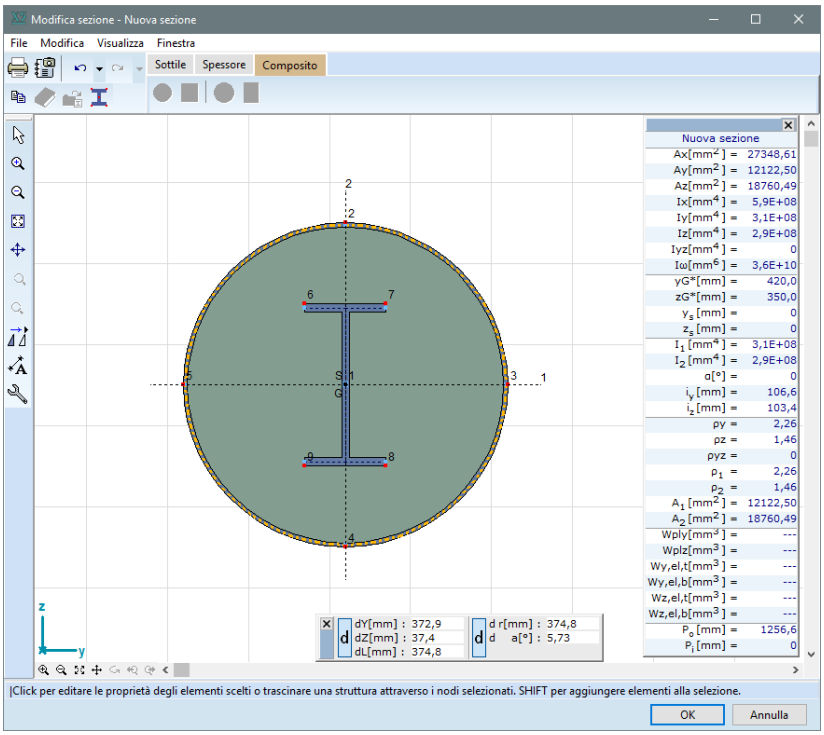
Per inserire la sezione trasversale attivare il pulsante Contorno, per inserire un foro attivare il pulsante Foro

Foro



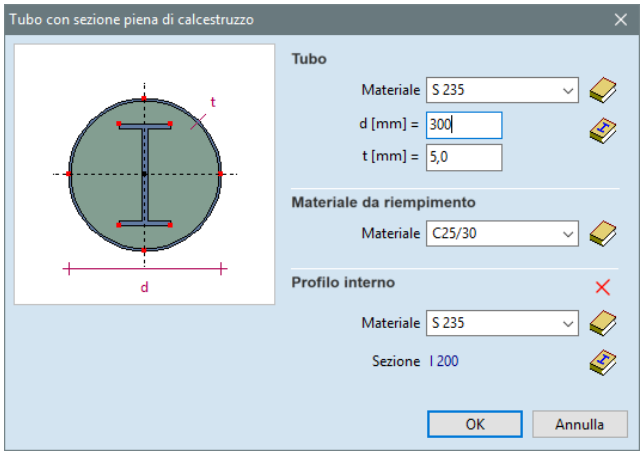
È possibile specificare un foro con forma poligonale chiusa, rettangolare, circolare. Il foro può essere rettangolare, circolare e poligonale chiuso. Quando sono inclusi i fori, AXISVM non calcolerà l'inerzia torsionale della sezione trasversale. È necessario immettere il valore corrispondente per l'inerzia torsionale nella tabella di sezione trasversale.

Sezioni trasversali composite



Le sezioni composite sono composte da due o tre materiali diversi.
Se la sezione composita contiene un profilo interno, il centro di gravità del profilo interno raggiungerà la posizione del centro di gravità della sezione trasversale esterna. Se il profilo interno è troppo grande per adattarsi alla sezione trasversale esterna, il disegno della finestra di definizione viene sostituito da un rettangolo barrato.

Tubo riempito di calcestruzzo



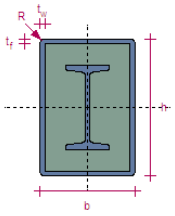
La definizione di un tubo riempito di calcestruzzo richiede i seguenti parametri: il materiale, il diametro *d* e lo spessore *t* del tubolare e il materiale del riempimento. È anche possibile definire un profilo interno opzionale.

I materiali possono essere importati dalla libreria materiali, vedere *3.1.15 Libreria Materiali*

La sezione tubolare può essere inserita parametricamente o selezionata dalle sezioni trasversali tubolari della Libreria di sezioni trasversali, vedere *3.1.16 Libreria Sezioni.* Il profilo interno può essere selezionato dalla Libreria della sezione trasversale.

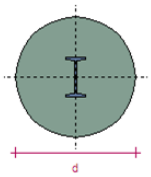
Il profilo interno selezionato può essere rimosso dalla sezione.

Forma scatolare piena di calcestruzzo



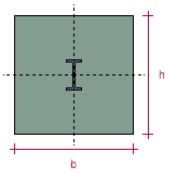
La definizione di una forma scatolare piena di calcestruzzo richiede i seguenti parametri: il materiale, la larghezza *b*, l'altezza *h*, i valori di spessore *tf* e *tw* della scatola e il materiale di riempimento. È anche possibile definire un profilo interno opzionale.

Profilo circolare rachiuso in calcestruzzo



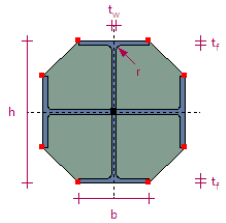
La definizione di un profilo circolare racchiuso in calcestruzzo richiede i seguenti parametri: il materiale e il diametro *d* della forma rotonda, un profilo interno e il suo materiale.

Profilo rettangolare rachiuso in calcestruzzo



La definizione di un profilo rettangolare racchiuso in calcestruzzo richiede i seguenti parametri: il materiale, la larghezza *b* e l'altezza *h* della forma rettangolare, un profilo interno e il suo materiale.

Forme a I Incrociate incassate nel calcestruzzo



La definizione di una forma a I incassata in calcestruzzo richiede i seguenti parametri: il materiale della forma a I incrociata e del riempimento, l'altezza *h*, la larghezza della flangia *b*, e due valori di spessore della parete: *tf* lo spessore della flangia e *tw* lo spessore dell'anima.

Cancella

Usando il tasto Canc si richiama la Barra delle Icone di Selezione e si possono selezionare le componenti che si vogliono cancellare. Quando si cancella una componente, saranno cancellati anche i punti di calcolo tensione e i profili chiusi.

Punti tensione

Cancella i punti di calcolo tensione selezionati.

☞ ***Non si può cancellare il punto di calcolo predefinito (baricentro).***

Opzioni

Permette di impostare le dimensioni della griglia, il passo del cursore e i fattori zoom.

Proprietà calcolate

AXISVM calcola le seguenti proprietà delle sezioni:

AXISVM calcola **A_x, I_y, I_z, I_{yz}, β_y, β_z** attraverso l'integrazione, **A_y, A_z, I_x, I_ω, ρ_y, ρ_z, ρ_{yz}, ρ_1, ρ_2, A_1, A_2** attraverso l'analisi ad elementi finiti della sezione.

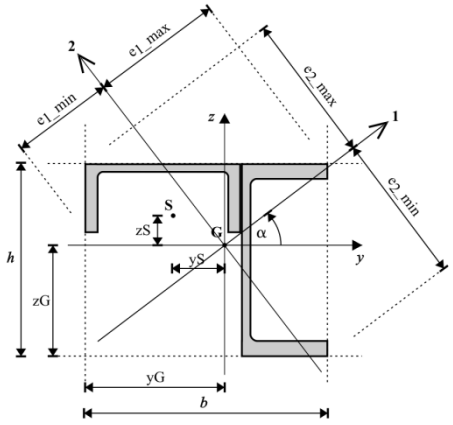
☞ ***Anche in caso di sezioni costituite da più parti indipendenti sono calcolati i valori di*** *A_y, A_z, ρ_y, ρ_z, ρ_{yz}, ρ_1, ρ_2, A_1, A_2.*

A_x	Area sezione trasversale
A_y	Area di taglio nella direzione *y* locale
A_z	Area di taglio nella direzione *z* locale
I_x	Inerzia torsionale
I_y	Momento d'inerzia secondo asse locale y
I_z	Momento d'inerzia secondo asse locale z
I_{yz}	Momento centrifugo
I_1 (*)	Inerzia principale secondo il primo asse
I_2 (*)	Inerzia principale secondo il secondo asse
α	Angolo tra il primo asse e l'asse locale y
I_ω	Modulo di svergolamento (usato per la verifica di profili metallici)
ρ_y	Fattore di taglio nella direzione *y* locale
ρ_z	Fattore di taglio nella direzione *z* locale
ρ_{yz}	Fattore di taglio nella sezione *yz* locale
ρ_1	Fattore di taglio nella prima direzione locale
ρ_2	Fattore di taglio nella seconda direzione locale
A_1 (*)	Area di taglio associata con la forza di taglio nella prima direzione locale
A_2 (*)	Area di taglio associata con la forza di taglio nella seconda direzione locale
$W_{1,el,s}$ (*)	Modulo resistente superiore
$W_{1,el,i}$ (*)	Modulo resistente inferiore
$W_{2,el,s}$ (*)	Modulo resistente superiore
$W_{2,el,i}$ (*)	Modulo resistente inferiore
$W_{1,pl}$ (*)	Modulo plastico sezione trasversale

$W_{2,pl}$ (*)	Modulo plastico sezione trasversale
i_1 (*)	Raggio d'inerzia secondo asse locale 1.
i_2 (*)	Raggio d'inerzia secondo asse locale 2.
y_G	Posizione del baricentro della sezione trasversale secondo direzione locale y rispetto all'angolo in basso a sinistra del rettangolo che include la sezione
z_G	Posizione del baricentro della sezione trasversale secondo direzione locale z rispetto all'angolo in basso a sinistra del rettangolo che include la sezione
y_s, z_s	Posizione del centro di taglio nelle direzioni locali y e z rispetto al baricentro
$\beta_y, \beta_z, \beta_\omega$	Coefficienti di Wagner che descrivono il grado di simmetria [43]
P_o	Circonferenza esterna (contorno di sezione trasversale)
P_i	Circonferenza interna (fori)

(*) Se i primi e secondi assi principali sono gli assi locali y e z i valori con (*) appaiono con gli indici y e z.

Inerzia Principale



I_1 $$I_1 = \frac{I_x + I_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + I_{xy}^2}$$

I_2 $$I_2 = \frac{I_y + I_z}{2} + \sqrt{\left(\frac{I_y - I_z}{2}\right)^2 + I_{yz}^2}$$

α $$tg(2\alpha) = \frac{2I_{yz}}{I_y - I_z}$$

$-90° < \alpha \le +90°$, relativo all'asse locale y della sezione trasversale.

Calcolo modulo resistente

$$W_{1,el,\sup} = \frac{I_1}{e2_\max} \qquad W_{1,el,\inf} = \frac{I_1}{e2_\min}$$

$$W_{2,el,\sup} = \frac{I_2}{e1_\max} \qquad W_{2,el,\inf} = \frac{I_2}{e1_\min}$$

Deformazioni per taglio

Per gli elementi travi, le deformazioni a taglio non vengono prese in considerazione anche se la sezione trasversale è stata inserita con l'area di taglio diversa da zero.

Le aree di taglio vengono utilizzate dagli elementi nervatura, $A_y = 0$ e $A_z = 0$.

Nel modulo di progettazione in acciaio le aree di taglio sono calcolate in base al codice di progettazione corrispondente, anziché utilizzare i valori qui inseriti.

Dove: $A_y = \frac{A_x}{\rho_y}$ $A_z = \frac{A_x}{\rho_z}$ ρ = fattore di taglio

Il concetto di area di taglio e di fattore di taglio permette di rappresentare correttamente le deformazioni di taglio continuamente variabili $\gamma_{xy}(y,z)$ e $\gamma_{xz}(y,z)$ della sezione trasversale reale mediante le deformazioni medie di taglio $\gamma_{xy,avg}$ e $\gamma_{xz,avg}$. La rappresentazione corretta assicura che il lavoro fatto dalle forze di taglio risultanti V_y e V_z lungo la deformazione media di taglio sia uguale al lavoro fatto dalle sollecitazioni di taglio continuamente variabili $\tau_{xy}(y,z)$ e $\tau_{xz}(y,z)$ della sezione reale [16; capitolo 6.3; pp. 219-221].

Equazione per la forza di taglio interna in direzione z:

$$\frac{1}{2} V_z \, \gamma_{xz,avg} = \frac{1}{2} \int \left[\tau_{xy}(y,z)\gamma_{xy}(y,z) + \tau_{xz}(y,z)\gamma_{xz}(y,z)\right] dA$$

La distribuzione delle sollecitazioni nella sezione trasversale dovuta alla forza di taglio V_z può essere derivata dalla funzione di sollecitazione di taglio $\Phi_z(y,z)$ calcolata con il metodo degli elementi finiti::

$$\tau_{xy}(y,z) = \frac{V_z}{A_x}\frac{\partial \Phi_z}{\partial y} \qquad \tau_{xz}(y,z) = \frac{V_z}{A_x}\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}$$

Legge di Hooke per la deformazione di taglio e lo sforzo di taglio:

$$\tau_{xy}(y,z) = G\gamma_{xy}(y,z) \qquad \tau_{xz}(y,z) = G\gamma_{xz}(y,z)$$

Sostituendo questi dati nell'integrale si ottiene la seguente formula per la deflessione media di taglio:

$$\gamma_{xz,avg} = \frac{V_z}{GA_x^2}\int\left[\left(\frac{\partial\Phi_z}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_z}{\partial z}\right)^2\right]dA$$

Introducendo il fattore di taglio della sezione trasversale $\rho_z = \frac{A_x}{\int\left[\left(\frac{\partial\Phi_z}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\Phi_z}{\partial z}\right)^2\right]dA}$ possiamo scrivere

$$\gamma_{xz,avg} = \frac{V_z}{G\frac{A_x}{\rho_z}} = \frac{V_z}{GA_z}$$

Questa formula mostra che la deformazione media a taglio può essere calcolata come se l'area della sezione trasversale che determina la rigidezza a taglio dell'elemento finito fosse A_z invece dell'attuale A_x. Lo stesso vale per la forza di taglio in direzione *y*.

☞ ***È importante notare che l'area di taglio ridotta può essere usata solo per ottenere la rigidità di taglio dell'elemento finito. Lo sforzo di taglio medio deve essere calcolato usando l'area reale:***

$$\tau_{xy,avg} = \frac{V_y}{A_x} \qquad \tau_{xz,avg} = \frac{V_z}{A_x}$$

☞ ***Le forze di taglio simultanee in direzione y e z richiederebbero l'introduzione di un'area della sezione trasversale di taglio mista ρ_{yz} [16; capitolo 6.3]. Tuttavia, il valore calcolato è solo indicativo poiché gli elementi che descrivono l'interazione delle forze di taglio in direzione y e z sono trascurati quando si genera la matrice di rigidezza degli elementi finiti della nervatura.***

Calcolo delle proprietà delle sezioni trasversali composite

Le proprietà di una sezione trasversale composita sono calcolate come somma ponderata [16, Capitolo 1.2; 21, Chapter 7.2.1] del modulo delle proprietà delle sue parti. I moduli di riferimento E_{ref} e G_{ref} appartengono al materiale della parte esterna.

$$A_x = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i A_{x,i} \qquad I_x = \frac{1}{G_{ref}}\sum G_i I_{x,i} \qquad \rho_y = \frac{G_{ref}A_x}{\sum\frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{y,i}}}$$

$$A_y = \frac{1}{G_{ref}}\sum G_i A_{y,i} \qquad I_y = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i I_{y,i} \qquad \rho_z = \frac{G_{ref}A_x}{\sum\frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{z,i}}}$$

$$A_z = \frac{1}{G_{ref}}\sum G_i A_{z,i} \qquad I_z = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i I_{z,i} \qquad \rho_{yz} = \frac{G_{ref}A_x}{\sum\frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{yz,i}}}$$

$$I_{yz} = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i I_{yz,i}$$

$$y_G = \frac{\sum y_{G,i}E_i A_i}{E_{ref}A_x}$$

$$z_G = \frac{\sum z_{G,i}E_i A_i}{E_{ref}A_x}$$

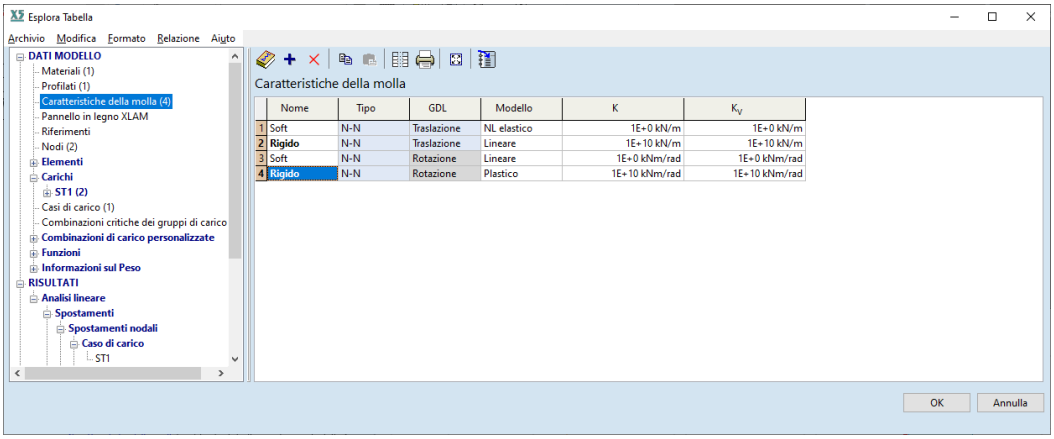
$$y_\omega = \frac{I_{yz}\sum E_i\left(z_{S,i}I_{z,i} - y_{S,i}I_{yz,i}\right) - I_z\sum E_i\left(z_{S,i}I_{yz,i} - y_{S,i}I_{y,i}\right)}{E_{ref}\left(I_y I_z - I_{yz}^2\right)}$$

$$z_\omega = \frac{I_y\sum E_i\left(z_{S,i}I_{z,i} - y_{S,i}I_{yz,i}\right) - I_{yz}\sum E_i\left(z_{S,i}I_{yz,i} - y_{S,i}I_{y,i}\right)}{E_{ref}\left(I_y I_z - I_{yz}^2\right)}$$

$$I_\omega = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i\left[I_{\omega,i} + \left(y_{S,i}-y_S\right)^2 I_{y,i} + \left(z_{S,i}-z_S\right)^2 I_{z,i} - 2\left(y_{S,i}-y_S\right)\left(z_{S,i}-z_S\right)I_{yz,i}\right]$$

☞ ***Il metodo di calcolo ponderato del modulo si basa sul presupposto che non vi sia alcuna connessione a taglio tra le parti. Tuttavia, non ha alcun effetto per i parametri*** *Ax, Iy, Iz, Iyz, y_G, z_G,* ***a causa della coincidenza del centro di gravità delle parti. Ma i valori di*** *Ay, Az, Ix, Iω, y_S, z_S, ρ_y, ρ_z, ρ_{yz}* ***sarebbero diversi se ci fosse una connessione a taglio.***

3.1.17. Libreria delle caratteristiche della molle



La finestra della libreria delle caratteristiche della molla può essere aperta anche utilizzando l'icona *Sfoglia tabella* e selezionando *Librerie/Libreria caratteristiche molla*. Inoltre è disponibile in diverse finestre di dialogo per una più facile selezione. ***Vedere...*** *4.9.18 Molla*
La libreria ha una Libreria predefinita contenente le caratteristiche di molle Rigide e Non Rigide ai gradi di libertà di traslazione e rotazione. Queste caratteristiche vengono automaticamente aggiunte per i nuovi modelli. È possibile aggiungere una nuova libreria e modificare o espandere le librerie esistenti delle caratteristiche della molla. In caso di creazione di una libreria personalizzata, i suoi elementi verranno aggiunti al modello solo se vengono aggiunti alle caratteristiche di Molla (*2.9.1 Caratteristiche della molla*) in Sfoglia tabella o selezionati dalla libreria quando si definisce un nuovo elemento a molla. Questa libreria permette anche la definizione di isolatori sismici parametrici.

Propertietà:

Nome	Nome della caratteristica
Tipo	Nodo a nodo della molla (non può essere modificato)
Grado di libertà	Grado di libertà traslazionale/rotazionale
Modello	Comportamento della molla (*Lineare / Non Lineare / Plastico*)
K	Rigidezza iniziale
K_v	Rigidezza delle vibrazioni
Tipo di smorzatore	*Kelvin-Voigt* o *Maxwell*
C	Coefficiente di smorzamento
Tipo di isolatore	*Cuscinetto in gomma, Superficie di scorrimento curva, Altro tipo*
E_{xy}	Rigidità orizzontale effettiva
ξ	Rapporto di smorzamento
E_z	Rigidezza verticale
F_1	Forza di snervamento
K_T	Rigidezza orizzontale allo stato plastico
μ	Coefficiente di attrito
R	Raggio di curvatura equivalente

Il coefficiente di smorzamento è indicato se almeno una caratteristica della molla ha un valore superiore a zero. Le colonne dei parametri dell'isolatore sismico appaiono solo se è stato definito almeno un isolatore.

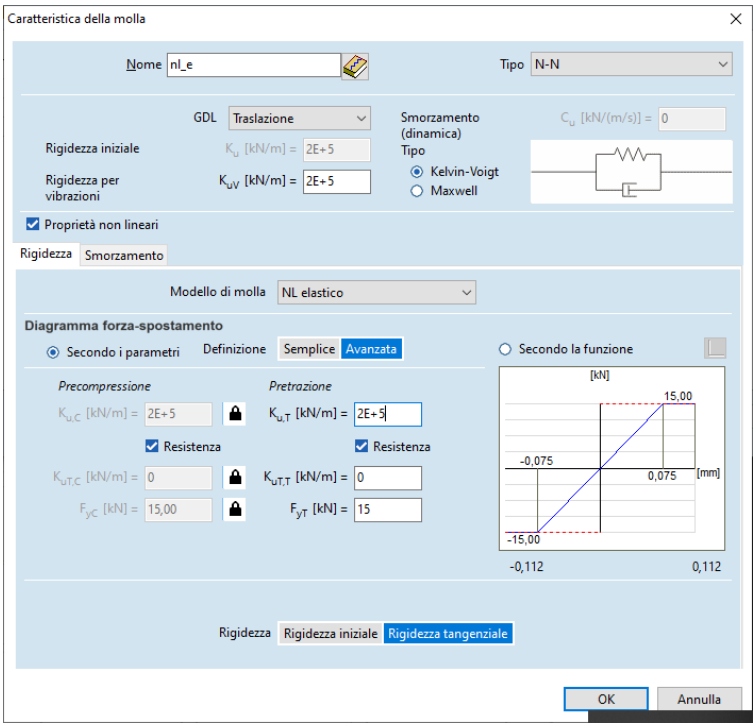
☞ ***Le modifiche nella libreria delle caratteristiche della Molla non si riflettono nei modelli che utilizzano la caratteristica di molla modificata.***

Quando si inserisce una nuova caratteristica della molla, viene visualizzata la seguente finestra di dialogo:

Definisci la nuova caratteristica della molla

[Ctrl+Ins]

Definendo una nuova caratteristica della molla o facendo clic su una colonna della tabella (eccetto la colonna *Nome*) appare una finestra di dialogo in cui tutte le proprietà della caratteristica della molla possono essere definite o modificate.
Le caratteristiche con lo stesso grado di libertà (traslazionale o rotazionale) non possono avere lo stesso nome. Se viene inserito un nome esistente, al nome verrà aggiunto un numero.
Una caratteristica della molla ha le seguenti proprietà: *Nome, Tipo, Grado di libertà, Damping type.*



Cliccando sull'icona viene visualizzata la finestra di dialogo *Consulta la libreria delle caratteristiche delle molle*.

3.1.17.1. **Molla da nodo a nodo**

Rigidezza/Smorzamento

Nell'impostazione predefinita, le molle operano su un principio elastico lineare. Nella tabella la colonna *Modello* contiene il tipo di comportamento della caratteristica della molla.

Grado di libertà traslazionale

K_u	kN/m	Rigidezza iniziale
K_{uV}	kN/m	Rigidezza delle vibrazioni
C_u	kN/(m/s)	Coefficiente di smorzamento

Grado di libertà rotazionale

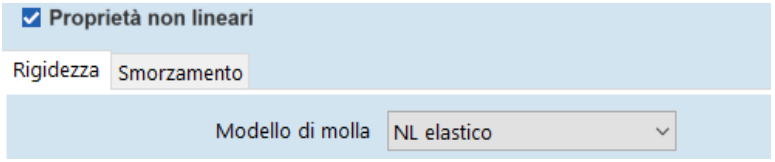
K_r	kNm/rad	Rigidezza iniziale
K_{rV}	kNm/rad	Rigidezza delle vibrazioni
C_r	kNm/(rad/s)	Coefficiente di smorzamento angolare

Proprietà non lineari

Una molla può avere un comportamento non lineare come i materiali. I parametri del comportamento non lineare sono disponibili se le *Proprietà Non lineari* sono selezionate.

I parametri di rigidezza e smorzamento possono essere definiti su una scheda diversa.

Rigidezza



Modello della molla

Tipo di modello	*Metodo di calcolo*
Elastico non lineare	Caratteristica non lineare senza deformazione irreversibile.
Plastico	La deformazione irreversibile si verifica dopo aver raggiunto il limite di forza/momento.

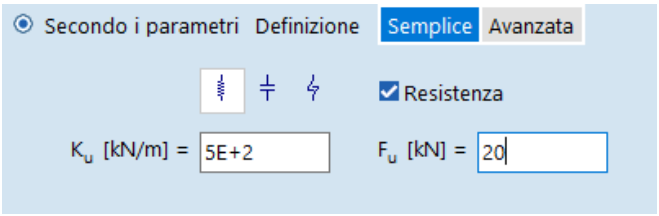
Diagramma forza - spostamento

Per parametri: La funzione della caratteristica della molla può essere definita allo stesso modo dell'appoggio nodale non lineare nelle versioni precedenti (semplice) o come il diagramma sforzo-deformazione dei materiali (avanzato). Le unità dipendono dal grado di libertà. Il modello plastico richiede una definizione avanzata.

Per funzione: Una funzione personalizzata può essere definita utilizzando l'editor di funzione forza-spostamento.

Per parametri, Definizione semplice

In caso di definizione semplice, la caratteristica può essere definita come un appoggio non lineare. Ci sono opzioni per una caratteristica simmetrica, solo compressione, solo di tensione e per resistenza.



		Per tensione / compressione
		Solo compressione
		Solo tensione
Traslazionale	*Resistenza*	Forza resistente caratteristica
	K_u [kN/m]	Rigidezza iniziale
	F_u [kN]	Resistenza
Rotazionale	*Momento resistente*	Momento resistente caratteristico
	K_r [kNm/rad]	Rigidezza iniziale
	M_r [kNm]	Momento resistente

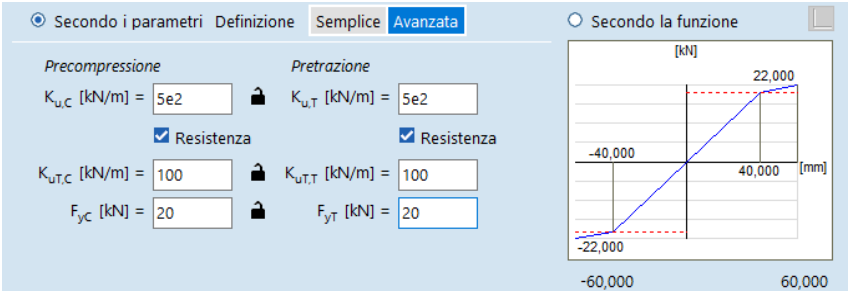
Impostando una molla *solo a Compressione* o *solo a Trazione* non si imposta la rigidezza inattiva a zero. Per evitare l'instabilità numerica viene introdotta una piccola rigidezza trascurabile.

$$\boldsymbol{K_{u0} = min\left\{10^{-3}\frac{kN}{m}\,;\ K_u \cdot 10^{-8}\right\};\ K_{r0} = min\left\{10^{-3}\frac{kNm}{rad}\,;\ K_r \cdot 10^{-8}\right\}}$$

Se la deformazione dell'elemento è grande anche questa rigidezza può risultare una forza significativa. In questo caso scegliere *Avanzata* e definire una caratteristica con una resistenza sul lato inattivo.

Per parametri, Definizione avanzata

In caso di definizione avanzata, la tensione e il lato di compressione possono essere diversi. Se il modello a molla è plastico, $K_{u,T}$ e $K_{u,C}$ devono essere uguali, il valore di $K_{u,C}$ non può essere modificato. Utilizzando la spunta della casella *Resistenza*, è possibile specificare la forza limite/momento e la rigidezza tangenziale del diagramma dopo aver raggiunto la forza limite. Se la resistenza viene disattivata, si ottiene un semplice diagramma lineare.
La linea tratteggiata rossa rappresenta i valori limite F_{yC}, F_{yT} e M_{yC}, M_{yT}.



Traslazionale	*$K_{u,T}$ [kN/m]*	Rigidezza iniziale per tensione
	$K_{u,T}$ [kN/m]	Rigidezza iniziale per compressione
	$K_{uT,T}$ [kN/m]	La pendenza del diagramma dopo aver raggiunto la forza limite per la tensione
	$K_{uT,C}$ [kN/m]	La pendenza del diagramma dopo aver raggiunto la forza limite per compressione
	F_{yT} [kN]	Resistenza a trazione
	F_{yC} [kN]	Resistenza a compressione
Rotazionale	*$K_{r,T}$ [kNm/rad]*	Rigidezza iniziale per la rotazione positiva
	$K_{r,C}$ [kNm/rad]	Rigidezza iniziale per la rotazione negativa
	$K_{rT,T}$ [kNm/rad]	La pendenza del diagramma dopo aver raggiunto il momento limite per la rotazione positiva
	$K_{rT,C}$ [kNm/rad]	La pendenza del diagramma dopo aver raggiunto il momento limite per la rotazione negativa
	M_{yT} [kNm]	Momento resistente per rotazione positiva
	M_{yC} [kNm]	Momento resistente per rotazione negativa

Definizione avanzata della caratteristica attiva solo in trazione o compressione

La modalità avanzata fornisce diversi modi per definire una caratteristica elastica non lineare attiva solo da un lato. La soluzione più semplice è quella di impostare la funzione a zero sul lato inattivo. Tuttavia, questa caratteristica idealmente unilaterale è numericamente la meno stabile e vicina alla transizione attivo/inattivo.



$\boldsymbol{K_{u,T} = 0}$; $\boldsymbol{F_{y,T} = 0}$

Invece di quella ideale, è meglio includere una caratteristica che abbia la stessa rigidezza iniziale e una resistenza trascurabile sul lato inattivo. Questo assicura la stabilità numerica con un aspetto definito dello stato di trazione o compressione, mentre la resistenza può essere impostata così piccola che sarà visualizzata come zero con un dato numero di decimali. Tuttavia, i problemi di stabilità numerica possono verificarsi anche con questa caratteristica. Un comportamento inaspettato del modello può far sì che la rigidezza attiva non riesca a garantire l'equilibrio. In tal caso, il calcolo non convergerà.



$\boldsymbol{K_{u,T} = 0}$; $\boldsymbol{F_{y,T} > 0}$

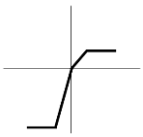
Questo problema di stabilità può essere evitato impostando una pendenza molto piccola ma non nulla nella caratteristica lineare sul lato inattivo. In questo modo una deformazione sufficientemente grande può garantire l'equilibrio anche sul lato inattivo e deformazioni irrealisticamente grandi ci avviseranno del comportamento inaspettato del modello. Tuttavia, si dovrebbe anche considerare che se una deformazione su larga scala nella direzione inattiva è il comportamento previsto, una forza irrealisticamente significativa può svilupparsi sul lato inattivo.



$\boldsymbol{K_{u,T} > 0}$

Definizione avanzata di una caratteristica con una determinata resistenza

Una caratteristica con una determinata resistenza può anche essere definita come ideale, dove la rigidezza diventa costante dopo aver raggiunto la resistenza. Tuttavia una rigidezza tangenziale pari a zero può causare instabilità numerica e un comportamento imprevisto del modello può far sì che queste molle non riescano a garantire l'equilibrio. In questo caso, il calcolo non convergerà.



$\boldsymbol{K_{uT,TC} = K_{uT,T} = 0}$

Questo problema può anche essere risolto impostando una piccola ma non nulla pendenza dopo aver raggiunto la resistenza.
In questo modo una deformazione sufficientemente grande può garantire l'equilibrio e deformazioni irrealisticamente grandi ci avviseranno del comportamento inaspettato del modello. Tuttavia, si dovrebbe anche considerare che se una deformazione su larga scala è il comportamento previsto, le forze possono superare notevolmente la resistenza data.



$\boldsymbol{K_{uT,C} > 0}$; $\boldsymbol{K_{uT,T} > 0}$

Definizione avanzata di una caratteristica con backlash

Il backlash può essere simulato definendo una piccola rigidezza iniziale seguita da uno stato elastico non lineare ad alta rigidezza. Si raccomanda di sostituire la rigidezza zero ideale con una piccola pendenza e una piccola resistenza. La caratteristica ideale non può essere impostata parametricamente solo attraverso l'editor di funzioni.





$\boldsymbol{K_{u,C} = K_{u,T} = 0}$
$\boldsymbol{K_{u,C} = K_{u,T} > 0}$

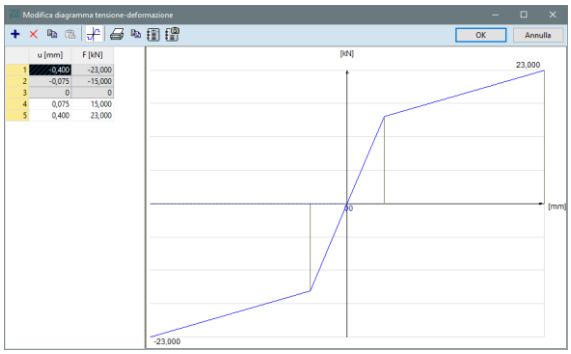
Per funzione



Fai clic sul piccolo pulsante per modificare il diagramma.
La *editor di funzione* è disponibile sia per modelli elastici non lineari che per modelli con molla plastica.

Editor del diagramma Forza – spostamento

Gli elementi della barra degli strumenti sono in gran parte gli stessi dei *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*



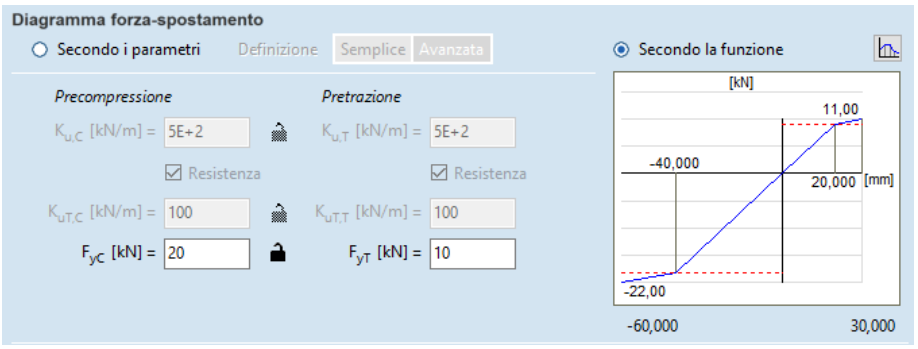
Utilizzando l'editor delle funzioni, i valori dei parametri sul pannello avanzato vengono impostati sulla base della funzione nel modo seguente.

$K_{u,T}$ [kN/m]	La pendenza del primo segmento sul lato in tensione
$K_{u,c}$ [kN/m]	La pendenza del primo segmento sul lato in compressione
$K_{uT,T}$ [kN/m]	La pendenza dell'ultimo segmento sul lato in tensione
$K_{uT,C}$ [kN/m]	La pendenza del primo segmento sul lato in compressione
$F_{y,T}$ [kN]	Plastico - Primo punto dopo l'origine (tensione) / NL elastico - modificabile
$F_{y,C}$ [kN]	Plastico - Primo punto prima dell'origine (compressione) / NL elastico - modificabile

L'utente può definire i valori limite (resistenze) solo nel caso del *modello di molla Non Lineare* e l'utilizzo verrà calcolato confrontando questo valore.
Per il tipo di molla plastica i valori dei parametri non possono essere modificati e $K_{u,T} = K_{u,c}$.

☞ **Il diagramma forza-spostamento deve essere monotonicamente crescente.**

Nel caso di proprietà plastica, la pendenza del diagramma deve essere monotonicamente decrescente.



Regola di indurimento

Disponibile solo se si seleziona il tipo di molla *Plastica*.
Indurimento isotropo significa che sia la resistenza alla trazione che quella alla compressione aumentano. *Indurimento cinematico* significa che la resistenza alla trazione aumenta e la resistenza alla compressione diminuisce sotto tensione, la resistenza alla tensione diminuisce e la resistenza alla compressione aumenta sotto compressione, mentre la loro differenza rimane costante. ***Vedere...*** *3.1.15 Libreria Materiali*

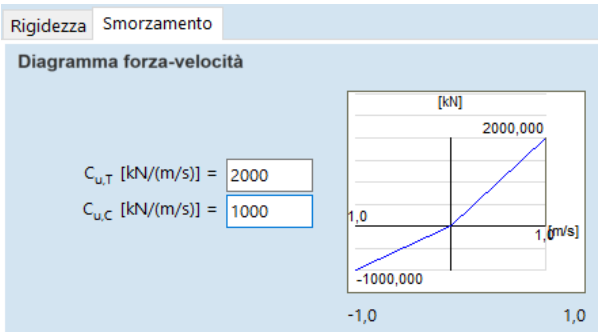
Rigidezza

Rigidezza iniziale — La matrice di rigidezza iniziale materialmente lineare viene utilizzata quando si valuta la matrice di rigidezza globale. Il calcolo è più lento (sono necessarie più iterazioni) ma la convergenza è più stabile.

Rigidezza tangenziale — La matrice di rigidezza tangenziale materialmente non lineare viene utilizzata quando si valuta la matrice di rigidezza globale. Il calcolo è più veloce (sono necessarie meno iterazioni), ma se gli incrementi non sono abbastanza piccoli si possono verificare dei problemi di convergenza.

Smorzamento

Può essere definita la funzione bilineare, i coefficienti di smorzamento per tensione e compressione potrebbero essere diversi.



$C_{u,T}$ *[kN/(m/s)]* Coefficiente di smorzamento per tensione
$C_{u,c}$ *[kN/(m/s)]* Coefficiente di smorzamento per compressione

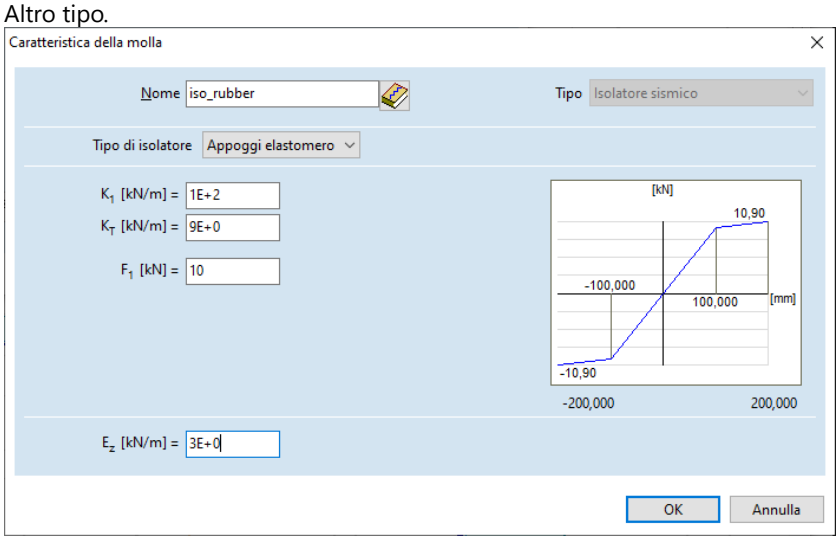
Se l'analisi utilizza un modello di materiale lineare, il coefficiente di smorzamento è la media dei due valori: $C_u = (C_{u,T} + C_{u,C})/2$

3.1.17.2. **Isolatori sismici**

Tipo

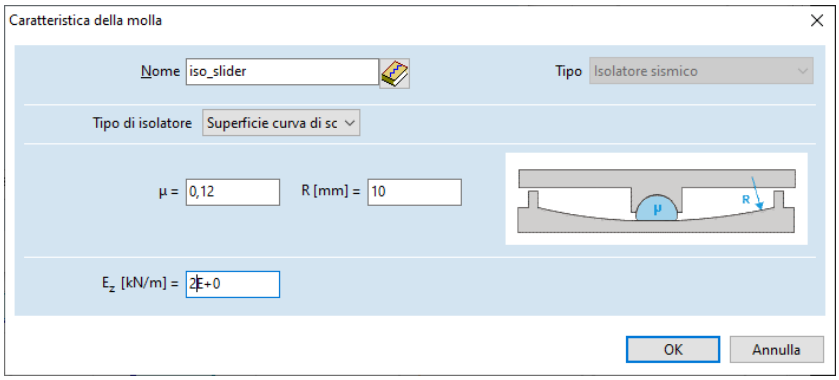
Sono disponibili tre tipi di isolatori sismici: Cuscinetto in gomma, superficie curva di scorrimento e Altro tipo.

Cuscinetto in gomma



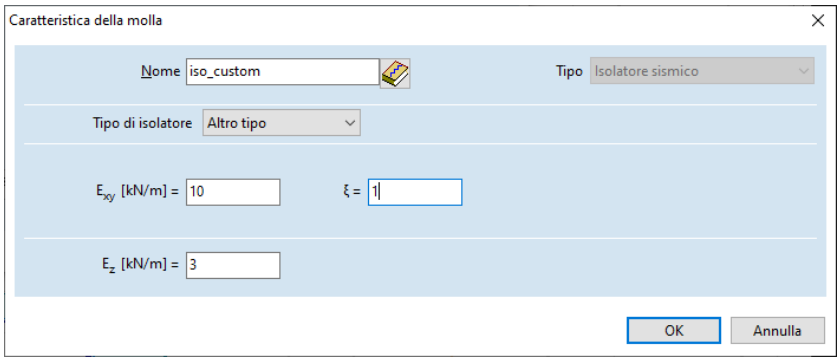
K_1 *[kN/m]* Valore iniziale della rigidezza orizzontale
K_T *[kN/m]* Rigidezza orizzontale allo stato plastico
F_1 *[kN]* Resistenza di snervamento
E_z *[kN/m]* Rigidezza verticale

Superficie curva di scorrimento



μ Coefficiente di attrito
R *[mm]* Raggio di curvatura equivalente
E_z *[kN/m]* Rigidezza verticale

Altro tipo



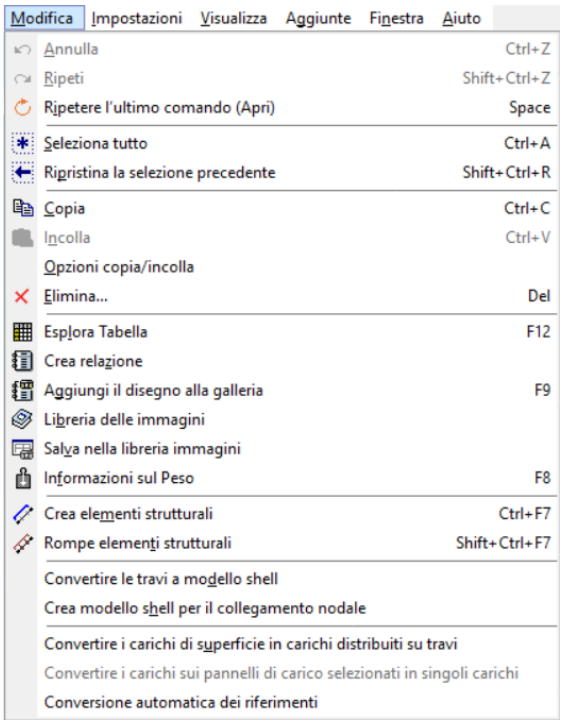
E_{xy} [kN/m]	Rigidezza orizzontale effettiva
ξ	Rapporto di smorzamento
E_z [kN/m]	Rigidezza verticale

Per dettagli ***vedere...*** *4.9.20 Isolatori sismici*

3.1.18. Esci

[Ctrl]+ [Q] Uscita dal programma.

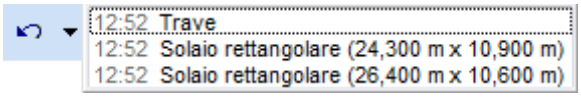
3.2. Modifica



3.2.1. Annulla



[Ctrl]+[Z]



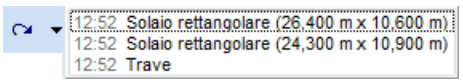
Annulla l'effetto dei comandi precedenti. Per annullare una sequenza di azioni (più livelli), fare clic sulla freccia disattivata accanto all'icona Undo e quindi selezionate le azioni che volete annullare basandosi sul tempo o sui tipi dei comandi. Potete impostare il numero *Annullare/rifare livelli* (massimo 99) nel menu *Principale/finestra di impostazione*.

3.2.2. Ripeti



[Shift]+[Ctrl]+[Z]

Annulla uno o più comandi 'annulla'.



Annulla il comando annulla o procedi per invertire uno o più comandi annulla. Potete selezionare le azioni che volete annullare basandosi sul tempo o sui tipi dei comandi.

3.2.3. Ripeti l'ultimo comando



[Spazio]

Avvia nuovamente l'ultimo comando se è stato avviato cliccando su un'icona o premendo un tasto rapido.
Viene inoltre visualizzato il nome del comando.

3.2.4. Seleziona tutto



[Ctrl]+ [A]

Vedere... *2.16.1 Selezione*

3.2.5. Ripristina la selezione precedente



Vedere... *2.16.1 Selezione*

3.2.6. Copia



[Ctrl]+ [C]

Copia gli elementi selezionati del modello alla Clipboard. Se non ha selezionato nessun elemento, ma ci sono parti attive, vengono copiate le parti attive. Nel caso che non ci siano né elementi selezionati nè parti attive, viene copiato l'intero modello.
Questa funzione copia il disegno della finestra grafica corrente alla Clipboard come nelle versioni precedenti. Questa operazione può essere anche disattivata.

3.2.7. Incolla



[Ctrl]+ [V]

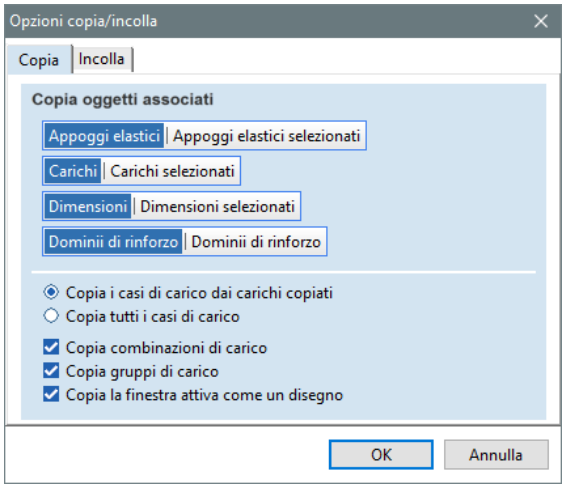
Incolla gli elementi di AXISVM dalla Clipboard. Per le opzioni di incolla vedi Opzioni Copia /Incolla

3.2.8. Opzioni Copia / Incolla

Opzioni Copia

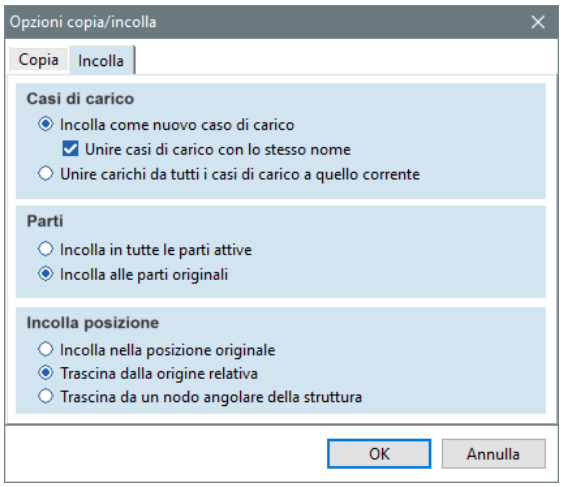
Gli elementi selezionati sono copiati sempre alla Clipboard. Sono state copiate anche le parti definite dall'utente che contengono questi elementi.
Se sono copiati i domini, le nervature, le travi reticolari, sono stati copiati anche gli oggetti associati a questi elementi (nodi, carichi, dimensioni delle linee, armature)

Se si desidera controllare quali degli oggetti associati possono essere copiati seleziona gli oggetti e scegli uno delle opzioni seguenti: *Appoggi elastici selezionati / Carichi selezionati / Dimensioni selezionati / Domini di rinforzo selezionati*
I casi di carico sono stati copiati con i carichi. Se si desidera copiare tutti i casi di carico scegliere *Copia tutti i casi di carico* invece di *Copia i casi di carico dai carichi copiati*
Possono essere copiate anche le combinazioni di carico e i gruppi di carico.
Attivare *Copia la finestra attiva come un disegno* per copiare la finestra attiva anche come grafico (nelle versioni precedenti è stata l'unica opzione)



Opzioni incolla

Casi di carico



L'opzione incolla dei Casi di carico può essere controllata con le seguenti opzioni:
Incolla come nuovo caso di carico: i casi di carico trovati nella Clipboard sono copiati come nuovi casi di carico. Nel caso che l'opzione *Unire casi di carico con lo stesso nome* è attiva, e il modello ha dei casi di carico con lo stesso nome come nella Clipboard allora questi casi di carico saranno uniti (i carichi del caso di carico nella Clipboard vengono aggiunti al caso di carico del modello)
Questa opzione deve essere attivata quando si copia all'interno del modello per evitare di creare casi di carico inutili.

Unire carichi da tutti i casi di carico a quello corrente. Questa opzione copia tutti i carichi da tutti i casi di carico della Clipboard nel caso di carico corrente del modello.

Parti
Le parti definite dall'utente contenenti gli elementi selezionati vengono copiati nella Clipboard. La prima opzione è quella di incollare elementi di parti in tutte le parti attive del modello.
La seconda opzione è quella di incollare le parti stesse.

Incolla posizione
Ci sono tre opzioni.
Incolla nella posizione originale: gli elementi incollati saranno posizionati nelle loro coordinate originarie.
Trascina dall'origine relativa / Trascina da un nodo angolare della struttura: Se abbiamo selezionato una di queste opzioni, incolla posizione può essere definito facendo clic sul pulsante sinistro del mouse.
Nel primo caso la posizione cliccata sarà la posizione dell'origine relativa al modello, quando gli elementi sono stati copiati. In un altro caso la posizione cliccata sarà la posizione di un angolo automaticamente identificato della struttura copiata.

3.2.9. Elimina



[Del]

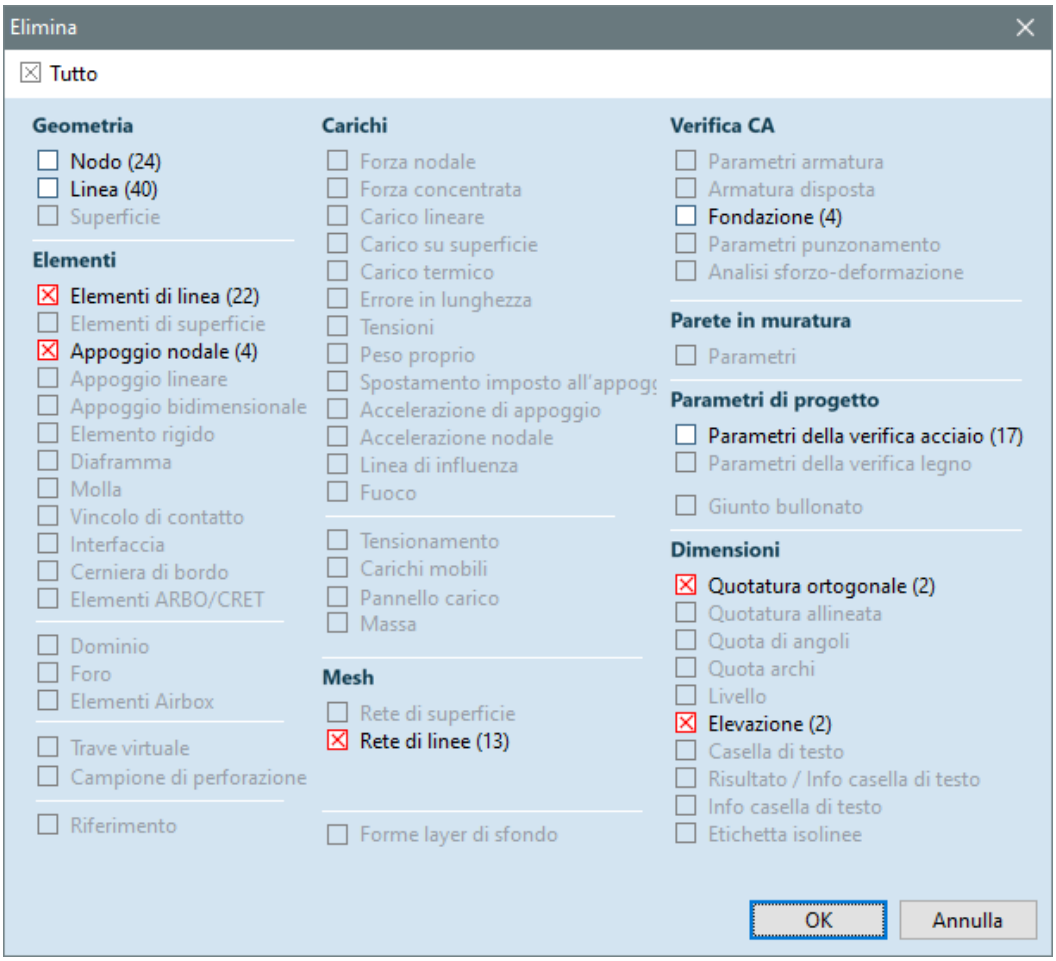
Cancella le entità selezionate.

Permette di cancellare la definizione delle entità selezionate
Selezionare le entità geometriche da cancellare.
Premere il tasto **Cancel**.
Abilitare le celle delle entità che si vuole cancellare nella finestra di dialogo ch compare.
Premere il tasto **OK** per applicare il comando e uscire dalla finestra di dialogo.

Per cancellare la definizione delle entità selezionate.

1. Selezionare le entità geometriche da cancellare.
2. Premete il tasto **[Del]**. Se non c'è alcuna selezione, appare la barra degli strumenti di selezione e gli oggetti possono essere scelti per la cancellazione. ***Vedere...*** *2.16.1 Selezione*
3. Nella finestra di dialogo che viene visualizzata, selezionare le entità che si vuole cancellare.
4. Fare clic sul pulsante **OK** per applicare il comando e uscire dalla finestra di dialogo.

Elimina



Geometria Se si cancellano entità geometriche alle quali sono stati assegnati elementi finiti e/o carichi, saranno cancellati anche questi elementi e/o carichi.

Elementi Consente di selezionare gli elementi finiti e gli oggetti correlati da eliminare. L'eliminazione degli elementi finiti non comporta la cancellazione della rispettiva entità geometrica, ma dei carichi.

Riferimenti Se si cancella un riferimento, saranno cancellate anche tutte le definizioni degli elementi finiti ai quali esso era assegnato e dei loro carichi rispettivi.

Carichi Permette di rimuovere il carico selezionato dagli elementi.

Massa Se nella lista ci sono nodi con masse, permette di cancellare quelle masse.

Mesh Elimina mesh dai domini e/o elementi lineari.

Verifica C.A. Seleziona i parametri di progetto per le strutture in c.a. collegati agli elementi da cancellare.
E' possibile cancellare anche il progetto della fondazione

Parete in muratura Consente di selezionare i parametri della parete in muratura.

Parametri di progettazione Consente di selezionare i parametri di progettazione dell'acciaio/legno collegati agli elementi selezionati per la cancellazione.

Verifica Acciaio/Legno Seleziona i parametri di verifica per le strutture in acciaio/legno collegati agli elementi da cancellare.

Dimensioni Permette la scelta delle linee di dimensione, caselle di testo, ecc. per la cancellazione.

3.2.10. Browser di tabella



[F12]

Vedere... *2.9 Esplora Tabella*

3.2.11. Generatore di relazioni



[F10]

Vedere... *2.10 Generatore di relazione*

3.2.12. Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione



Aggiunge un disegno alla Galleria

[F9]

È possibile salvare disegni da AXISVM in molti contesti: diagrammi da finestre principali AXISVM, deformazioni e sollecitazioni, risultati della progettazione di strutture in acciaio, ecc. In caso di una visualizzazione divisa è possibile selezionare tutte le finestre o quella attiva.

☞ ***La Libreria dei Disegni è un altro modo per memorizzare diagrammi. Finché la Galleria contiene immagini, la Libreria dei Disegni si aggiorna automaticamente al cambiamento del modello.***

Formato di file da utilizzare

I *formati bitmap (.BMP, .JPG, PNG)* memorizzano i pixel del diagramma, mentre i metafile Windows forniscono una risoluzione più alta quando stampati. JPG è un formato compresso con una leggera perdita di qualità ma questi file sono molto più piccoli dei file BMP.

I *formati Windows Metafile (.WMF , .EMF)* consentono di essere scalati e stampati in qualsiasi dimensione nella stessa qualità. Mentre se si scegli la rimozione delle linee nascoste o una visualizzazione disegnata da OpenGLi metafile conterranno solo bitmap.

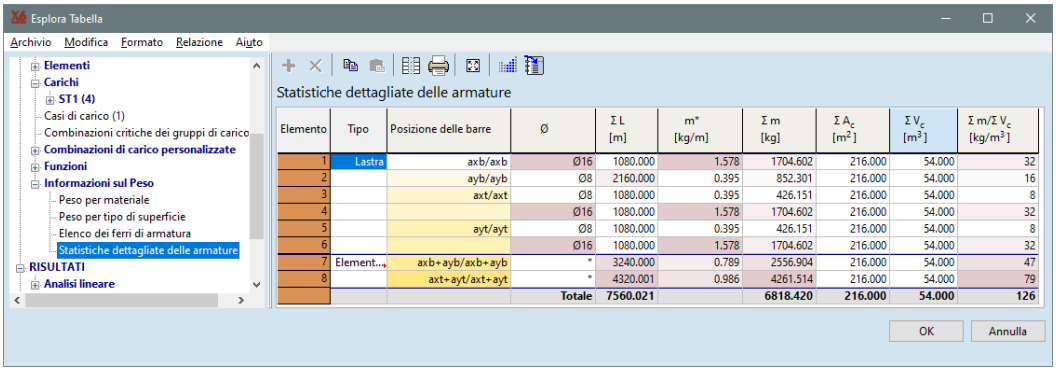
I *disegni saranno salvati* su una sottocartella che *Images_modelname* automaticamente creata sotto la cartella del file di modello. Queste immagini possono essere inserite in una relazione.
Non modificare il nome della sottocartella *Images_modelname*.

3.2.13. Informazioni sul Peso



[F8]

Il peso dell'intero modello, degli elementi o dettagli scelti può essere elencato in forma tabellare per materiale, per tipo di sezione trasversale o di superficie. I pesi per ogni materiale mostrano anche il peso degli appoggi.
La relazione statistiche/pesi delle barre di armatura visualizza la quantità totale delle barre d'armatura posizionate in elementi superficiali, travi e colonne. Le *statistiche dettagliate delle armature* suddividono i dati delle armature per tipo (soletta, trave, colonna) posizione e diametro.



3.2.14. Cerca elementi strutturali



Shift+A

AXISVM gestisce gli elementi lineari come elementi strutturali. Questo significa che il comando *Mesh elementi lineari* nella cartella *Mesh* crea elementi finiti, ma gli stessi elementi lineari non sono divisi.
Il comando *Cerca elementi strutturali* ricerca elementi lineari all'interno del singolo elemento finché non si trova un punto di interruzione.
Un punto di interruzione è definito dalle direzioni locali x o z, diversi materiali, sezioni trasversali o eccentricità, rilasci finali o domini.
Gli elementi lineari devono appartenere alla stessa linea o allo stesso arco.

3.2.15. Separa elementi strutturali



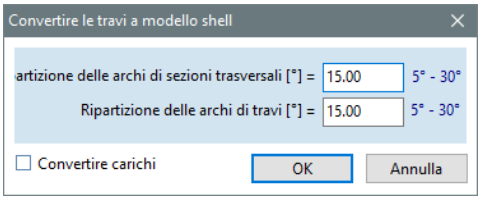
Shift+B

Il comando *Separa elementi strutturali* suddivide elementi lineari ritrovati con il comando *Cerca elementi strutturali.*

3.2.16. Convertire i carichi di superficie distribuiti sulle travi

Questa voce del menu converte i carichi superficiali distribuiti sulle travi compresi nella selezione, in singoli carichi distribuiti sulle travi.

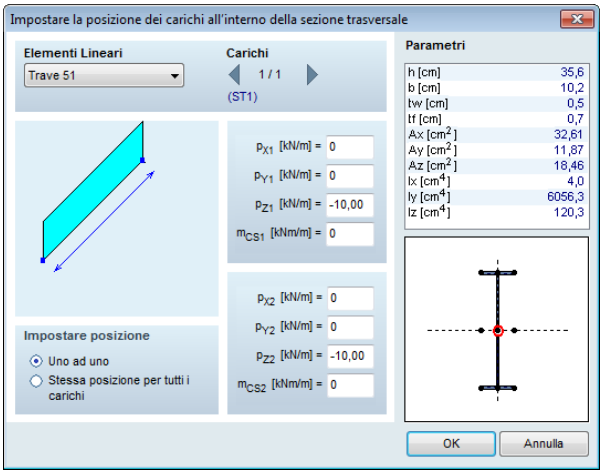
3.2.17. Convertire le travi in modello shell



Le travi selezionate possono essere convertite in modelli shell.
Un modello shell è costituito da elementi shell creati e collegati secondo la lunghezza della trave e la sezione trasversale. Le preferenze per la conversione della sezione trasversale e degli archi di trave in poligoni possono essere impostate nella finestra di dialogo dei parametri.

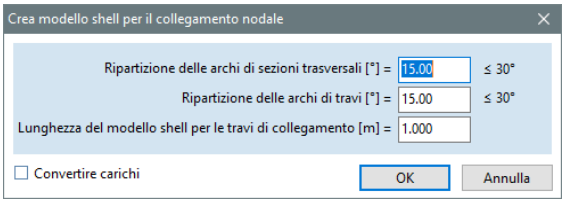
Convertire i carichi

Se *Convertire i carichi* viene selezionato i carichi della trave possono essere convertiti in carichi delle shell. Per fare questo l'utente deve specificare la posizione del carico all'interno della sezione trasversale. Ognuno dei nove punti della sezione trasversale del rettangolo di delimitazione può essere selezionato, ma è ragionevole scegliere unpunto effettivamente sulla sezione.
La posizione può essere impostata singolarmente o in un unico passaggio per tutti i carichi.
Selezionare un elemento lineare dalla lista e selezionare un carico da convertire. I valori di carico possono essere modificati se necessario. La finestra di dialogo si può chiudere se tutti i carichi vengono convertiti.



3.2.18. Creare il modello shell per il collegamento nodale

Alcune parti delle travi collegate ai nodi selezionati possono essere convertiti in modelli shell. I parametri sono uguali ai precedenti, ma in questo caso si può impostare la lunghezza di conversione. Il modello shell è collegato alla parte restante della trave tramite dei corpi rigidi. *Conversione carichi* funziona come descritto alla voce precedente.



3.2.19. Convertire i carichi dei pannelli di carico selezionati in carichi singoli

I carichi generati dall'algoritmo di distribuzione dai carichi di pannelli di carico possono essere convertiti in carichi singoli. Dopo la conversione possono essere modificati o eliminati ma non possono essere aggiornati dal pannello di carico.

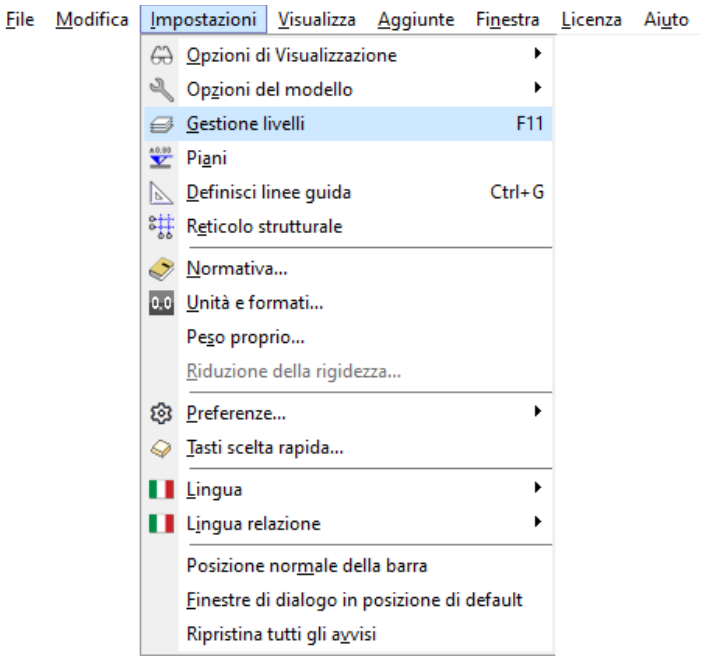
3.2.20. Converte i riferimenti automatici

Questa voce di menu permette la conversione dei riferimenti automatici assegnati agli elementi linea o superficie in vettori di riferimento.

3.2.21. Rendere indipendenti le nervature parametriche

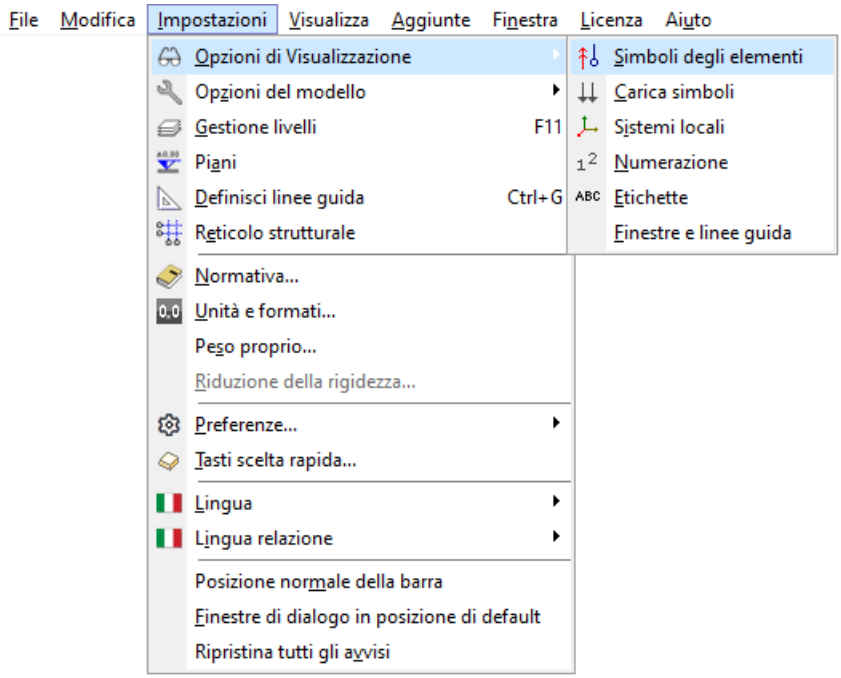
Se il modello contiene un dominio nervato parametrico o un dominio nervato parametrico composito (***Vedere...*** *4.9.6.4 Piastre nervate parametricamente, 4.9.6.2 Dominio nervato composito*) creato con nervature reali, questo comando converte il dominio nervato parametrico in uno normale. Le nervature non vengono rimosse ma diventano indipendenti dalla griglia parametrica.

3.3. Impostazioni



3.3.1. Visualizzazione

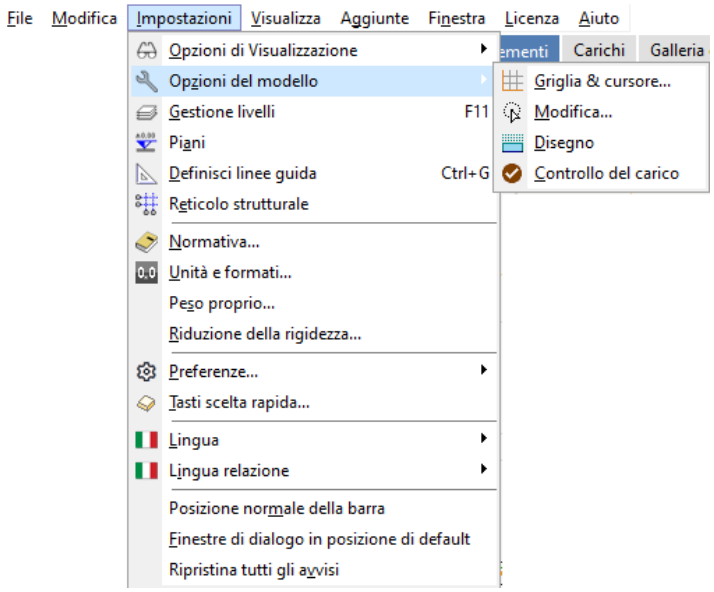




Vedere... *2.16.21 Opzioni di visualizzazione*

3.3.2. Opzioni modello



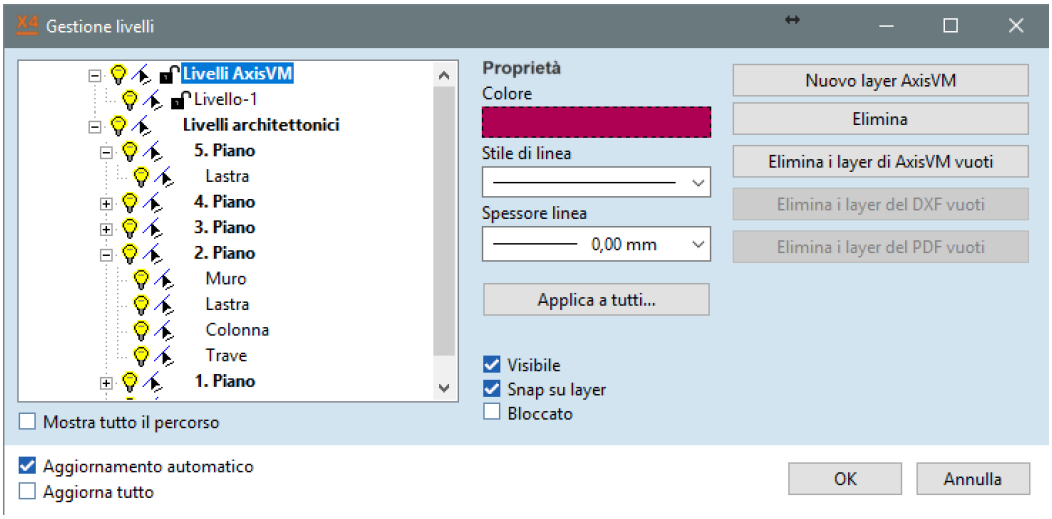


Vedere... *2.16.9 Opzioni del modello*

3.3.3. Gestore dei livelli



[F11]



Il Gestore di Livelli permette di gestire livelli AXISVM, livelli importati da DXF o da ArchiCAD. Il file ArchiCAD può contenere anche un solo livello e sono permessi più livelli nei file DXF importati.
Se nessun livello AXISVM è definito, AXISVM crea automaticamente un nuovo livello per linee di dimensione con il nome *Dimensions*.
Sul lato sinistro della finestra di dialogo ***Gestione Livelli*** è visualizzata una struttura ad albero.
Selezionando (evidenziato) un livello DXF nell'albero,
si possono modificare le sue proprietà (Nome, Colore, Stile, Dimensione).
Se si seleziona la voce di file DXF principale dell'albero, potete modificare tutti
i livelli DXF in una sola volta. I livelli strutturali *Properties* di AXISVM non possono essere modificati.
Applica a tutti...: Quando si utilizza questo pulsante, una zona della finestra di dialogo permetterà di selezionare gli elementi del livelli DXF che avranno le stesse proprietà.

La visibilità dei livelli o di file DXF può essere impostata anche facendo clic sul simbolo relativo o accanto al livello o al nome file.

Nuovo livello AXISVM

Crea un nuovo livello AXISVM. Potete impostare il nome, il colore, lo stile e la dimensione di linea del livello.

Elimina Si può scegliere e cancellare più di un layer o di un gruppo con il tasto **[Del]**

Cancella livelli vuoti di AXISVM Cancella tutti i livelli AXISVM che sono vuoti (non contengono alcuna entità).

Cancellate livelli vuoti DXF Cancella tutti i livelli del file DXF che sono vuoti (non contengono alcuna entità).

Visibile Imposta la visibilità del livello.

Snap livello Attiva gli snap sul livello.

Bloccato I livelli bloccati non possono essere modificati.
Il click sull'icona sblocca / blocca il livello.

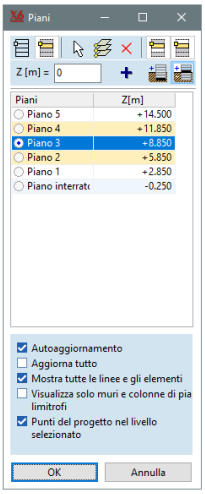
Mostra percorso completo. Se questa voce è attivata, la visualizzazione dell'albero mostrerà i nomi dei file importati con il loro percorso completo.

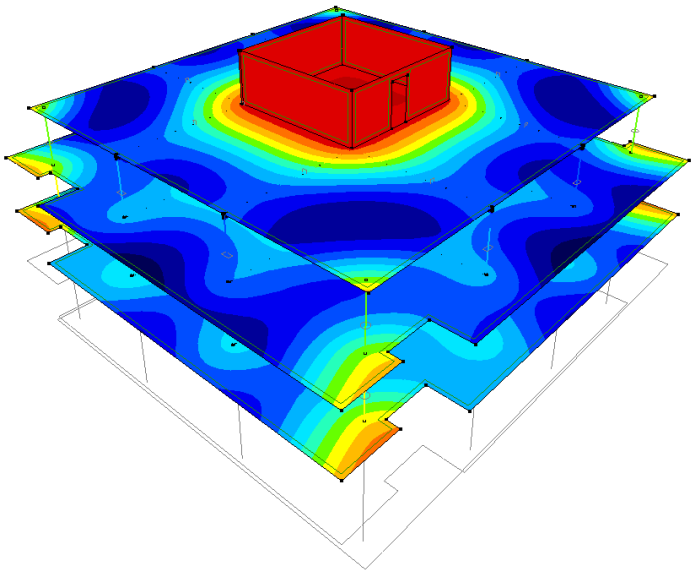
Aggiornamento automatico Se questa voce è attivata, la modifica delle proprietà del livello o la loro visibilità si aggiorna immediatamente nella finestra principale.

Aggiorna tutto Se questa voce è attivata, tutte le viste della finestra principale riflettono le modifiche, altrimenti sarà interessata solo la vista attiva.

3.3.4. Piani

[Ctrl] + [R]

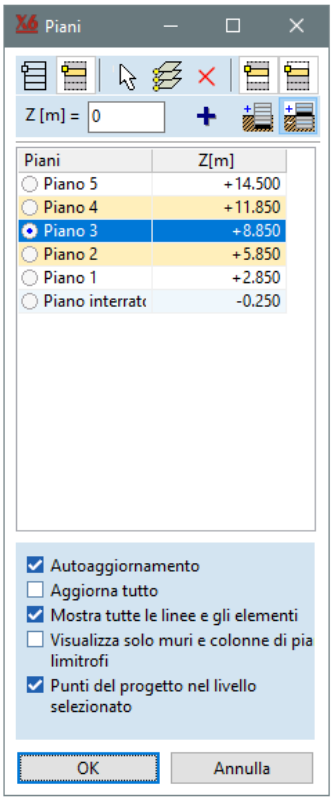




I piani sono stati utilizzati per rendere più facile la visualizzazione e la modifica del modello. Essi possono essere definiti prima di costruire il modello o assegnarli a una struttura già esistente.
Un piano è un solaio parallelo al piano globale X-Y, con una coordinata Z assegnata. Se abbiamo selezionato un piano i movimenti del mouse vengono proiettati al livello del piano, anche se si trova un elemento in una posizione diversa dalla Z assegnata. Le coordinate saranno sempre proiettate al livello del piano per aiutare l'analisi degli oggetti che si trovano a diversi livelli.
I piani sono sempre indicati da una diminuzione della posizione di Z, e prendono dei nomi in modo automatico. Il cambiamento della lingua fa cambiare i nomi dei piani.
Gli elementi sono considerati come parte di un piano, se la loro coordinata Z più bassa è maggiore o uguale al livello del piano ma inferiore al livello successivo del piano. Perciò se una colonna multi-piano o un muro è stato definito come un singolo elemento sarà visualizzato solo al livello più basso. Per modificare questo comportamento l'elemento deve essere tagliato con i piani.
I nuovi elementi saranno automaticamente collegati con il loro piano.

☞ ***Se l'effetto torsionale deve essere preso in considerazione per l'analisi sismica, i piani sismici devono essere definiti separatamente nella finestra dei parametri sismici. Se non sono stati definiti piani sismici, il programma visualizza il centro di taglio dei piani specificati qui. Vedere...*** *3.3.4.1 Centri di taglio dei piani*

I piani possono essere gestiti nella finestra seguente.



Dissativare i piani

Se questo pulsante è attivo, i piani non vengono visualizzati. Windows mostra l'intera struttura, oppure le sue parti attive. In questo caso è possibile anche aggiungere o cancellare i piani.

Visualizza il piano corrente

Se questo pulsante è attivo e viene selezionato un piano, esso sarà visualizzato. Il piano attivo può essere scelto, facendo clic sul pulsante di scelta che si trova prima del suo nome.
Lo stato di selezione delle voci dell'elenco è indipendente da questa scelta. È possibile selezionare più di un piano. Ctrl + click aggiunge le singole voci dell'elenco, Shift + click aggiunge gli intervalli alla selezione. Elimina funziona per i piani selezionati e non per i piani attivi.

☞ ***Ci può essere solo un piano attivo. E possibile anche la visualizzazione degli altri piani. La modifica al piano attivo sarà limitata.***

Seleziona

Fare clic su questa icona per tornare al modello e fare clic su uno o più nodi per prendere le coordinate di Z. Chiudere il processo facendo clic su uno spazio vuoto. Le coordinate di Z saranno aggiunte sulla lista dei piani.

Nuovo piano

Inserire la coordinata Z nel campo di modifica e fare clic sul pulsante +. Nella lista dei piani sarà aggiunto un nuovo piano.

Trova

Se si dispone di una struttura esistente multipiano con dei solai, si possono trovare e aggiungere le coordinate Z dei domini orizzontali alla lista con un solo clic. Nel caso contrario tutti i domini orizzontali si riferiscono a un piano ed è possibile eliminare i piani inutili.

☞ ***La posizione del piano non può essere cambiata. Eliminare il piano e definirne uno nuovo.***

Elimina

Eliminare i piani selezionati. I piani presenti saranno rinominati e anche gli elementi che appartengono a questi piani saranno aggiornati automaticamente.

☞ ***Eliminando un piano non si elimina alcun elemento.***

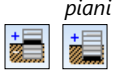
Visualizza il piano sottostante/ soprastante il piano corrente

Se uno di questi pulsanti è abbassato, vengono visualizzati anche gli elementi del piano sottostante/superiore a quello attivo, per facilitare il tracciamento di altri oggetti.

☞ ***Per visualizzare i piani successivi aprire la finestra delle parti di dialogo, dove possono essere attivate le parti logiche di ogni piano. Scegliendo un nuovo piano attivo si sovrappongono l'impostazione delle parti.***

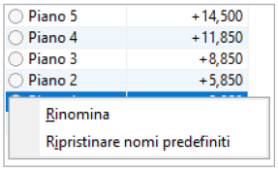
Aggiungi nuovo livello

Numerazione dei piani



La numerazione dei piani può essere controllata con questi pulsanti. Se il pulsante a sinistra è attivo (Numerazione dei piani dal basso), il piano inferiore sarà considerato come piano terra e gli altri piani avranno un numero positivo. Se il pulsante Assegna numerazione dei piani è attivo, il piano selezionato più vicino al livello zero sarà considerato come piano terra. I piani sotterranei avranno un numero negativo, gli altri avranno dei valori positivi.

Rinomina piani



Cliccando con il tasto destro del mouse compare il menu popup dal quale è possibile rinominare i piani o ripristinare il nome standard. Altre opzioni sono attivabili attraverso le caselle di spunta.

Auto aggiornamento Aggiornamento istantaneo del disegno.

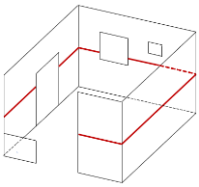
Aggiorna tuttol Le impostazioni dei piani verranno applicate a tutte le finestre.

Visualizza tutte le linee ed elementi Se viene attivato un piano tette le solette, i muri, i pilastri e le travi su di esso verranno visualizzati automaticamente. Se si desidera visualizzare altri elementi che si trovano sul piano (linee geometriche, molle, elementi di collegamento) occorre selezionare la casella di spunta.

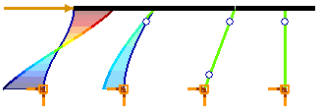
Visualizza solo muri e pilastri dei piani adiacenti I piani al di sopra e al di sotto di quello attivo sono solitamente visualizzati per capire la continuità degli elementi verticali, pilastri e muri. Questa opzione nasconde le solette e le travi dei piani adiacenti al piano attivo.

Proiezione dei punti al livello attivo Questa opzione permette di proiettare sul piano attivo le coordinate rilevate ad ogni click del mouse sul livello base. Molto utile se dobbiamo posizionare un elemento sul piano attivo, che si trova ad una quota superiore al livello base, sneppando sui livelli di disegno.

3.3.4.1. Centri di taglio dei piani



Il centro di taglio di un piano è calcolato come il centro di taglio della sezione trasversale creata dal taglio dei muri e delle colonne sotto il piano. Il piano terra non ha centro di taglio. La sezione di muri e colonne viene creata a metà altezza tra i piani successivi. La posizione del centro di taglio dipende solo da questa sezione. I fori e i segmenti di parete al di fuori della sezione non hanno alcuna influenza.
AXISVM tiene conto delle sconnessioni di estremità delle colonne e delle cerniere verticali di bordo tra i segmenti di parete.
Le colonne in cui le sconnessioni di estremità impediscono la flessione nelle direzioni *y* e *z* locali vengono ignorate nel calcolo. Se una cerniera verticale di bordo interrompe la connessione a taglio ($K_x = 0$) tra i segmenti di parete, AXISVM li considera scollegati.



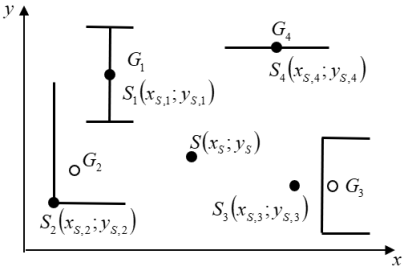


L'effetto di irrigidimento degli elementi inclinati non viene considerato.

Le coordinate del centro di taglio [21; Chapter 7.2.1]:

$$x_S = \frac{J_{xy}\left(\sum J_{y,i}\, y_{S,i} - \sum J_{xy,i}\, x_{S,i}\right) - J_y\left(\sum J_{xy,i}\, y_{S,i} - \sum J_{x,i}\, x_{S,i}\right)}{J_x J_y - J_{xy}^2}$$

$$y_S = \frac{J_x\left(\sum J_{y,i}\, y_{S,i} - \sum J_{xy,i}\, x_{S,i}\right) - J_{xy}\left(\sum J_{xy,i}\, y_{S,i} - \sum J_{x,i}\, x_{S,i}\right)}{J_x J_y - J_{xy}^2}$$



dove $J_{x,i}$, $J_{y,i}$, $J_{xy,i}$ sono le inerzie flessionali locali ponderate degli elementi della sezione. Si tratta delle inerzie centroidi ponderate per i moduli elastici: $J_{x,i} = E_i I_{x,i}$, $J_{y,i} = E_i I_{y,i}$, $J_{xy,i} = E_i I_{xy,i}$
J_x , J_y , J_{xy} sono quantità sommate per l'intera sezione: $J_x = \sum J_{x,i}$, $J_y = \sum J_{y,i}$, $J_{xy} = \sum J_{xy,i}$
È importante notare che si tratta di semplici somme invece delle formule di Steiner per gli assi paralleli.
$x_{S,i}$ e $y_{S,i}$ sono le coordinate globali del centro di taglio degli elementi della sezione.

☞ ***Se sono stati definiti i piani sismici, i centri di taglio vengono calcolati e visualizzati in base ai piani sismici. Se nel modello non ci sono piani sismici ma sono stati definiti piani logici*** *(3.3.4 Piani)****, i centri di taglio vengono calcolati e visualizzati per i piani logici.***

☞ ***Se una sezione di piano attraversa domini meshati e non meshati, vengono presi in considerazione solo i domini meshati. Le pareti non meshate sono considerate solo se tutti i segmenti di parete della sezione sono non meshati.***

3.3.5. Linee di riferimento (linee guida)



Linee di riferimento (linee guida). ***Vedere...*** *2.16.9 Linee di Riferimento*

3.3.6. Griglia strutturale



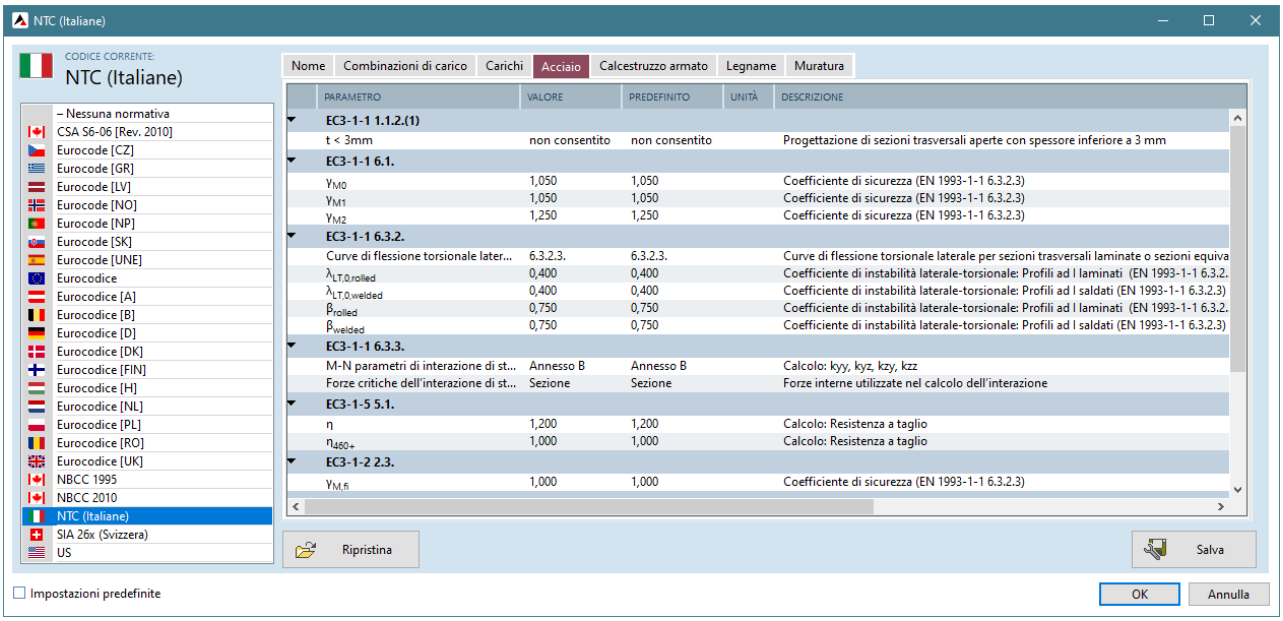
Griglia strutturale
Vedi... *2.16.8 Griglia strutturale*

3.3.7. Codici di calcolo



Permette la selezione del codice di calcolo che deve essere usato nel caso di richiesta di specifici codici. Cambiando il codice di calcolo cambia il metodo di calcolo delle combinazioni del carico critico e di conseguenza i parametri dei gruppi di carico ma i fattori di sicurezza saranno cancellati.
I parametri per l'analisi sismica e i casi di carico sismici saranno anch'essi cancellati.
I parametri di materiali ed armature non sono gli stessi nei diversi codici di calcolo; si raccomanda pertanto di controllare tali valori.
Se è selezionato *Stabilisci impostazioni correnti come predefinito*, i nuovi modelli verranno creati con il codice di progettazione corrente.
In caso di codici di progettazione basati su Eurocodice, in AXISVM possono essere modificati alcuni parametri prescritti negli Allegati nazionali (NA). La progettazione strutturale secondo le NA, non incluse nel software, può essere eseguita con la modifica dei parametri NA dell'Eurocodice di base.
I nomi dei codici di progettazione applicati sono elencati tra i parametri del codice di progettazione nella scheda *Nome*.
La tabella visualizza il valore utente, il valore predefinito, l'unità, la descrizione e il riferimento di codice per ciascun parametro. I valori utenti sono personalizzabili. Fai clic su OK per applicarli. Il set corrente di valori utente verrà salvato / caricato con il modello.
La modifica del codice di progettazione provoca la perdita del set di valori utente, a meno che non sia stato salvato come valore predefinito facendo clic sul pulsante Salva. I nuovi modelli utilizzeranno questi valori predefiniti. La colonna predefinita della tabella visualizza il valore specificato nel NA. Facendo clic sul pulsante Ripristina vengono sostituiti tutti i valori utente con i valori predefiniti NA.
L'unità di misura è indicata nella colonna *Unita*.
Secondo le regole e le regolamentazioni delle NA, i parametri possono essere classificati in tre gruppi:

- il parametro è dato da un numero (ad esempio fattori parziali): il valore può essere modificato direttamente;
- il parametro è dato da una formula; nella maggior parte dei casi le costanti della formula sono specificate nel NA (ad esempio limite di snellezza per le colonne RC): in questo caso le costanti possono essere modificate (nota: le costanti sono spesso rappresentati dalla lettera c);
- il parametro non è dato né da un numero né da una formula; (ad esempio il metodo di calcolazione dell'eccentricità di secondo ordine per colonne RC, e curve di iniezione per LTB di travi in acciaio): in questo caso, le curve di metodo o di iniezione possono essere selezionate da un menu a tendina.



Norme di progettazione e allegati supportati

Le seguenti norme di progettazione europee e gli allegati nazionali implementati nel software sono presentati rispettivamente in base agli argomenti e alle nazioni.

3.3.7.1. **Basi della progettazione strutturale EN 1990**

EN 1990:2021

ÖNORM EN 1990
ÖNORM B 1990-1

NBN EN 1990+A1 NL:2015
NBN EN 1990 ANB:2021

ČSN EN 1990-ed.2 (730002)
ČSN EN 1990:2004/NA-ed.A (730002)

DIN EN 1990:2021-10
DIN EN 1990/NA:2010-12
DIN EN 1990/NA/A1:2012-08

DS/EN 1990 DK/NA:2021

SFS-EN 1990+A1+AC

ELOT EN 1990/A1:2006/NA:2010

MSZ EN 1990:2021

LVS EN 1990:2003/NA:2010

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019/NB:2019
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019

NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016

NP EN 1990:2009
NP EN 1990:2009/A1:2019

PN-EN 1990:2004/Ap2:2010
PN-EN 1990:2004/A1:2008


SR EN 1990:2004/A1:2006/NA:2009


STN EN 1990/NA:2009


BS EN 1990:2002+A1:2005


UNE-EN 1990:2019


NTC 2018


SIA 260:2013
SIA 260-C1:2020

3.3.7.2. Carichi e combinazioni EN 1991


EN 1991-1-1:2002
EN 1991-1-1:2002/AC:2009
EN 1991-1-2:2002
EN 1991-1-2:2002/AC:2009
EN 1991-1-3:2003
EN 1991-1-3:2003/AC:2009
EN 1991-1-3:2003/A1:2015
EN 1991-1-4:2005
EN 1991-1-4:2005/AC:2010
EN 1991-1-4:2005/A1:2010
EN 1991-1-5:2003
EN 1991-1-5:2003/AC:2009
EN 1991-1-6:2005
EN 1991-1-6:2005/AC:2013
EN 1991-1-7:2006
EN 1991-1-7:2006/AC:2010
EN 1991-1-7:2006/A1:2014


ÖNORM EN 1991-1-1:2011
ÖNORM B 1991-1-1:2020
ÖNORM EN 1991-1-2:2013
ÖNORM B 1991-1-2:2003
ÖNORM EN 1991-1-3:2016
ÖNORM B 1991-1-3:2022
ÖNORM EN 1991-1-4:2011
ÖNORM B 1991-1-4:2023
ÖNORM EN 1991-1-5:2012
ÖNORM B 1991-1-5:2012
ÖNORM EN 1991-1-6:2013
ÖNORM B 1991-1-6:2006
ÖNORM EN 1991-1-7:2014
ÖNORM B 1991-1-7:2007


NBN EN 1991-1-1:2002
NBN EN 1991-1-1 ANB:2007
NBN EN 1991-1-2:2003
NBN EN 1991-1-2 ANB:2008
NBN EN 1991-1-3:2003
NBN EN 1991-1-3 ANB:2007
NBN EN 1991-1-3/A1:2015
NBN EN 1991-1-4:2005
NBN EN 1991-1-4/A1:2010
NBN EN 1991-1-4 ANB:2010
NBN EN 1991-1-5:2004
NBN EN 1991-1-5 ANB:2009
NBN EN 1991-1-6:2005
NBN EN 1991-1-6 ANB:2010

NBN EN 1991-1-7:2006
NBN EN 1991-1-7 ANB:2012
NBN EN 1991-1-7 ANB:2012/AC:2017
NBN EN 1991-1-7/A1:2014



ČSN EN 1991-1-1 (730035)
ČSN EN 1991-1-1:2004/NA-ed.A (730035)
ČSN EN 1991-1-2 (730035)
ČSN EN 1991-1-3-ed.2 (730035)
ČSN EN 1991-1-3:2005/NA-ed.A (730035)
ČSN EN 1991-1-4-ed.2 (730035)
ČSN EN 1991-1-4:2007/NA-ed.A (730035)
ČSN EN 1991-1-5 (730035)
ČSN EN 1991-1-5:2005/NA-ed.A (730035)
ČSN EN 1991-1-6 (730035)
ČSN EN 1991-1-6:2006/NA-ed.A (730035)
ČSN EN 1991-1-7 (730035)
ČSN EN 1991-1-7:2007/NA-ed.A (730035)



DIN EN 1991-1-1 : 2010-12
DIN EN 1991-1-1/NA : 2010-12
DIN EN 1991-1-1/NA/A1 : 2015-05
DIN EN 1991-1-2 : 2010-12
DIN EN 1991-1-2/NA : 2015-09
DIN EN 1991-1-3 : 2010-12
DIN EN 1991-1-3/A1 : 2015-12
DIN EN 1991-1-3/NA : 2019-04
DIN EN 1991-1-4 : 2010-12
DIN EN 1991-1-4/NA : 2010-12
DIN EN 1991-1-5 : 2010-12
DIN EN 1991-1-5/NA : 2010-12
DIN EN 1991-1-6 : 2010-12
DIN EN 1991-1-6/NA : 2010-12
DIN EN 1991-1-7 : 2010-12
DIN EN 1991-1-7/A1 : 2014-08
DIN EN 1991-1-7/NA : 2019-09



DS/EN 1991-1-1 DK/NA:2013
DS/EN 1991-1-2 DK/NA:2014
DS/EN 1991-1-3 DK/NA:2015 Version 2
DS/EN 1991-1-4 DK/NA:2015
DS/EN 1991-1-5 DK/NA:2012
DS/EN 1991-1-6 DK/NA:2007
DS/EN 1991-1-7 DK/NA:2013



SFS-EN 1991-1-1 + AC
SFS-EN 1991-1-2 + AC
SFS-EN 1991-1-3 + AC + A1
SFS-EN 1991-1-4 + AC + A1
SFS-EN 1991-1-5 + AC
SFS-EN 1991-1-6 + AC
SFS-EN 1991-1-7 + A1 + AC



ΕΛΟΤ EN 1991-1-1:2002/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-2:2002/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-3:2003/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-4:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-5:2004/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-6:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1991-1-7:2007/NA:2010



MSZ EN 1991-1-1:2005
MSZ EN 1991-1-2:2005
MSZ EN 1991-1-3:2016
MSZ EN 1991-1-4:2007
MSZ EN 1991-1-4:2005/A1:2011
MSZ EN 1991-1-5:2005
MSZ EN 1991-1-6:2007
MSZ EN 1991-1-7:2015



LVS EN 1991-1-1+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-1:2003/NA:2022
LVS EN 1991-1-2+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-2:2003/NA:2015
LVS EN 1991-1-3+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-3:2006/A1:2019
LVS EN 1991-1-3:2003/NA:2019
LVS EN 1991-1-4+A1+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-4:2005/NA:2011
LVS EN 1991-1-5+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-5:2004/NA:2014
LVS EN 1991-1-6+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-6:2005 A /NA:2014
LVS EN 1991-1-7+AC:2014 L
LVS EN 1991-1-7:2007/A1:2016
LVS EN 1991-1-7:2006/NA:2015



NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019
NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019/NB:2019
NEN-EN 1991-1-2+C3:2019/NB:2019
NEN-EN 1991-1-2+C3:2019
NEN-EN 1991-1-3+C1+A1:2019/NB:2019
NEN-EN 1991-1-3+C1+A1:2019
NEN-EN 1991-1-4:2011+A1+C2:2011/NB:2019+C2:2023
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011/NB:2019
NEN-EN 1991-1-6:2005
NEN-EN 1991-1-6:2005/NB:2013
NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015
NEN-EN 1991-1-7:2015/NB:2019



NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019
NS-EN 1991-1-2:2002+NA:2008
NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018
NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009
NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008
NS-EN 1991-1-6:2005+NA:2008
NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008



NP EN 1991-1-1:2009
NP EN 1991-1-2:2010
NP EN 1991-1-2:2010/AC:2013
NP EN 1991-1-3:2009
NP EN 1991-1-3:2009/A1:2017
NP EN 1991-1-4:2010
NP EN 1991-1-4:2010/A1:2010
NP EN 1991-1-5:2009
NP EN 1991-1-6:2021
NP EN 1991-1-7:2021



PN-EN 1991-1-1:2004/NA:2010
PN-EN 1991-1-2:2006/NA:2010
PN-EN 1991-1-3:2005/NA:2010
PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010
PN-EN 1991-1-5:2005/NA:2010
PN-EN 1991-1-6:2007/NA:2010
PN-EN 1991-1-7:2008/NA:2010



SR EN 1991-1-1:2004/NA:2006
SR EN 1991-1-1:2004/AC:2009
SR EN 1991-1-2:2004/NA:2006
SR EN 1991-1-2:2004/AC:2013
SR EN 1991-1-3:2005/NA:2017
SR EN 1991-1-3:2005/AC:2009
SR EN 1991-1-3:2005/A1:2016
SR EN 1991-1-4:2006/NB:2017
SR EN 1991-1-4:2006/A1:2010
SR EN 1991-1-4:2006/AC:2010
SR EN 1991-1-5:2004/NA:2008
SR EN 1991-1-5:2004/AC:2009
SR EN 1991-1-6:2005/NB:2008
SR EN 1991-1-6:2005/AC:2013
SR EN 1991-1-7:2007/NB:2017
SR EN 1991-1-7:2007/A1:2015
SR EN 1991-1-7:2007/AC:2010



STN EN 1991-1-1/NA:2004
STN EN 1991-1-2/NA:2007
STN EN 1991-1-3/NA:2004
STN EN 1991-1-3/NA/Z1:2010
STN EN 1991-1-4/NA:2008
STN EN 1991-1-4/NA/Z1:2010
STN EN 1991-1-5/NA:2008
STN EN 1991-1-6/NA:2008
STN EN 1991-1-6/NA/Z1:2010
STN EN 1991-1-7/NA:2008



BS EN 1991-1-1:2002
BS EN 1991-1-2:2002
BS EN 1991-1-3:2003+A1:2015
BS EN 1991-1-4:2005+A1:2010
BS EN 1991-1-5:2003
BS EN 1991-1-6:2005
BS EN 1991-1-7:2006+A1:2014



UNE-EN 1991-1-1:2019
UNE-EN 1991-1-2:2019
UNE-EN 1991-1-3:2018
UNE-EN 1991-1-4:2018
UNE-EN 1991-1-5:2018
UNE-EN 1991-1-6:2018
UNE-EN 1991-1-7:2018



NTC 2018



SIA 261:2020
SIA 261-C1:2023

3.3.7.3. Progettazione di strutture in cemento armato EN 1992



EN 1992-1-1:2004
EN 1992-1-1:2004/AC:2008
EN 1992-1-1:2004/AC:2010
EN 1992-1-1:2004/A1:2014
EN 1992-1-2:2004
EN 1992-1-2:2004/AC:2008
EN 1992-1-2:2004/A1:2019
EN 1992-2:2005



ÖNORM EN 1992-1-1:2015
ÖNORM B 1992-1-1:2018
ÖNORM EN 1992-1-2:2019
ÖNORM B 1992-1-2:2011
ÖNORM EN 1992-2:2012
ÖNORM B 1992-2: 2019



NBN EN 1992-1-1:2005
NBN EN 1992-1-1 ANB:2010
NBN EN 1992-1-1/A1:2015
NBN EN 1992-1-2:2005
NBN EN 1992-1-2:2004/A1:2019
NBN EN 1992-1-2 ANB:2021
NBN EN 1992-2:2005
NBN EN 1992-2 ANB:2014



ČSN EN 1992-1-1-ed.2 (731201)
ČSN EN 1992-1-1:2006/NA-ed.A (731201)
ČSN EN 1992-1-2 (731201)
ČSN EN 1992-1-2:2006/NA-ed.A (731201)
ČSN EN 1992-2 (736208)
ČSN EN 1992-2:2007/NA-ed.A (736208)



DIN EN 1992-1-1 : 2011-01
DIN EN 1992-1-1/A1 : 2015-03
DIN EN 1992-1-1/NA : 2013-04
DIN EN 1992-1-1/NA/A1 : 2015-12
DIN EN 1992-1-2 : 2010-12
DIN EN 1992-1-2/A1 : 2019-11
DIN EN 1992-1-2/NA : 2010-12
DIN EN 1992-1-2/NA/A1 : 2015-09
DIN EN 1992-1-2/NA/A2 : 2021-04
DIN EN 1992-2 : 2010-12
DIN EN 1992-2/NA : 2013-04



DS/EN 1992-1-1 DK/NA:2021
DS/EN 1992-1-2 DK/NA:2011
DS/EN 1992-2 DK/NA:2015



SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC
SFS-EN 1992-1-2 + AC
SFS-EN 1992-2 + AC



ΕΛΟΤ EN 1992-1-1:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1992-1-2:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1992-2:2006/NA:2010



MSZ EN 1992-1-1:2010
MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016
MSZ EN 1992-1-2:2013
MSZ EN 1992-1-2:2004/A1:2019
MSZ EN 1992-2:2009



LVS EN 1992-1-1+AC:2014 L
LVS EN 1992-1-1+AC:2014/A1:2016
LVS EN 1992-1-1:2005/NA:2020
LVS EN 1992-1-2+AC:2014
LVS EN 1992-1-2:2007/A1:2020
LVS EN 1992-1-2:2005 A /NA:2014
LVS EN 1992-2:2008 L
LVS EN 1992-2:2008/AC:2013 L
LVS EN 1992-2:2006 /NA:2009



NEN-EN 1992-1-1+C2:2011
NEN-EN 1992-1-1:2005+C2:2011/A1:2015
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/NB
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/C11:2017
NEN-EN 1992-2+C1:2011
NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016



NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021
NS-EN 1992-1-2:2004+AC:2008+NA:2010
NS-EN 1992-2:2005+NA:2010



NP EN 1992-1-1:2010
NP EN 1992-1-1:2010/A1:2019
NP EN 1992-1-1:2010/AC:2012
NP EN 1992-1-2:2010
NP EN 1992-1-2:2010/A1:2019
NP EN 1992-2:2018



PN-EN 1992-1-1:2008/NA:2018
PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016
PN-EN 1992-1-2:2008/NA:2010
PN-EN 1992-1-2:2008/A1:2019-07
PN-EN 1992-2:2010/NA:2022-11



SR EN 1992-1-1:2004/NB:2008
SR EN 1992-1-1:2004/NB:2008/A91:2009
SR EN 1992-1-1:2004/AC:2012
SR EN 1992-1-1:2004/A1:2015
SR EN 1992-1-2:2006/NA:2009
SR EN 1992-1-2:2006/A1:2019
SR EN 1992-1-2:2006/AC:2008
SR EN 1992-2:2006/NA:2009
SR EN 1992-2:2006/AC:2008



STN EN 1992-1-1/NA:2008
STN EN 1992-1-2/NA:2008
STN EN 1992-2/NA:2008



BS EN 1992-1-1:2004+A1:2014
BS EN 1992-1-2:2004+A1:2019
BS EN 1992-2:2005



UNE-EN 1992-1-1:2013
UNE-EN 1992-1-1:2013/A1:2015
UNE-EN 1992-1-2:2011
UNE-EN 1992-1-2:2011/A1:2021
UNE-EN 1992-2:2013



NTC 2018



SIA 262:2013
SIA 262-C1:2017

3.3.7.4. Progettazione di strutture in acciaio EN 1993



EN 1993-1-1:2005
EN 1993-1-2:2005
EN 1993-1-2:2005/AC:2009
EN 1993-1-3:2006
EN 1993-1-3:2006/AC:2009
EN 1993-1-5:2006
EN 1993-1-5:2006/AC:2009
EN 1993-1-5:2006/A1:2017
EN 1993-1-5:2006/A2:2019
EN 1993-1-8:2005
EN 1993-1-8:2005/AC:2009
EN 1993-1-9:2005
EN 1993-1-9:2005/AC:2009
EN 1993-1-10:2005
EN 1993-1-10:2005/AC:2009



ÖNORM EN 1993-1-1:2014
ÖNORM B 1993-1-1:2017
ÖNORM EN 1993-1-2:2012
ÖNORM B 1993-1-2:2022
ÖNORM EN 1993-1-3:2010
ÖNORM B 1993-1-3:2007
ÖNORM EN 1993-1-4:2021
ÖNORM B 1993-1-4:2007
ÖNORM EN 1993-1-5:2020
ÖNORM B 1993-1-5:2008
ÖNORM EN 1993-1-6:2017
ÖNORM B 1993-1-6:2008
ÖNORM EN 1993-1-7:2007
ÖNORM B 1993-1-7:2008
ÖNORM EN 1993-1-8:2012
ÖNORM B 1993-1-8:2015
ÖNORM EN 1993-1-9:2013
ÖNORM B 1993-1-9:2017
ÖNORM EN 1993-1-10:2010
ÖNORM B 1993-1-10:2006



NBN EN 1993-1-1:2005
NBN EN 1993-1-1/A1:2014
NBN EN 1993-1-1 ANB:2018
NBN EN 1993-1-2:2005
NBN EN 1993-1-2 ANB:2010
NBN EN 1993-1-3:2007
NBN EN 1993-1-3 ANB:2011
NBN EN 1993-1-5:2007
NBN EN 1993-1-5 ANB:2011
NBN EN 1993-1-5:2006/A1:2017
NBN EN 1993-1-5:2006/A2:2019
NBN EN 1993-1-8:2005
NBN EN 1993-1-8 ANB:2010
NBN EN 1993-1-9:2005
NBN EN 1993-1-9 ANB:2010
NBN EN 1993-1-10:2005
NBN EN 1993-1-10 ANB:2010



ČSN EN 1993-1-1-ed.2 (731401)
ČSN EN 1993-1-1:2006/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-2 (731401)
ČSN EN 1993-1-2:2006/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-3 (731401)
ČSN EN 1993-1-3:2008/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-5-ed.3 (731401)
ČSN EN 1993-1-5:2008/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-8-ed.2 (731401)
ČSN EN 1993-1-8:2006/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-9-ed.2 (731401)
ČSN EN 1993-1-9:2006/NA-ed.A (731401)
ČSN EN 1993-1-10-ed.2 (731401)
ČSN EN 1993-1-10:2006/NA-ed.A (731401)



DIN EN 1993-1-1 : 2010-12
DIN EN 1993-1-1/A1 : 2014-07
DIN EN 1993-1-1/NA : 2022-10
DIN EN 1993-1-2 : 2010-12
DIN EN 1993-1-2/NA : 2010-12
DIN EN 1993-1-3 : 2010-12
DIN EN 1993-1-3/NA : 2017-05
DIN EN 1993-1-4 : 2015-10
DIN EN 1993-1-4/A2 : 2021-02
DIN EN 1993-1-4/NA : 2020-11
DIN EN 1993-1-5 : 2020-07
DIN EN 1993-1-5/NA : 2018-11
DIN EN 1993-1-6 : 2017-07
DIN EN 1993-1-6/NA : 2021-06
DIN EN 1993-1-7 : 2010-12
DIN EN 1993-1-7/NA : 2010-12
DIN EN 1993-1-8 : 2010-12
DIN EN 1993-1-8/NA : 2020-11
DIN EN 1993-1-9 : 2010-12
DIN EN 1993-1-9/NA : 2010-12
DIN EN 1993-1-10 : 2010-12
DIN EN 1993-1-10/NA : 2016-04



DS/EN 1993-1-1 DK/NA:2019
DS/EN 1993-1-2 DK/NA:2007
DS/EN 1993-1-3 DK/NA:2019
DS/EN 1993-1-4 DK/NA:2019
DS/EN 1993-1-5 DK/NA:2007
DS/EN 1993-1-6 DK/NA:2021
DS/EN 1993-1-7 DK/NA:2007
DS/EN 1993-1-8 DK/NA:2019
DS/EN 1993-1-9 DK/NA:2007
DS/EN 1993-1-10 DK/NA:2019



SFS-EN 1993-1-1
SFS-EN 1993-1-1/A1
SFS-EN 1993-1-2
SFS-EN 1993-1-3 + AC
SFS-EN 1993-1-5:2006 + A1:2017
SFS-EN 1993-1-8
SFS-EN 1993-1-9
SFS-EN 1993-1-10



ΕΛΟΤ EN 1993-1-1:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-1:2005/A1:2014/NA:2017
ΕΛΟΤ EN 1993-1-2:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-3:2006/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-5:2006/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-8:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-9:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1993-1-10:2005/NA:2010



MSZ EN 1993-1-1:2009
MSZ EN 1993-1-1:2005/A1:2015
MSZ EN 1993-1-2:2013
MSZ EN 1993-1-3:2007
MSZ EN 1993-1-5:2012
MSZ EN 1993-1-5:2006/A1:2018
MSZ EN 1993-1-5:2006/A2:2019
MSZ EN 1993-1-8:2012
MSZ EN 1993-1-9:2011
MSZ EN 1993-1-10:2011



LVS EN 1993-1-1:2005/NA:2015
LVS EN 1993-1-2:2006 +AC L
LVS EN 1993-1-2:2006/AC:2016
LVS EN 1993-1-2:2005 A /NA:2013
LVS EN 1993-1-3+AC:2014 L
LVS EN 1993-1-3:2007 /NA:2014
LVS EN 1993-1-5+AC:2013 L
LVS EN 1993-1-5+AC:2013/A1:2019
LVS EN 1993-1-5:2007/A2:2019 L
LVS EN 1993-1-5:2007 /NA:2013
LVS EN 1993-1-8+AC:2015
LVS EN 1993-1-8:2006/AC:2016
LVS EN 1993-1-8:2005 /NA:2014
LVS EN 1993-1-9+AC:2012 L
LVS EN 1993-1-9:2005 /NA:2012
LVS EN 1993-1-10+AC:2012 L
LVS EN 1993-1-10:2005 A /NA:2012



NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016
NEN-EN 1993-1-1+C2/A1:2014
NEN-EN 1993-1-2+C2:2011/NB:2015
NEN-EN 1993-1-2+C2:2011
NEN-EN 1993-1-3:2006/NB:2011
NEN-EN 1993-1-3:2006
NEN-EN 1993-1-3:2006/C3:2009
NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011
NEN-EN 1993-1-5:2006+C1:2012
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/C11:2016
NEN-EN 1993-1-9+C2:2012
NEN-EN 1993-1-9:2006/NB:2011
NEN-EN 1993-1-10+C2:2011
NEN-EN 1993-1-10:2006/NB:2007
NEN-EN 1993-1-10+C2:2011/C11:2015



NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015
NS-EN 1993-1-2:2005+NA:2009
NS-EN 1993-1-3:2006+NA:2015
NS-EN 1993-1-5:2006+AC:2009+A2:2019+NA:2019
NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009
NS-EN 1993-1-9:2005+NA:2010
NS-EN 1993-1-10:2005+NA:2009



NP EN 1993-1-1:2010
NP EN 1993-1-1:2010/A1:2017
NP EN 1993-1-2:2010
NP EN 1993-1-5:2012
NP EN 1993-1-5:2012/A1:2019
NP EN 1993-1-5:2012/A2:2019
NP EN 1993-1-8:2010
NP EN 1993-1-9:2010
NP EN 1993-1-10:2010



PN-EN 1993-1-1:2006/NA:2010
PN-EN 1993-1-1:2006/A1:2014
PN-EN 1993-1-2:2007/NA:2010
PN-EN 1993-1-3:2008/NA:2010
PN-EN 1993-1-4:2007/NA:2010
PN-EN 1993-1-4:2007/Ap1:2010
PN-EN 1993-1-4:2007/A2:2021
PN-EN 1993-1-5:2008/NA:2010
PN-EN 1993-1-5:2008/A1:2017
PN-EN 1993-1-5:2008/A2:2019
PN-EN 1993-1-6:2009/NA:2010
PN-EN 1993-1-6:2009/Ap1:2010
PN-EN 1993-1-7:2008/NA:2010
PN-EN 1993-1-7:2008/Ap1:2010
PN-EN 1993-1-7:2008/AC:2009
PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011



SR EN 1993-1-1:2006/NA:2016
SR EN 1993-1-2:2006/NB:2008
SR EN 1993-1-2:2006/AC:2009
SR EN 1993-1-3:2007/NB:2008
SR EN 1993-1-3:2007/AC:2013
SR EN 1993-1-5:2007/NA:2008
SR EN 1993-1-5:2007/AC:2009
SR EN 1993-1-5:2007/A1:2018
SR EN 1993-1-5:2007/A2:2020
SR EN 1993-1-8:2006/NB:2008
SR EN 1993-1-8:2006/AC:2010
SR EN 1993-1-9:2006/NA:2008
SR EN 1993-1-9:2006/AC:2009
SR EN 1993-1-10:2006/NA:2008
SR EN 1993-1-10:2006/AC:2009



STN EN 1993-1-1/NA:2015
STN EN 1993-1-2/NA:2008
STN EN 1993-1-3/NA:2010
STN EN 1993-1-5/NA:2010
STN EN 1993-1-8/NA:2008
STN EN 1993-1-9/NA:2007
STN EN 1993-1-10/NA:2007



BS EN 1993-1-1:2005+A1:2014
BS EN 1993-1-2:2005
BS EN 1993-1-3:2006
BS EN 1993-1-5:2006+A2:2019
BS EN 1993-1-8:2005
BS EN 1993-1-9:2005
BS EN 1993-1-10:2005



UNE-EN 1993-1-1:2013
UNE-EN 1993-1-1:2013/A1:2014
UNE-EN 1993-1-2:2016
UNE-EN 1993-1-3:2012
UNE-EN 1993-1-4:2012
UNE-EN 1993-1-5:2013
UNE-EN 1993-1-5:2013/A1:2019
UNE-EN 1993-1-5:2013/A2:2020
UNE-EN 1993-1-6:2013
UNE-EN 1993-1-7:2013
UNE-EN 1993-1-8.2013
UNE-EN 1993-1-9:2013
UNE-EN 1993-1-10:2013



NTC 2018



SIA 263:2013
SIA 263-C2:2016
SIA 263-C3:2022

3.3.7.5. **Progettazione di strutture composite EN 1994**



EN 1994-1-1:2004
EN 1994-1-1:2004/AC:2009



ÖNORM EN 1994-1-1:2009
ÖNORM B 1994-1-1:2007


NBN EN 1994-1-1:2005
NBN EN 1994-1-1 ANB:2010


ČSN EN 1994-1-1-ed.2 (731470)
ČSN EN 1994-1-1:2006/NA-ed.A (731470)


DIN EN 1994-1-1 : 2010-12
DIN EN 1994-1-1/NA : 2010-12


DS/EN 1994-1-1 DK/NA:2019


SFS-EN 1994-1-1 + AC


ΕΛΟΤ EN 1994-1-1:2005/NA:2010


MSZ EN 1994-1-1:2010


LVS EN 1994-1-1+AC:2015
LVS EN 1994-1-1:2005/NA:2015


NEN-EN 1994-1-1+C1:2011
NEN-EN 1994-1-1+C1:2011/NB:2012


NS-EN 1994-1-1:2004+NA:2009


NP EN 1994-1-1:2011


PN-EN 1994-1-1:2008/NA:2010
PN-EN 1994-1-1:2008/AC:2009


SR EN 1994-1-1:2004/NB:2008
SR EN 1994-1-1:2004/AC:2009


STN EN 1994-1-1/NA


BS EN 1994-1-1:2004


UNE-EN 1994-1-1:2013


NTC 2018


SIA 264:2014

3.3.7.6. **Progettazione di strutture in legno EN 1995**


EN 1995-1-1:2004
EN 1995-1-1:2004/AC:2006
EN 1995-1-1:2004/A1:2008
EN 1995-1-1:2004/A2:2014
EN 1995-1-2:2004
EN 1995-1-2:2004/AC:2009


ÖNORM EN 1995-1-1:2019
ÖNORM B 1995-1-1:2023
ÖNORM EN 1995-1-2:2011
ÖNORM B 1995-1-2:2011



NBN EN 1995-1-1:2005
NBN EN 1995-1-1/A1:2008
NBN EN 1995-1-1/A2:2014
NBN EN 1995-1-1 ANB:2012
NBN EN 1995-1-2:2005
NBN EN 1995-1-2 ANB:2012



ČSN EN 1995-1-1 (731701)
ČSN EN 1995-1-1:2006/NA-ed.A (731701)
ČSN EN 1995-1-2 (731701)
ČSN EN 1995-1-2:2006/NA-ed.A (731701)



DIN EN 1995-1-1 : 2010-12
DIN EN 1995-1-1/A2 : 2014-07
DIN EN 1995-1-1/NA : 2013-08
DIN EN 1995-1-2 : 2010-12
DIN EN 1995-1-2/NA : 2010-12



DS/EN 1995-1-1 DK/NA:2019
DS/EN 1995-1-2 DK/NA:2007



SFS-EN 1995-1-1 + A1 + A2 + AC
SFS-EN 1995-1-2 + AC



ΕΛΟΤ EN 1995-1-1:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1995-1-2:2005/NA:2010



MSZ EN 1995-1-1:2010
MSZ EN 1995-1-1:2004/A2:2015
MSZ EN 1995-1-2:2013



LVS EN 1995-1-1+A1+A2+AC:2014
LVS EN 1995-1-1:2005 /NA:2012
LVS EN 1995-1-2+AC:2007 L
LVS EN 1995-1-2+AC:2007/AC:2016
LVS EN 1995-1-2:2005 /NA:2009



NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/C1:2012
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1/A2:2014
NEN-EN 1995-1-2:2005/NB:2011
NEN-EN 1995-1-2+C2:2011



NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010
NS-EN 1995-1-2:2004+NA:2010



NP EN 1995-1-1:2022
NP EN 1995-1-2:2022



PN-EN 1995-1-1:2010/NA:2010
PN-EN 1995-1-2:2008/NA:2010



SR EN 1995-1-1:2004
SR EN 1995-1-1:2004/AC:2006
SR EN 1995-1-1:2004/A1:2008
SR EN 1995-1-1:2004/A2:2014
SR EN 1995-1-1:2004/NB:2008
SR EN 1995-1-2:2004
SR EN 1995-1-2:2004/AC:2009
SR EN 1995-1-2:2004/NB:2008


STN EN 1995-1-1/NA:2019
STN EN 1995-1-2/NA:2011


BS EN 1995-1-1:2004+A2:2014
BS EN 1995-1-2:2004


UNE-EN 1995-1-1:2016
UNE-EN 1995-1-2:2016


NTC 2018


SIA 265: 2021

3.3.7.7. **Progettazione di strutture in muratura EN 1996**


EN 1996-1-1:2005


ÖNORM EN 1996-1-1:2013
ÖNORM B 1996-1-1:2016


NBN EN 1996-1-1+A1:2013
NBN EN 1996-1-1+A1 ANB:2016


ČSN EN 1996-1-1 (731101)
ČSN EN 1996-1-1+A1:2013/NA-ed.A (731101)
ČSN EN 1996-1-1+A1:2013/NA-ed.A/Z1-NA (731101)


DIN EN 1996-1-1:2013
DIN EN 1996-1-1/NA:2019


DS/EN 1996-1-1 DK/NA:2019


SFS-EN 1996-1-1 + A1


ΕΛΟΤ EN 1996-1-1:2006/NA:2010


MSZ EN 1996-1-1:2005+A1:2013


LVS EN 1996-1-1:2023


NEN-EN 1996-1-1:2006+A1:2013
NEN-EN 1996-1-1:2006+A1:2013/NB:2018


NS-EN 1996-1-1:2005+A1:2012+NA:2013


NP EN 1996-1-1:2005+A1:2015


PN-EN 1996-1-1:2013+A1:2013/NA:2014


SR EN 1996-1-1:2006
SR EN 1996-1-1:2006/AC:2010
SR EN 1996-1-1:2006/NB:2008


STN EN 1996-1-1+A1/NA1:2013


BS EN 1996-1-1:2005+A1:2012


UNE-EN 1996-1-1:2011/A1:2013


NTC 2018


SIA266:2015

3.3.7.8. Progettazione geotecnica EN 1997


EN 1997-1:2004


ÖNORM EN 1997-1:2014
ÖNORM B 1997-1-1
ÖNORM B 1997-1-2
ÖNORM B 1997-1-3


NBN EN 1997-1:2005
NBN EN 1997-1/A1:2014
NBN EN 1997-1 ANB:2022


ČSN EN 1997-1 (731000)
ČSN EN 1997-1:2006/NA-ed.A (731000)


DIN EN 1997-1:2014
DIN EN 1997-1/NA:2010


DS/EN 1997-1 DK/NA:2021


SFS-EN 1997-1 + A1 + AC


ΕΛΟΤ EN 1997-1:2005/NA:2010


MSZ EN 1997-1:2006
MSZ EN 1997-1:2004/A1:2015


LVS EN 1997-1+AC:2009


NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016
NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB:2019


NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020


NP EN 1997-1:2010
NP EN 1997-1:2010/A1:2016
NP EN 1997-1:2010/A1:2016/Errata1:2019


PN-EN 1997-1:2008/NA:2011


SR EN 1997-1-1:2004
SR EN 1997-1-1:2004/A1:2014
SR EN 1997-1-1:2004/AC:2009
SR EN 1997-1-1:2004/NB:2016


STN EN 1997-1/NA:2010
STN EN 1997-1/A1:2014


BS EN 1997-1:2004+A1:2013


UNE-EN 1997-1:2016


NTC 2018


SIA 267:2013
SIA 267-C1:2016
SIA 267-C2:2018

3.3.7.9. **Progettazione sismica EN 1998**



EN 1998-1:2004/A1:2013
EN 1998-3:2005
EN 1998-3:2005/AC:2013
EN 1998-5:2004



ÖNORM EN 1998-1:2013
ÖNORM B 1998-1:2017
ÖNORM EN 1998-3:2013
ÖNORM B 1998-3:2018
ÖNORM EN 1998-5:2005
ÖNORM B 1998-5:2005



NBN EN 1998-1:2005
NBN EN 1998-1 ANB:2011
NBN EN 1998-1/A1:2013NBN EN 1998-3:2005
NBN EN 1998-3:2005
NBN EN 1998-3/AC:2013
NBN EN 1998-3 ANB:2011
NBN EN 1998-5:2005
NBN EN 1998-5 ANB:2011



ČSN EN 1998-1-ed.2 (730036)
ČSN EN 1998-1:2006/NA-ed.A (730036)
ČSN EN 1998-3-ed.2 (730036)
ČSN EN 1998-3:2007/NA-ed.A (730036)
ČSN EN 1998-5 (730036)
ČSN EN 1998-5:2006/NA-ed.A (730036)



DIN EN 1998-1/NA:2021-07



DS/EN 1998-1 DK/NA:2020



SFS-EN 1998-1
SFS-EN 1998-1/A1
SFS-EN 1998-1/AC
SFS-EN 1998-3
SFS-EN 1998-3/AC
SFS-EN 1998-5



ΕΛΟΤ EN 1998-1:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005/NA:2010
ΕΛΟΤ EN 1998-5:2005/NA:2010



MSZ EN 1998-1:2008
MSZ EN 1998-1:2004/A1:2013
MSZ EN 1998-3:2011
MSZ EN 1998-5:2009



LVS EN 1998-1:2005/NA:2015



NPR 9998:2018
NPR 9998+C1:2020/A1:2020



NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021
NS-EN 1998-3:2005+NA:2013
NS-EN 1998-5:2004+NA:2014



NP EN 1998-1:2010
NP EN 1998-1:2010/A1:2013
NP EN 1998-1:2010/Errata1:2022
NP EN 1998-3:2017
NP EN 1998-5:2010

PN-EN 1998-1:2005/A1:2014
PN-EN 1998-3:2005/AC:2014
PN-EN 1998-5:2005

P100-1-2013

STN EN 1998-1/NA/Z1:2012
STN EN 1998-3/NA:2009
STN EN 1998-5/NA:2010

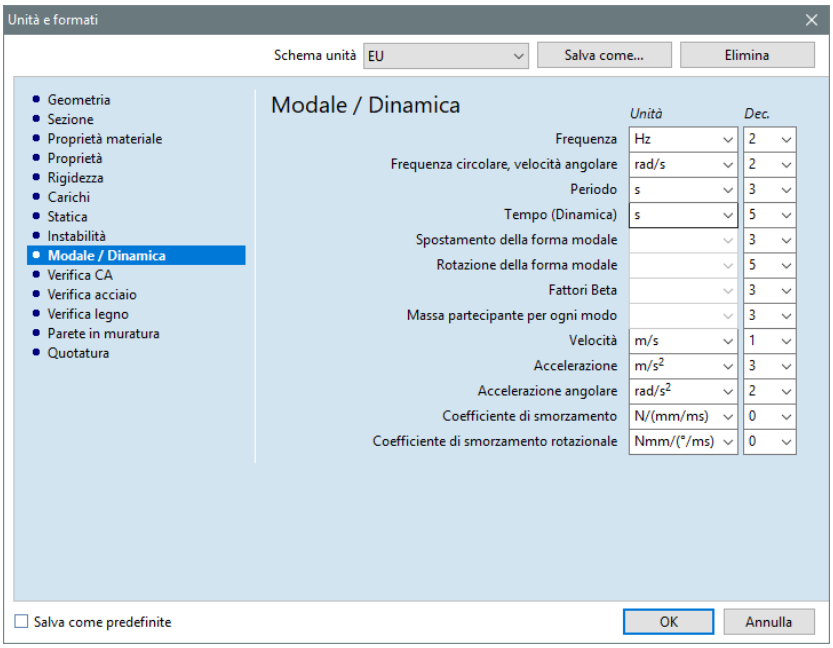
BS EN 1998-1:2004+A1:2013
BS EN 1998-3:2005
BS EN 1998-5:2004

UNE-EN 1998-1:2018
UNE-EN 1998-3:2018
UNE-EN 1998-5:2018

NTC 2018

SIA 261:2020

3.3.8. Unità e formati



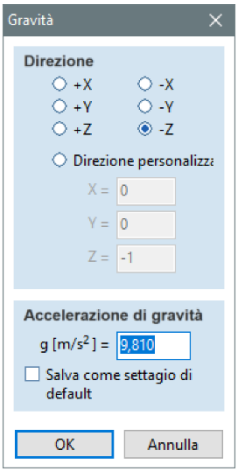
Permette di configura le unità (SI e/o anglosassoni) e i formati delle variabili usati in tutto il programma (numero di decimali usati per la visualizzazione o formato esponenziale). Si possono usare impostazioni predefinite come il SI, o creare e salvare le proprie impostazioni personalizzate.

Memorizzazione impostazioni dell'unità

Il software memorizza le unità definite e le impostazioni dei formati nel file di dati Axunits.ini che può essere trovato nella cartella *c:\Users\'username'\AppData\Roaming\AXISVM\16*.

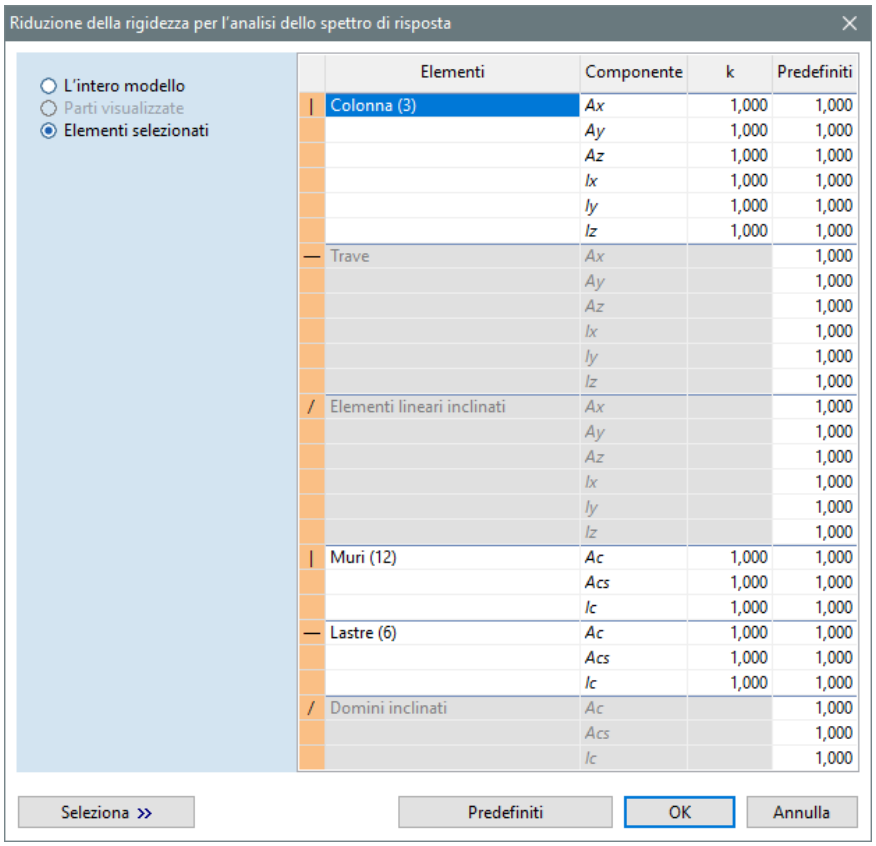
3.3.9. Gravità

Consente di impostare la costante di accelerazione gravitazionale e la direzione di gravitazione secondo una delle direzioni coordinate globali.
Se è selezionata la *Direzione personalizzata* devono essere specificati i componenti X, Y, Z del vettore di direzione rispetto al sistema di coordinate globali.
Se è selezionato *Salva come impostazione predefinita*, ogni nuovo modello sara impostato con il valore di accelerazione gravitazionale inserito.



3.3.10. Riduzione della rigidezza

L'analisi sismica sulla base dell'analisi dello spettro di risposta secondo l'Eurocodice permette di utilizzare i fattori di riduzione della rigidezza (k) sulla base dei tipi di elementi architettonici (colonne, travi, muri, solette, altri elementi) (k). Questi fattori di riduzione possono essere definiti per singoli elementi strutturali in modo indipendente in base al loro tipo di elemento architettonico (colonna, trave, muro, solaio, altro elemento).
I pulsanti di opzione sulla sinistra consentono di scegliere l'intervallo di definizione (*Modello intero / Parti visualizzate / Elementi selezionati*). I fattori di riduzione per questi elementi sono elencati e possono essere modificati nella tabella. Se elementi dello stesso tipo hanno fattori di riduzione diversi, a * viene visualizzato nella rispettiva cella. La sua modifica assegnerà un valore comune per l'intervallo specificato degli elementi.



Elementi lineari

k(Ax)	Fattore di riduzione per *Ax* della sezione trasversale.
k(Ay)	Fattore di riduzione per *Ay* della sezione trasversale.
k(Az)	Fattore di riduzione per *Az* della sezione trasversale.
k(Ix)	Fattore di riduzione per *Ix* della sezione trasversale.
k(Iy)	Fattore di riduzione per *Iy* della sezione trasversale.
k(Iz)	Fattore di riduzione per *Iz* della sezione trasversale.

Domini

k(Ac)	Fattore di riduzione per l'area della sezione trasversale
k(Acs)	Fattore di riduzione per l'area della sezione trasversale a taglio
k(Ic)	Fattore di riduzione per l'inerzia di flessione della sezione trasversale

Raccogliere

Fare clic sul pulsante *Raccogliere* quindi fare clic su un elemento per copiare i suoi valori *k* sulle rispettive righe della tabella in base al tipo di architettura dell'elemento.

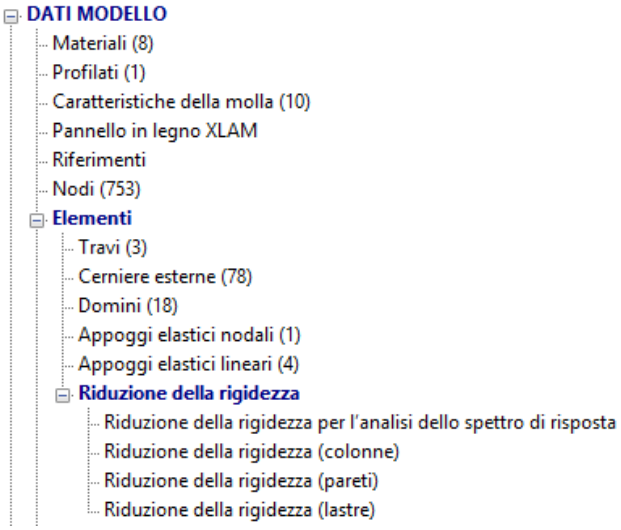
Predefinito

Nell'ultima colonna vengono visualizzati i valori di riduzione della rigidezza predefiniti per ciascun tipo di elemento (questi valori sono anche modificabili). Se vengono definiti nuovi elementi, verranno assegnati automaticamente a questi valori predefiniti. Fare clic sul pulsante *Predefinito* in basso per impostare tutti i valori *k* come predefiniti.

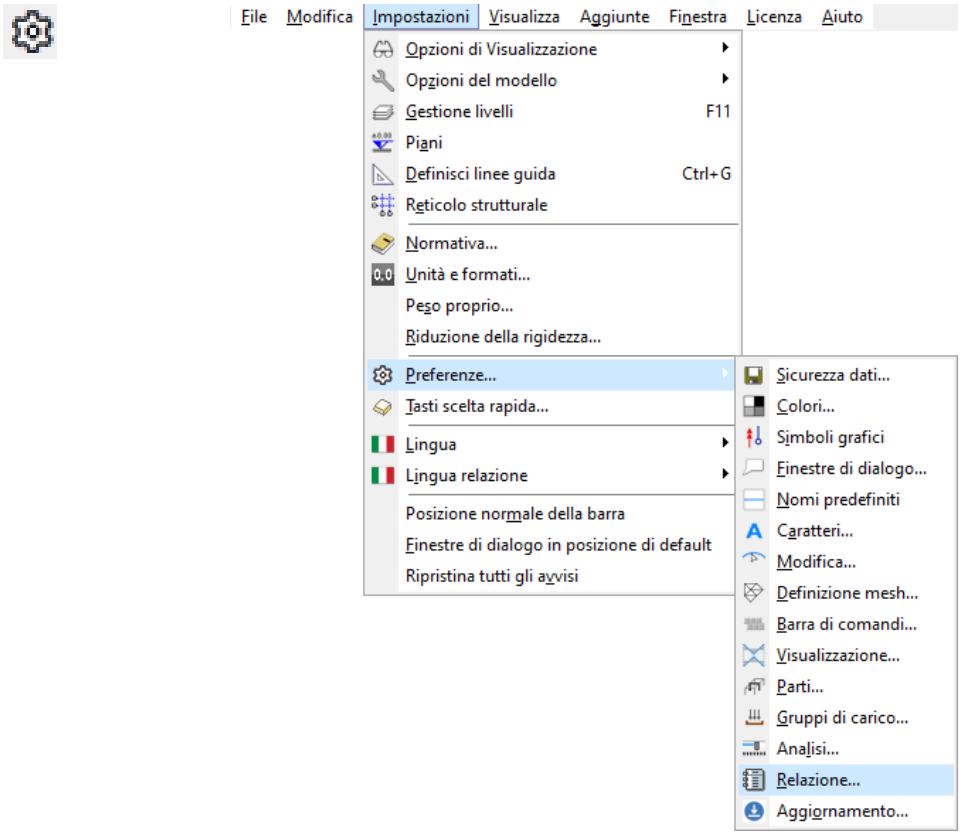
La riduzione della rigidezza è opzionale in un'analisi dinamica modale (*5.2 Modale*).
Se l'analisi delle vibrazioni è stata eseguita con la riduzione delle rigidezze e l'analisi dello spettro di risposta utilizza queste forme modali, AXISVM esegue due analisi lineari: una senza rigidezza ridotta e una con rigidezza ridotta. In situazioni di progettazione sismica (nei casi di carico sismico o nelle combinazioni che includono casi di carico sismico) verranno visualizzati i risultati ottenuti con rigidezza ridotta, in altre situazioni verranno utilizzati i risultati senza riduzione della rigidezza (*4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*).

Segnalazione della riduzione della rigidezza

I valori di riduzione della rigidezza sono disponibili nella Sfoglia tabella (***vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*) nelle tabelle all'interno della cartella *DATI MODELLO / Elementi / Riduzione rigidezza*.
La riduzione della rigidezza per l'analisi dello spettro di risposta contiene la tabella sopra. Altre tabelle elencano i valori di riduzione della rigidezza per elementi.

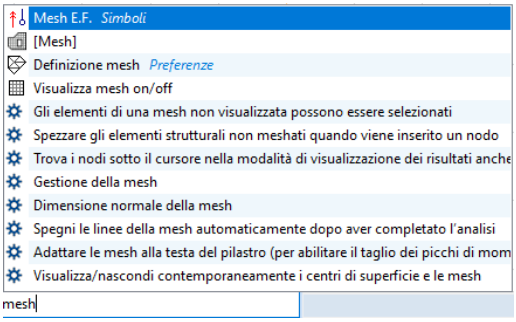


3.3.11. Preferenze

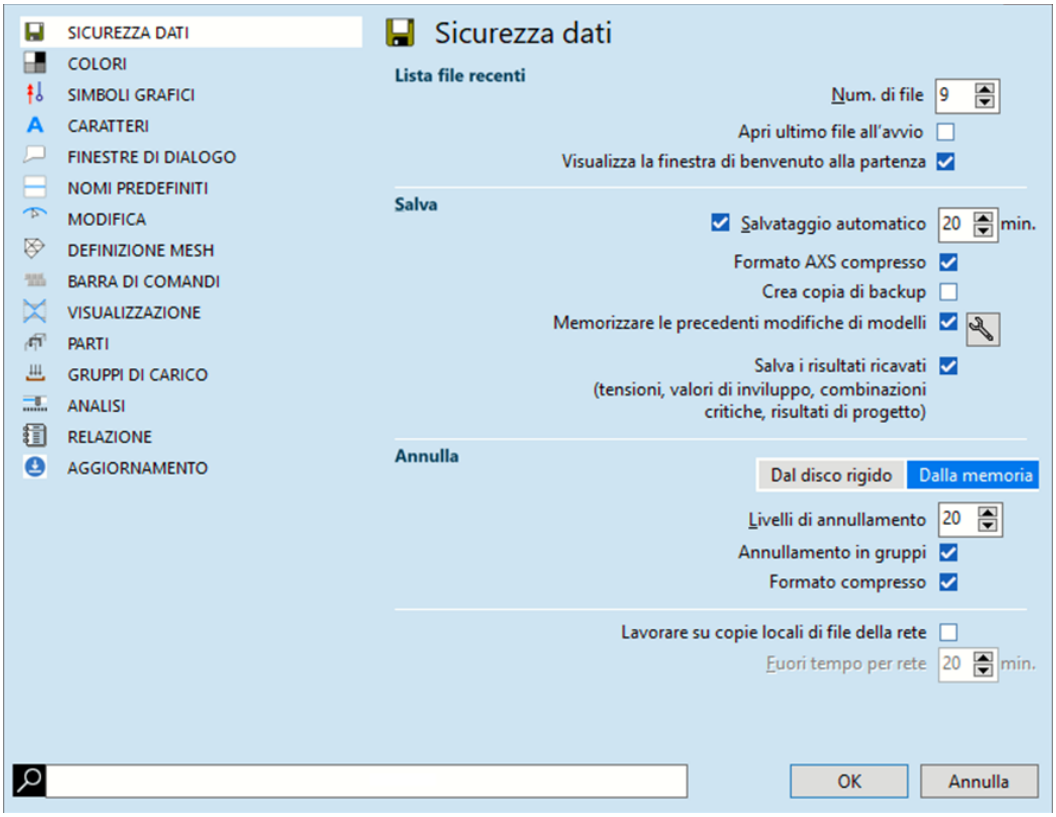


Cerca

Le impostazioni possono essere trovate più facilmente usando il campo di ricerca in basso a sinistra della finestra di dialogo.
Funziona come la linea di comando intelligente (***vedere...*** *2.17 Smart command line*), dove appaiono anche queste corrispondenze.



3.3.11.1. Sicurezza dati



Lista file recenti

Imposta il numero file di modello aperti recentemente elencati al fondo del menù File, e stabilisce, se desiderato, l'apertura automatica all'avvio dell'ultimo file aperto.
La finestra di benvenuto (***Vedere...*** *2.2 Protezione e installazione*) è presentata al lancio del programma se è attiva l'opzione *Visualizza la finestra di benvenuto alla partenza*.

Salvataggio

Salvataggio Automatico

Per essere sicuri di non perdere il lavoro, selezionare la cella Salvataggio Automatico. Nella casella Minuti inserire l'intervallo dopo il quale si vuole salvare automaticamente il modello (1-99 minuti). Bisogna comunque salvare il modello all'uscita dal programma. Un modello salvato automaticamante viene memorizzato in uno speciale formato (temporaneamente nel file autosave.avm) finchè si lancia un comando di salvataggio. Quando si deve riavviare Axis VM dopo una caduta di tensione o qualunque altro problema accaduto prima di poter salvare il lavoro, Axis VM può recuperare il modello dal file temporaneo.
Un modello salvato automaticamente è archiviato nella cartella temporanea del sistema operativo (di norma è *C: \ Documents and Settings \ username \ Local Settings \ Temp) come ~modelname.avm* finché non è richiesto il comando di salvataggio. Quando AXISVM è rilanciato dopo una mancanza di corrente elettrica o per qualsiasi altra causa e non è stato salvato il modello, viene ripreso il file temporaneo memorizzato nella cartella con il nome *modelname.avm*.

Formato compresso AXS

Se questa casella è selezionata il file del modello AXS verrà salvato in un formato compresso. La dimensione media del file compresso è di circa il 10% del file originale. Più grande è il file del modello più efficiente risulta la compressione. I file dei risultati (* .AXE) non vengono compressi.

Crea copia di Backup

Se questa casella di controllo è attiva viene salvato un modello dopo avere fatto cambiamenti creando automaticamente una copia di riserva dello stato precedente. Il nome del file di riserva è NomeModello.~AX.

Conservare le revisioni precedenti del modello

Se questa opzione è selezionata, le revisioni successive del modello vengono salvate.



Clicca sull'icona per aprire la finestra di dialogo Impostazioni
Vedere... *3.1.2 Revisioni precedenti...*

Salva i risultati ricavati

Se questa casella è attiva, saranno salvati i dati relativi a tensioni, inviluppo, combinazioni critiche ed i risultati della progettazione.

Annulla

Annula Livelli

Le ultime azione possono essere annullate. Specificando il numero di livelli (tra 1 e 99) si stabilisce il numero massimo di azioni consecutive che si possono annullare.

Annulla Gruppo

L'opzione Annulla Gruppo permette di annullare gli effetti di azioni complesse in un singolo passo.

L'operazione annulla può essere salvata in *memoria* o sul *disco rigido*. Questa prima opzione è veloce, la seconda opzione attribuisce maggiore memoria al programma (importante per il calcolo di un grande modello)

Lavorare su copie locali dei file di rete

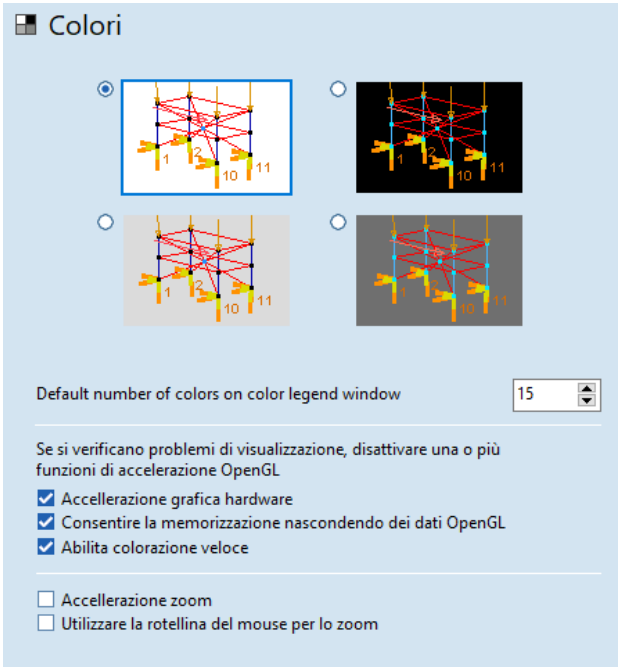
Se i modelli vengono aperti tramite una rete, la velocità di trasferimento dei dati può ridurre le prestazioni del AXISVM. Questo effetto può essere eliminato consentendo le copie locali dei file di rete. Durante l'analisi le copie locali verranno salvate nella cartella dei file temporanei - tranne quando questa cartella è impostata sulla cartella modello. In questo caso i file vengono salvati nella cartella predefinita per i file temporanei. I file originali saranno aggiornati ad ogni operazione di salvataggio.

Fuori tempo per rete (time out)

In caso di chiave di protezione hardware via rete, se si supera il periodo di time-out senza attività, la sessione corrente AXISVM è chiusa.

La disconnessione può anche avvenire quando si ottiene una chiamata telefonica e non si utilizza il programma per un tempo più lungo del supero tempo di rete (time-out). Se un altro utente richiede l'accesso alla chiave il server attiva la licenza al richiedente e quando si prova a continuare il proprio lavoro il programma mostra un messaggio di errore e arresta il programma.

3.3.11.2. **Colori**



Permette di selezionare il colore di sfondo dell'area grafica (nero, grigio scuro, grigio chiaro, o bianco). Etichette, numeri, simboli, e elementi cambieranno automaticamente il loro colore per rimanere visibili.

Numero di colori predefinito sulla finestra della legenda dei colori: consente di impostare il numero di colori visualizzati nella finestra della legenda dei colori (***vedere...*** *2.19.4 Finestra Legenda Colori*)

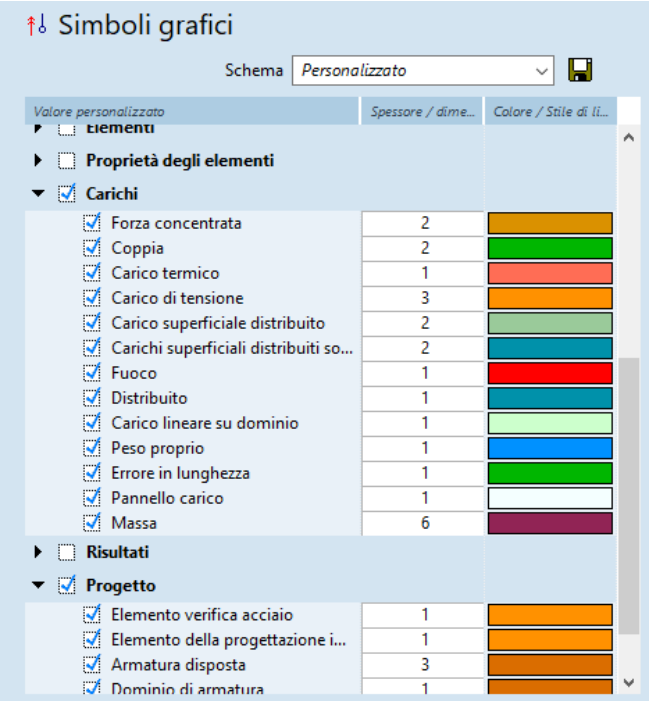
Impostazioni OpenGL

Attiva *l'accelerazione grafica Hardware*, *Consenti memorizzazione nella cache di dati OpenGL* e *Abilita colorazione veloce* per una rotazione più rapida e fluida del modello, se supportata dalla scheda video e dal driver. I risultati dipendono in gran parte dai dettagli di configurazione del sistema operativo, del driver e della scheda grafica, quindi a volte il voltaggio di tutte o alcune di queste impostazioni possono migliorare le prestazioni.

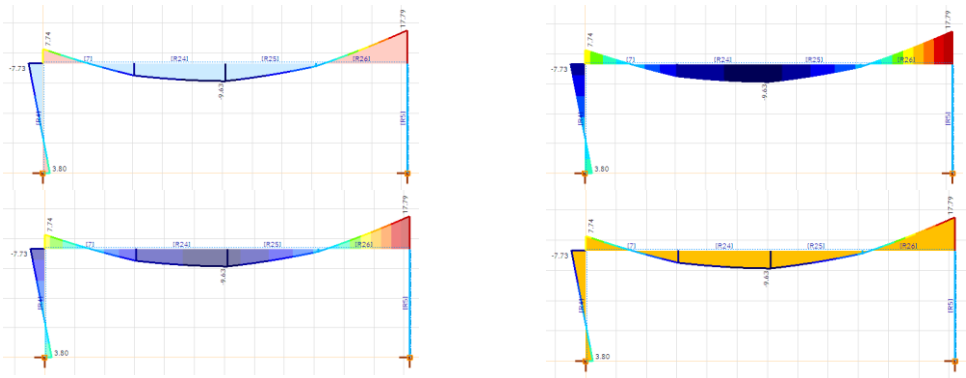
Se una di queste opzioni di accelerazione causa problemi (rallentamento software) occorre aggiornare il driver video o disattiva la funzione.

L'accelerazione Zoom nasconde le etichette e altri elementi non in scala durante lo zoom.
Utilizzare la rotellina del mouse per lo zoom : se deselezionata, la rotellina del mouse ha il comportamento predefinito: ruotando la rotellina verso l'alto si ingrandisce la vista, ruotando la rotellina verso il basso si riduce la vista. Se selezionato, queste funzioni saranno invertite.

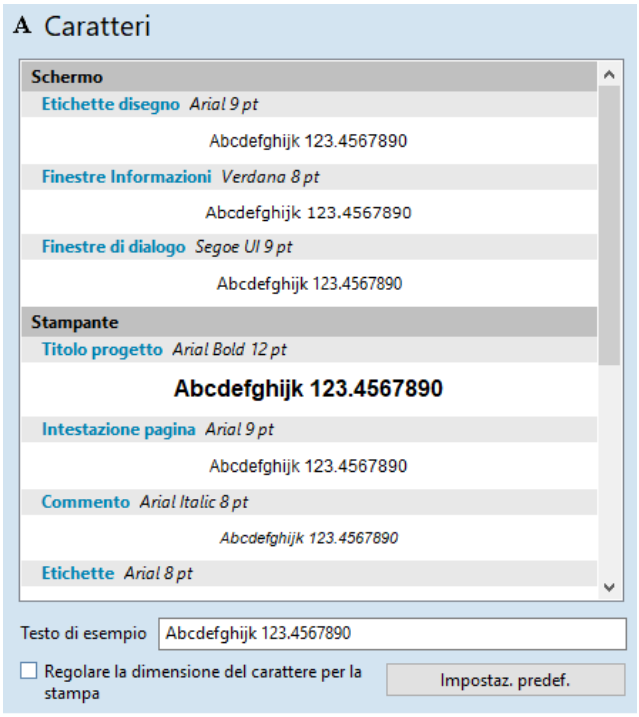
3.3.11.3. **Simboli grafici**



Il colore e lo spessore della linea dei simboli grafici, il colore e la dimensione delle etichette possono essere personalizzati. Il colore e lo spessore degli assi eccentrici delle travi e delle nervature possono essere impostati.
Se la casella di controllo nella colonna *Valore personalizzato* non viene selezionata il simbolo è impostato di default. Se invece è selezionata cliccare sul valore *Spessore / dimensioni* o sul rettangolo *Colore* per modificare i valori. Le nuove impostazioni possono essere salvate in uno schema cliccando sull'icona *Salva*. Gli schemi possono essere caricati selezionando dal menu a tendina.
Dalla versione X4 il colore e la larghezza di linea degli assi del sistema locale, dei diagrammi di risultato e le armature applicate possono essere modificati.



3.3.11.4. **Caratteri**



Questo elenco consente di cambiare i caratteri utilizzati sullo schermo e nell'output stampato. Per spostarsi nell'elenco è neccessario utilizzare i tasti del cursore o facendo clic sugli elementi. Fare doppio clic sulla linea selezionata o premere Invio per cambiare il carattere.
Per cambiare l'esemplare, modifica il testo dell'esemplare.
Fare clic con il tasto destro del mouse su un elemento per visualizzare il menu a tendina.

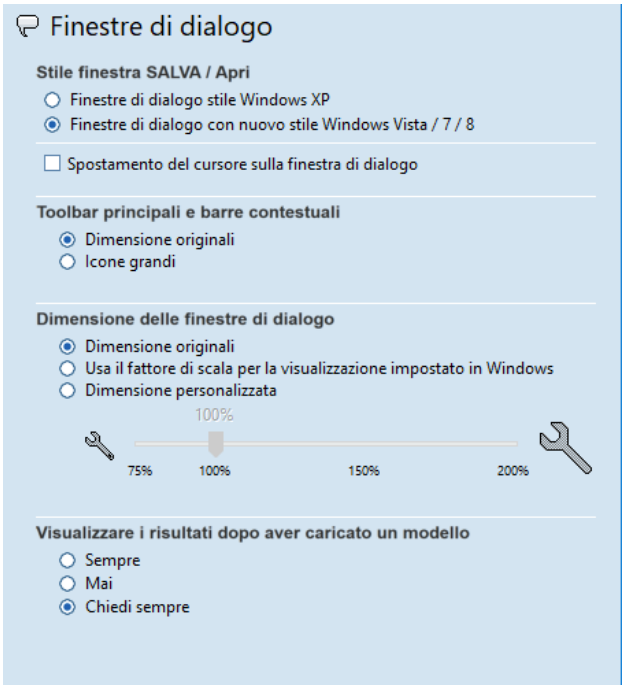
Modificare... :	cambiare il fonte del carattere.
Fonte predefinito:	ripristina il fonte selezionato al suo valore predefinito.

Fare clic su Impostazioni predefinite per ripristinare tutti i tipi di carattere ai loro valori predefiniti.

Schermo	*Etichette di disegno*	Carattere utilizzato per la numerazione e l'etichettatura sui disegni del modello. Le linee di quota e le caselle di testo hanno il loro font di carattere, ***vedere...*** *2.16.11 Linee, simboli ed etichette di dimensione*
	Finestre di informazione	Carattere utilizzato per le finestre di informazioni sullo schermo (finestra della legenda dei colori, finestra delle informazioni, finestra delle coordinate), ***vedere...*** *2.19 Finestre di informazione*
	Finestre di dialogo	Tipo di carattere utilizzato per le finestre di dialogo.
Stampante	*Titolo del progetto* *Intestazione di pagina* *Commento*	Caratteri utilizzati per l'intestazione della pagina stampata. ***vedere...*** *3.1.10 Intestazione pagina*
	Etichette	Carattere utilizzato per la numerazione e l'etichettatura sui disegni del modello stampato. Le linee di quota e le caselle di testo hanno il loro carattere.
	Finestre di informazione	Carattere utilizzato per le finestre di informazioni (finestra della legenda dei colori, finestra informativa) quando viene stampato sui disegni.
Relazione	*Titolo della tabella*	Carattere utilizzato per i titoli delle tabelle stampate.
	Riga di intestazione della tabella	Carattere utilizzato per la prima riga di (intestazione) delle tabelle.
	Righe di tabella	Carattere utilizzato per il resto della tabella.

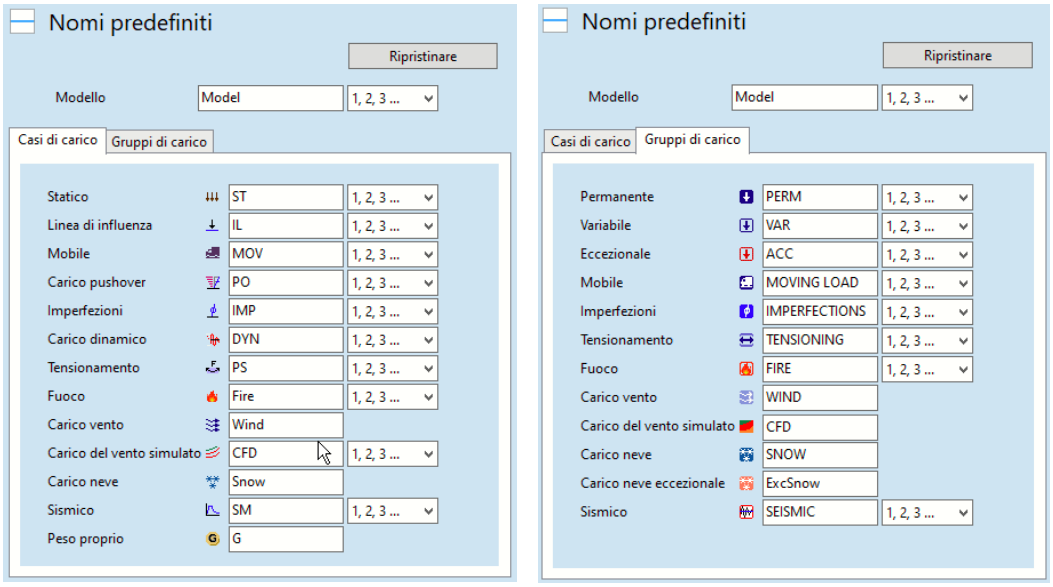
A causa della diversa risoluzione di schermo e stampante, il rapporto tra formato etichetta e disegno è differente nei due dispositivi, specialmente nel caso di caselle di testo. Selezionare / deselezionare *Regolare la dimensione del carattere per la stampa* durante la stampa se non siete soddisfatti del risultato.

3.3.11.5. **Finestre di dialogo**



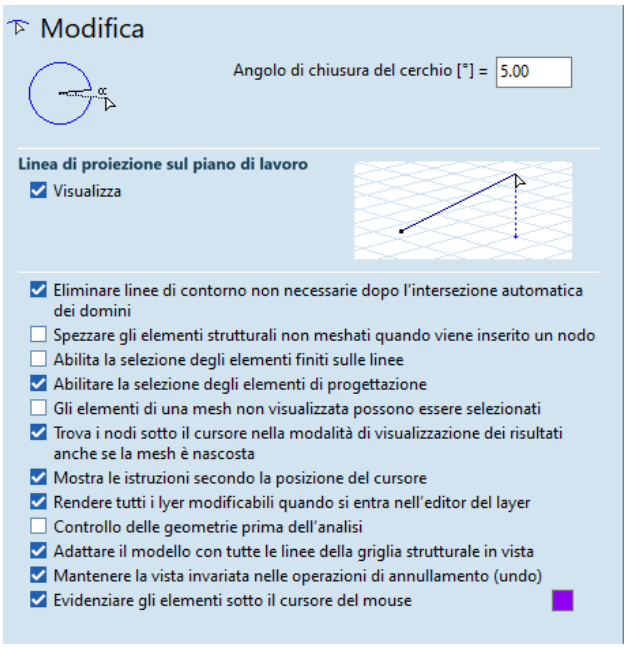
Se il sistema operativo è Vista o una versione successiva è possibile impostare lo Stile salva / Finestre di dialogo aperte utilizzate in AXISVM. In Windows XP solo la prima opzione è disponibile.
Se viene scelta la seconda opzione l'anteprima del file AXISVM richiede una registrazione con successo di una libreria di anteprima (questa DLL è parte del pacchetto AXISVM). L'installazione di AXISVM come amministratore automaticamente registra questa libreria. Senza l'account amministratore questa registrazione non rende disponibile la previsualizzazione . Il file di anteprima della libreria può essere registrato in seguito eseguendo!REGISTER_PreviewLib.BAT dalla cartella del programma AXISVM.
Sposta il puntatore del mouse automaticamente alle finestre di dialogo di windows posiziona il puntatore del mouse sul pulsante OK della finestra di dialogo. Alcuni driver del mouse forniscono questa funzionalità senza l'utilizzo di questa opzione in AXISVM.
Quando si lavora su monitor ad alta risoluzione si consiglia di ingrandire la barra degli strumenti, le palette, le finestre di dialogo e i cursori. Per i pulsanti della barra principale e le palette vengono proposti due formati. Scegliere *Icone grandi* se si desidera scalare anche la dimensione di alcuni cursori. La dimensione delle finestre di dialogo può esser scalata tra il 75 e il 200%. Possono essere applicate le impostazioni di Windows definite nel *Pannello di controllo / Schermo*.
L'apertura di modelli di grandi dimensioni con un grande file di risultati può rallentare notevolmente il caricamento. L'opzione *Risultati di visualizzazione dopo il caricamento del modello* controlla cosa succede quando è stato aperto un modello con dei risultati. I risultati verranno visualizzati *Sempre* / *Mai* / *Chiedi sempre* (viene visualizzata una finestra di dialogo per confermare la visualizzazione dei risultati).

3.3.11.6. **Nomi predefiniti**



Cambia *Modello* per cambiare il set di nomi predefinito per un nuovo modello. Seleziona lo stile del postfisso (1, 2, 3 ... o A, B, C, ...) aggiunto per generare un nome univoco.
I nomi predefiniti e gli stili postfisso di nuovi casi di carico o gruppi di carico possono essere modificati allo stesso modo.
Cliccando su *Ripristina* vengono reimpostati tutti i nomi e gli stili ai loro valori predefiniti.

3.3.11.7. **Modifica**



Angolo di chiusura del cerchio

Parametro per disegnare archi. Se l'angolo al centro dell'arco è più piccolo del questo angolo o è vicino a 360 ° sarà disegnato un cerchio intero.

Linea di proiezione sul piano di lavoro

La visualizzazione di linee di proiezione può essere accesa/spenta. Viene visualizzata la distanza del cursore dal piano di lavoro corrente.

Accende le parti logiche quando i modelli caricati provengono da una versione precedente.
Se questa opzione viene disattivata non saranno creati parti logiche per i vecchi modelli.

Include linee interne dei domini in parti di default
Se viene attivata questa opzione le linee interne dei domini verranno incluse in parti che contengono il dominio.

Spostamento automatico del puntatore del mouse sulla finestra di dialogo

Se questa opzione viene attivata il puntatore del mouse salta al pulsante OK della finestra di dialogo.

Gli elementi di una mesh non visualizzata possono essere selezionati.

Se la visualizzazione della mesh è disattivata questo campo controlla se i nodi / le linee / gli elementi di superficie nascosti possono essere selezionati o no. La visualizzazione della mesh disattivata, controlla anche se questi nodi/elementi vengano visualizzati in tabelle oppure no.

Eliminare linee di contorno non necessarie dopo l'intersezione automatica dei domini.

Controlla se le linee di contorno vengono cancellate automaticamente dopo l'intersezione dei domini. Se questa funzione è disattivata le linee di contorno diventano delle linee interne dell'unione del dominio.

Spezza gli elementi strutturali non meshati ogni volta che viene inserito un nodo

Per definizione AXISVM usa gli elementi strutturali. Questi sono elementi lineari costituiti da uno o più elementi finiti. Gli elementi non meshati contengono un solo elemento finito. Se un nuovo nodo viene inserito su un membro non meshato o la linea si divide l'elemento strutturale rimane inalterato ma conterrà più di un elemento finito. Cliccando su un elemento strutturale si selezionano tutti gli elementi finiti appartenenti al membro. Questo comportamento può essere modificato selezionando questa opzione. Poi i nuovi nodi inseriti nei elementi strutturali rompono il membro. Per spezzare gli elementi strutturali esistenti usare Modifica / Suddividi gli elementi strutturali.

Abilita la selezione di elementi finiti sulle linee

Se attivato, gli elementi finiti di un elemento strutturale possono essere selezionati individualmente. Altrimenti può essere selezionato solo l'intero elemento strutturale.

Abilita la selezione dei componenti di progetto

Se attivato, i membri del progetto possono essere selezionati al posto degi elementi strutturali. Gli elementi del progetto consistono in un gruppo di righe con gli stessi parametri di progetto gestiti come un'unica entità ai fini della progettazione in acciaio o in legno.

Si possono selezionare gli elementi di una mesh nascosta

Se la visualizzazione delle mesh è disattivata questo campo controlla se i nodi / linee / elementi superficiali nascosti possono essere selezionati o meno. Questo interruttore controlla anche se questi nodi e gli elementi vengono visualizzati nelle tabelle oppure no.

Trova i nodi sotto il cursore nella modalità di visualizzazione dei risultati anche se la mesh è nascosta

Poiché i risultati sono calcolati sui nodi della mesh, la verifica dei risultati può richiedere il passaggio del mouse sui nodi anche se la mesh è nascosta. Questo comportamento può essere controllato qui.

Visualizza istruzioni al passaggio del cursore

Controlla la visualizzazione di una piccola finestra di suggerimento al passaggio del cursore con le istruzioni per la fase successiva dell'attività corrente. Se non selezionata, i messaggi d'istruzione appaiono solo sulla linea di stato in basso.

Rende tutti i layer modificabili quando si entra nell'editor layer

Se attivato, tutti i layer bloccati verranno sbloccati quando si entra nell'editor layer di sfondo. ***Vedi...*** *2.16.12 Modifica dei layer di sfondo.* Altrimenti i layer bloccati devono essere sbloccati manualmente. ***Vedi...*** *3.3.3 Gestore dei livelli* e *2.18 Tasti Rapidi.*

Controllare la geometria prima di eseguire un'analisi.

Se attivato, un controllo geometrico viene eseguito automaticamente prima dell'analisi.
Vedi... *4.8.20 Controllo geometria e contorni del dominio*

Adattare il modello con le linee strutturali della griglia in vista

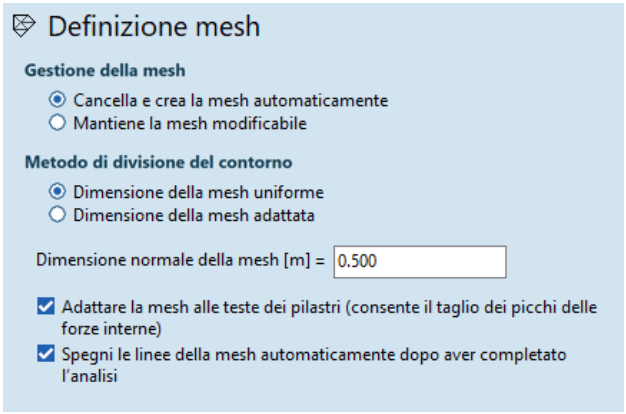
Se attivato e il modello viene ingrandito per adattarsi alla vista, le linee di 0griglia strutturali vengono considerate come ingombro da far rientrare nello zoom.

Adatta il modello alla griglia strutturale in vista
Se attivato e il modello viene ingrandito per adattarsi alla vista, le griglie strutturali sono anch'esse prese in considerazione per determinare il rapporto dello zoom.

Evidenziare gli elementi sotto il cursore del mouse

Gli elementi sotto il cursore del mouse saranno evidenziati (sia in wireframe che nella vista renderizzata). Fare clic su uno dei colori predefiniti per personalizzare il colore evidenziatore.

3.3.11.8. **Definizione mesh**



Gestione della mesh

Può essere scelto uno dei seguenti metodi di gestione delle mesh.

Cancella e Crea la mesh automaticamente
Qualsiasi modifica eseguita su un dominio cancella la sua mesh. Avviando l'analisi le maglie mancanti saranno ricreate sulla base dei parametri del dominio.

Mantiene la mesh modificabile
Le mesh possono essere editate manualmente

Metodo di divisione del contorno

Dimensione della mesh uniforme
Le mesh saranno generate secondo la dimensione dell'elemento definita dall'utente, indipendentemente dalla forma del dominio (numero minimo di elementi finiti).

Dimensione della mesh adattata
Prende in considerazione la forma del dominio e crea una mesh ottimale con densità crescente dove è necessario.

Dimensione normale della mesh

Definendo la prima volta i parametri di meshatura per un dominio, questi valori appariranno per default.

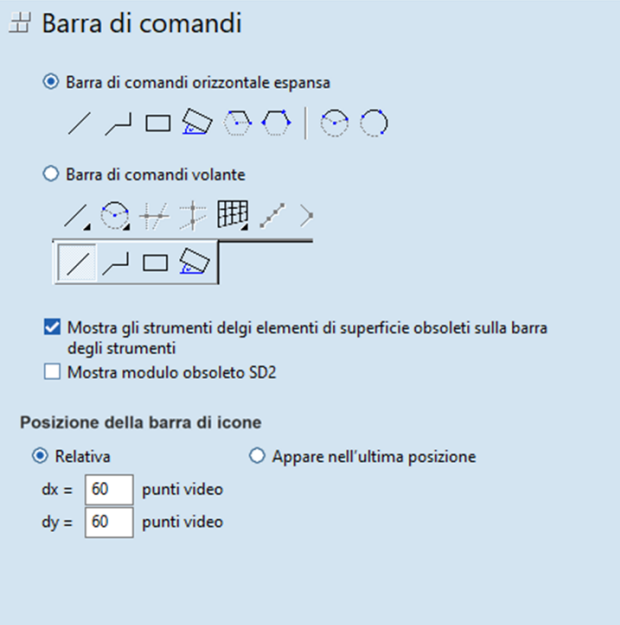
Regolare mesh alle teste delle colonne

Attivazione / disattivazione di questa opzione imposterà lo stato di default della finestra di dialogo Parametri mesh. ***Vedi...*** *4.12.1.2 Generazione della mesh sul dominio*

Nascondi linee delle mesh, dopo aver completato l'analisi

Selezionando *Nascondi linee delle mesh, dopo aver completato l'analisi* spegne automaticamente le linee delle mesh, dopo aver completato l'analisi.

3.3.11.9. **Barra dei comandi**



Barra di comandi

Scegliendo l'opzione *Barre dei comandi orizzontale espansa*, tutte l'icona appaiono in una riga. Le linee di separazione indicano vari gruppi di funzioni.
Scegliendo l'opzione *Barre dei comandi volante* i vari gruppi di funzioni saranno rappresentati da una singola icona. Facendo clic sulla freccia in fondo a destra si presenta la barra completa con tutti gli strumenti.

L'utilizzo di domini e mesh automatiche rendono inutile creare elementi di superficie individuali e posizionarli su di essi. Per motivi di compatibilità le funzioni correlate non vengono rimosse ma vengono mantenute nascoste. La loro visibilità è controllata dall'opzione *Mostra strumenti di elementi superficiali obsoleti* nelle barre degli strumenti.
Il modulo SC1 è raccomandato per progettare giunzioni bullonate in acciaio. Il modulo obsoleto SD2 può ancora essere attivato qui, indipendentemente dalla configurazione del modulo.

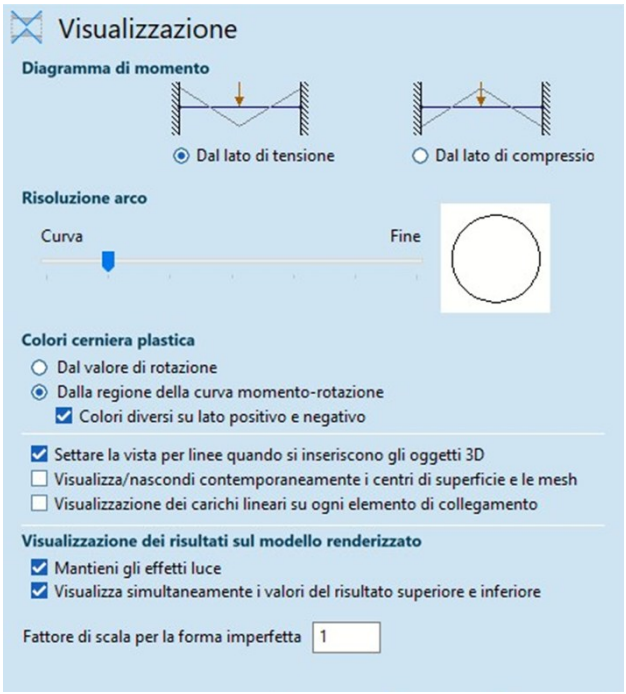
Posizione della barra di icone

La posizione della barra icone può essere:

Relativa
Specificare la distanza orizzontale (dx) e verticale (dy) in pixel.

Appare nell'ultima posizione
La barra appare nella sua ultima posizione.

3.3.11.10. **Visualizzazione**



Schema di momento

Si può scegliere una regola di posizionamento dei diagrammi del momento.

Risoluzione dell'arco

Gli archi vengono mostrati come poligoni. Definire qui la risoluzione della visualizzazione che trasforma l'arco in un poligono. Questo parametro può falsare il disegno ma non è collegato alla precisione dell'analisi.

Colori cerniera plastica

Lo stile classico è consigliato su sistemi con bassa risoluzione. Lo stile di AXISVM10 disegna la linea degli elementi più spessa, automaticamente riempita dai domini e visualizza i carichi di superficie in modo tratteggiato.

Spunta

Settare la vista 3D Wireframe durante il disegno del modello
Visualizza gli oggetti 3D wireframe, durante il disegno (***Vedi...*** *4.9.4 Disegno diretto degli oggetti*), anche se la visualizzazione attiva non è in modalità di rendering.

Mostra/nascondi centri di superficie e mesh insieme
Se viene selezionato, su attiva/disattiva lo schermo della mesh, automaticamente si attivano/disattivano i simboli del centro della superficie.

Visualizzazione dei carichi lineari su ogni elemento di collegamento
Se si applica un carico limite quando s'incontrano un muro e due piastre e le parti siano attivate (***Vedi...*** *2.16.17 Parti*) sarà visualizzato il carico secondo questa opzione. Il carico verrà visualizzato se questa opzione è attivata e se la parte attiva contiene uno dei tre elementi. Se questa opzione è disattivata il carico verrà visualizzato solo se la parte attiva, contiene gli elementi e i carichi che gli sono stati originariamente assegnati. Questo è utile per controllare il sistema locale dei componenti di carico.

Visualizzazione dei risultati sul modello renderizzato

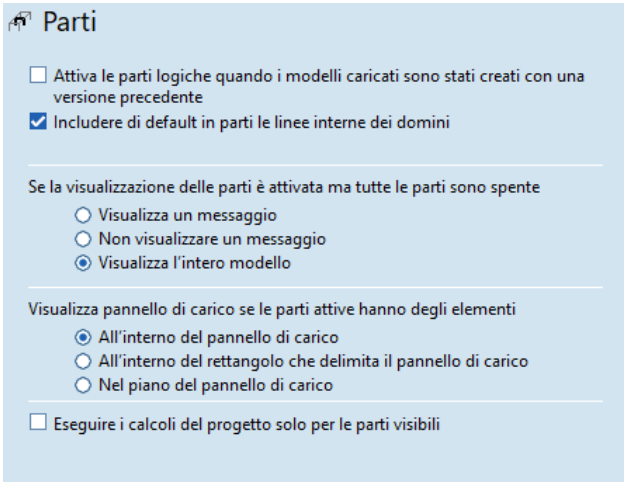
Se l'opzione di visualizzazione dei risultati Modello solido è selezionata (*6.1 Statica*), la superficie degli elementi renderizzati sarà colorata secondo il valore locale del componente di risultato corrente.

Mantenere effetti luce
Il rendering include l'ombreggiatura, quindi i colori sulle superfici possono apparire più scuri o più chiari del previsto. Disattiva questa opzione per visualizzare colori perfettamente corrispondenti alla legenda dei colori.

Visualizza simultaneamente le componenti superiori e inferiori del risultato
L'opzione di visualizzazione dei risultati del Modello solido renderizza gli elementi con il loro spessore fisico in modo che sia possibile visualizzare simultaneamente i componenti di risultato separati per i valori superiori e inferiori sugli elementi di superficie (per esempio, la tensione di superficie o la quantità d'armatura necessaria).

Fattore di scala per la forma imperfetta
In un caso di carico che rappresenta un'imperfezione globale o un'imperfezione calcolata da una forma di instabilità, viene visualizzata la struttura imperfetta. La scala per la visualizzazione dell'imperfezione può essere impostata qui.

3.3.11.11. Parti



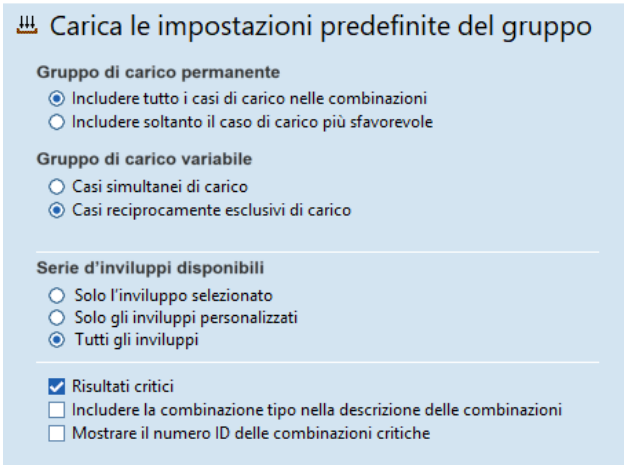
Attivare le parti logiche quando si caricano modelli da versioni precedenti
Se attivato, l'apertura di un modello creato con una versione che non supporta le parti logiche attiva automaticamente le parti logiche.
Include le linee interne dei domini nelle parti di default
Se attivata, le linee interne dei domini saranno presenti in parti in cui il dominio è incluso.

Se l'utente attiva la visualizzazione delle parti e deseleziona tutte le parti AXISVM si comporterà secondo il pulsante di opzione selezionato.

Qui è possibile controllare anche *la visualizzazione dei pannelli* di carico quando sono visibili solo le parti.
Esegui calcoli di progettazione solo per le parti visibili
Se la casella di controllo è attiva, i calcoli di progettazione vengono eseguiti solo per le parti visibili. In caso di modelli di grandi dimensioni, ciò può risultare un processo di calcolo più efficiente. Tuttavia, se un'altra parte è impostata come visibile, ci vuole del tempo per eseguire il calcolo degli elementi che non hanno ancora dei risultati di progettazione. Se la casella di controllo è inattiva, il programma esegue contemporaneamente calcoli di progettazione per ogni elemento del modello. In questo caso, se viene selezionata un'altra parte, i risultati del progetto sono già disponibili e l'utente non deve attendere il calcolo in ogni caso.
La casella di controllo influisce solo sul calcolo dei seguenti componenti del risultato:

- Armatura richiesta
- Larghezza della fessura
- Utilizzo dell'elemento strutturale in acciaio
- Utilizzo degli elementi strutturali in legno

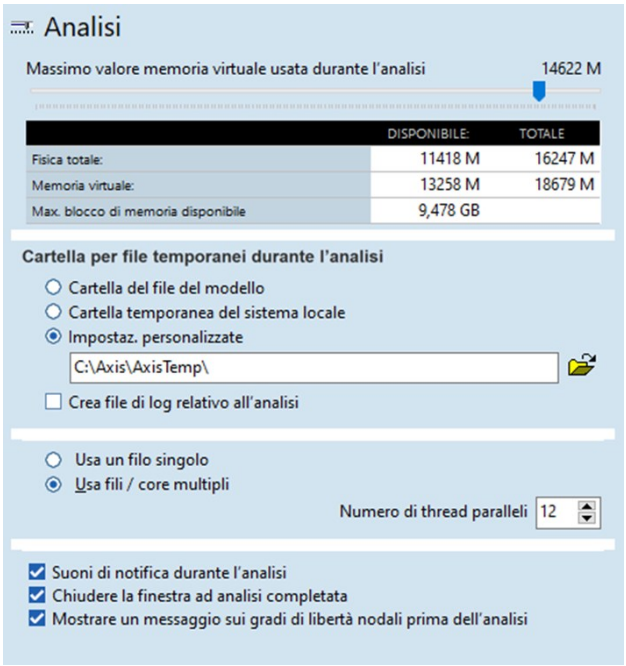
3.3.11.12. Caricare le impostazioni predefinite del gruppo



Qui è possibile impostare i valori predefiniti dei parametri del gruppo di carico.
Le impostazioni per le linee d'inviluppo e le combinazioni rientrano anch'essi qui. Il contenuto dei casi di carico e le combinazioni dei menu a tendina (nelle tabelle di risultato e di progetto) può essere controllato qui. AXISVM permette di creare diversi set di linee d'inviluppo (***vedi***... *Opzioni di visualizzazione dei risultati* in AXISVM nel *6.1 Statica*).
Se viene selezionata la prima opzione solo la linea d'inviluppo selezionata apparirà nelle liste. Se viene selezionata la seconda opzione verranno elencate solo le buste personalizzate. Se viene selezionata la terza opzione verranno elencae tutte le buste standard e personalizzate.
La descrizione delle combinazioni può essere estesa per mostrare il tipo di combinazione (SLU o tipi di SLS).

Risultati critici: spuntare per abilitare la ricerca di combinazioni critiche. Se non si spunta i risultati saranno disponibili solo per casi/combinazioni di carico e relativi inviluppi.
Includere tipo di combinazione nella descrizione delle combinazioni: la descrizione delle combinazioni può essere estesa per mostrare il tipo di combinazione (tipi SLU o SLE).
Mostra il numero ID delle combinazioni critiche: per semplificare il confronto delle combinazioni critiche, l'ID della combinazione critica può essere visualizzato come prefisso.

3.3.11.13. Analisi



Abilità accesso alla memoria estesa (AWE)

Questa opzione ci consente di ottenere una maggiore quantità di memoria per l'analisi, se abbiamo installato una memoria maggiore di 4 GB con un sistema operativo a 32 bit. Se questa opzione è disattivata, le pagine di memoria non sono bloccate (***Vedi...*** *2.1 Hardware richiesto*).

Uso thread singolo/ Uso threads multipli

L'uso di threads multipli consente di lanciare l'analisi con threads multipli. Questa operazione è raccomandata usando un processore con HT-Hyperthread o tecnologia DualCore.
Multi-threading migliora la velocità di calcolo.
I miglioramenti dipendono dalla memoria presente e dalla dimensione del modello. L'analisi lineare sarà 1.5-2 volte più veloce, e l'analisi dinamica 4-5 volte più veloce.
Impostare il *Numero di thread in parallelo* consente di calibrare il software in funzione delle caratteristiche hardware.

Cartella dei file temporanei durante l'analisi

È possibile specificare la posizione dei file provvisori durante l'analisi. Selezionando ognuna di queste opzioni:

- *Cartella file del modello*
- *Cartella di sistema locale temporanea*
- *Personalizzata*

Crea file di log relativo all'analisi

Se questa opzione è attivata, i dettagli tecnici delle analisi saranno registrate e salvate come file di testo *Nome modello msg.txt*.

Suono di notifica durante l'analisi

Se questa opzione è attivata, viene prodotto un suono di notifica al completamento di un analisi o dopo un messaggio di errore. La scheda audio e gli altoparlanti devono essere presenti.
Chiudere la finestra ad analisi completata
Lascia questa opzione deselezionata per vedere i parametri dell'analisi, la dimensione delle equazioni o il tempo di esecuzione dopo l'analisi.

Mostrare un messaggio sui gradi di libertà nodali prima dell'analisi
AXISVM controlla se i gradi di libertà nodali sono coerenti con la geometria e i carichi della struttura prima dell'analisi e, se necessario, invia un messaggio con un'opzione per modificare i gradi di libertà. ***Vedere***... *4.8.22 Modifica, trasformazione.* Il messaggio mostra anche la casella di controllo *Non visualizzare questo messaggio per questo modello*. Il programma ricorderà le ultime opzioni e non farà apparire di nuovo la domanda.
Se volete che la finestra del messaggio riappaia, potete attivarla qui.
Se si disattiva il messaggio qui, il programma controlla e cambia i gradi di libertà senza preavviso e salva la modifica nel modello.

3.3.11.14. **Relazione**



Lingua relazione

A seconda della configurazione si può definire una delle seguenti lingue:
Inglese, Tedesco, Francese, Italiano, Spagnolo, Olandese, Polacco, Ungherese, Portoghese, Rumena, Serbo, Ceca, Slovacca, Greca.

Disposizione della tavola

Scegliendo l'opzione *Permette colonne multiple* le colonne delle tabelle di rapporto saranno stampate in modo ristretto con disposizione su più colonne per ridurre lo spazio richiesto. Può essere specificato un *Numero minimo di righe per colonna* per evitare interruzioni di colonna per tabelle brevi.
La posizione del sommario nei report può essere selezionata da un elenco (Pagina iniziale, Seconda pagina, Terza pagina).

Buffer di stampa

Se la relazione contiene molte immagini, costruire l'intera relazione può impiegare tanta memoria del sistema e può causare problemi di stampa. In questo caso bisogna settare il buffer della stampante sul disco rigido.

Stampa i numeri di pagina anche se l'intestazione della pagina è disattiva
Settando questa opzione è possibile far stampare i numeri di pagina anche se nelle opzioni di stampa l'intestazione di pagina è disabilitato.

Traduzione automatica del nome dell'oggetto se la lingua della relazione è cambiata.
Settando questa opzione è possibile far generare i nome delle immagini della Libreria di AXISVM oppure il contenuto della relazione verrà tradotta automaticamente.

Usa tabelle speciali per materiali e sezioni trasversali
Se questa opzione è selezionata, i report genereranno tabelle speciali per i materiali e le sezioni trasversali, organizzando le proprietà in gruppi. Questa opzione non è disponibile quando si esporta in RTF.

Materiali

1 C25/30

Tipo: Calcestruzzo Eurocodice, EN 206 Lineare



Materiale *Profilo*

E = 3150 kN/cm²
ν = 0.20
α_T = 1E-5 1/°C
ρ = 2500 kg/m³

f_{ck} = 2.50 kN/cm²
γ_c = 1.500
α_{cc} = 1.00
ϕ_t = 2.00

2 S 235

Tipo: Acciaio Eurocodice, 10025-2 Lineare



Materiale *Profilo*

E = 21000 kN/cm²
ν = 0.30
α_T = 1.2E-5 1/°C
ρ = 7850 kg/m³

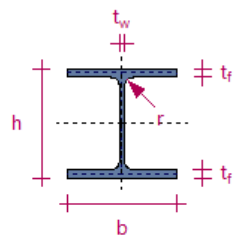
f_y = 23.50 kN/cm²
f_u = 36.00 kN/cm²
f'_y = 21.50 kN/cm²
f'_u = 36.00 kN/cm²

Nome: Nome materiale; **Tipo:** Tipo di materiale; **Modello:** Modello materiale; $\mathbf{E_x}$**:** Modulo di elasticità di Young in direzione x locale; $\mathbf{E_y}$**:** Modulo di elasticità di Young in direzione y locale; **ν:** Coefficente di Poisson; $\boldsymbol{\alpha_T}$**:** Coefficiente espansione termica; **ρ:** Densità; **Materiale:** Colore materiale; **Profilo:** Colore di contorno materiale;

Profilati

1 HE 180 B

Processo: Arrotondati Figura: I P.t.: 9



h = 18.0 cm
b = 18.0 cm
tw = 0.9 cm
tf = 1.4 cm
r = 1.5 cm

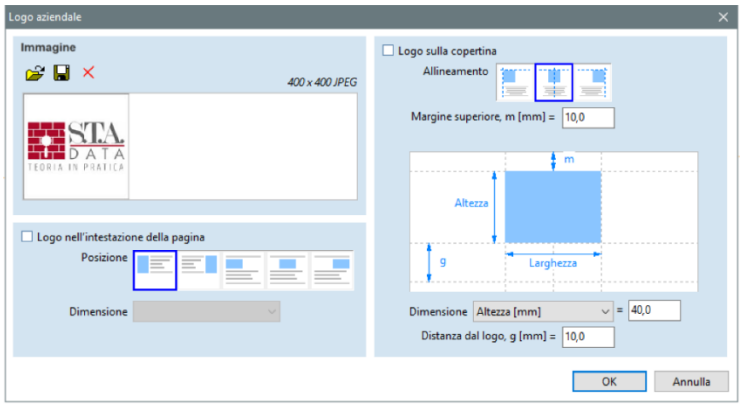
Ax = 65.26 cm²
Ay = 44.98 cm²
Az = 14.65 cm²
Ix = 42.9 cm⁴
Iy = 3831.6 cm⁴
Iz = 1362.9 cm⁴
Iyz = 0 cm⁴
I_1 = 3831.6 cm⁴
I_2 = 1362.9 cm⁴
α = 0 °
Iω = 91593 cm⁶

$W_{1,el,t}$ = 425.7 cm³
$W_{1,el,b}$ = 425.7 cm³
$W_{2,el,t}$ = 151.4 cm³
$W_{2,el,b}$ = 151.4 cm³
$W_{1,pl}$ = 481.5 cm³
$W_{2,pl}$ = 231.0 cm³

i_y = 7.7 cm
i_z = 4.6 cm
Hy = 18.0 cm
Hz = 18.0 cm
yG = 9.0 cm
zG = 9.0 cm

Nome: Nome sezione; **Processo:** Processso di costruzione; **h:** Altezza sezione; **b:** Larghezza sezione; **tw:** Spessore dell'anima; **tf:** Spessore dell'ala; $\mathbf{r_1}$**,** $\mathbf{r_2}$**,** $\mathbf{r_3}$**:** Raggio giratorio; **Ax:** Area sezione; **Ay, Az:** Area di taglio; **Ix:** Inerzia torsionale; **Iy, Iz:** Inerzia flessionale; **Iyz:** Mom. inerzia centrifugo; $\mathbf{I_1}$**,** $\mathbf{I_2}$**:** Inerzia flessionale principale; **α:** Direzioni principali; **Iω:** Costante di deformazione; $\mathbf{W_{1,el,t}}$**,** $\mathbf{W_{1,el,b}}$**,** $\mathbf{W_{2,el,t}}$**,** $\mathbf{W_{2,el,b}}$**:** Modulo elastico; $\mathbf{W_{1,pl}}$**,** $\mathbf{W_{2,pl}}$**:** Modulo plastico; $\mathbf{i_y}$**,** $\mathbf{i_z}$**:** Raggio di inerzia; **Hy:** Dimensione nella direzione locale y; **Hz:** Dimensione nella direzione locale z; **yG:** Coordinata y del baricentro; **zG:** Coordinata z del baricentro; $\mathbf{y_s}$**:** coordinata y del centro di taglio (torsione); $\mathbf{z_s}$**:** coordinata z del centro di taglio (torsione); $\boldsymbol{\beta_y}$**,** $\boldsymbol{\beta_z}$**,** $\boldsymbol{\beta_w}$**:** Coefficiente di Wagner; **P.t.:** Punti di calcolo tensione;

Logo aziendale



Il logo aziendale può essere caricato, salvato, cancellato utilizzando i tre bottoni toolbar. Questa immagine apparirà nell'intestazione delle stampe di disegni, tabelle, relazioni e / o sulla pagina di copertina della relazione in base alle impostazioni per la posizione, le dimensioni, i margini.

Queste impostazioni non hanno effetto sull'output RTF il quale si basa su un file di modello RTF separato. ***Vedere...*** *2.10.2 Relazione*

3.3.11.15. Update

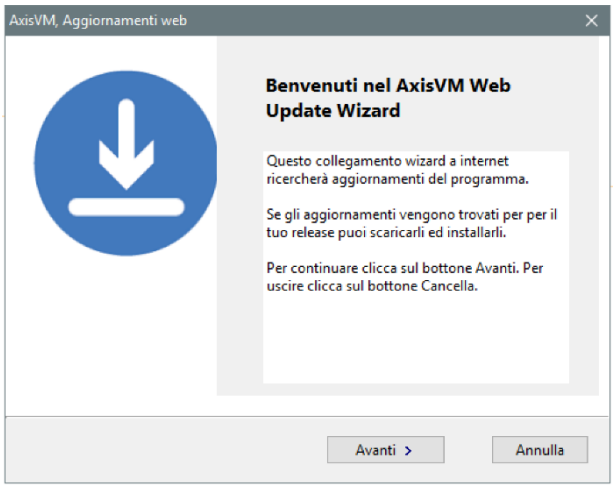


Ricerca aggiornamenti

AXISVM ricerca regolarmente gli aggiornamenti del programma disponibili su internet. È possibile controllare anche la frequenza aggiornamenti.
Settando *Mai* è possibile lanciare l'aggiornamento cliccando su *AXISVM Aggiornamento*. Si visualizza l'ultima data della ricerca. Se la connessione internet passa tramite un server proxy, devono essere fornite le impostazione proxy facendo click su *Settaggi proxy*.

Aggiornamento di AXISVM via Web

Cliccare il bottone per avviare il Wizard per l'aggiornamento di AXISVM via Web.
Al termine del download e se *Aggiorna il programma* è settato nella pagina successiva, il programma termina ed inizia l'installazione della nuova versione

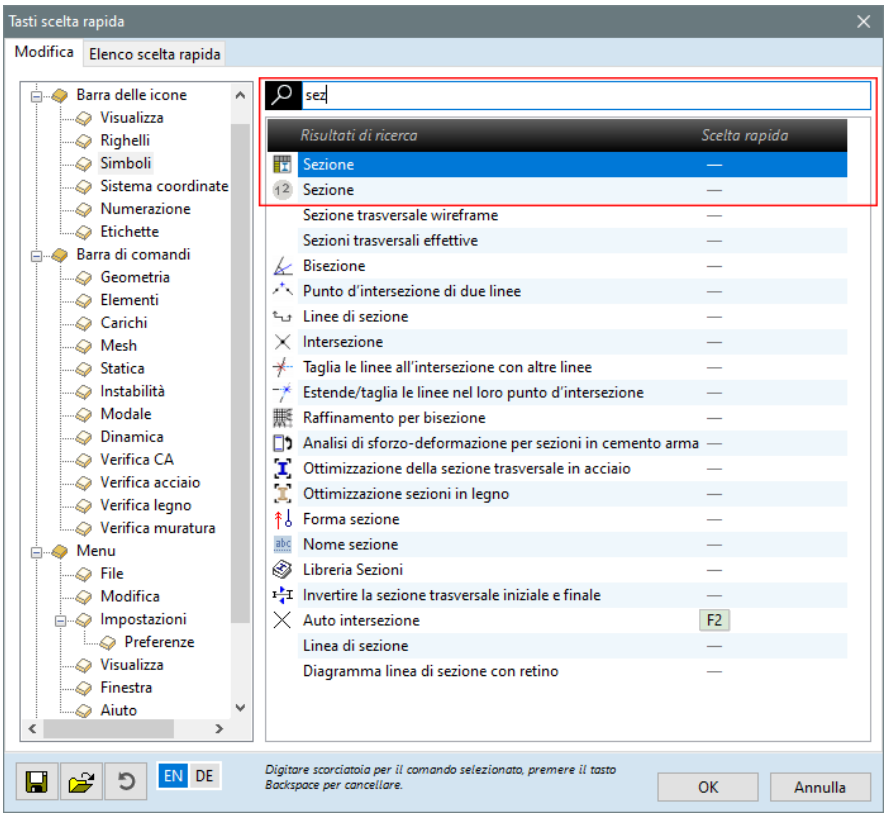


Impostazioni proxy Se la rete raggiunge il web attraverso un server proxy, i dati di configurazione (nome proxy, porta, nome utente e password) possono essere inseriti qui.

3.3.12. Tasti scelta rapida

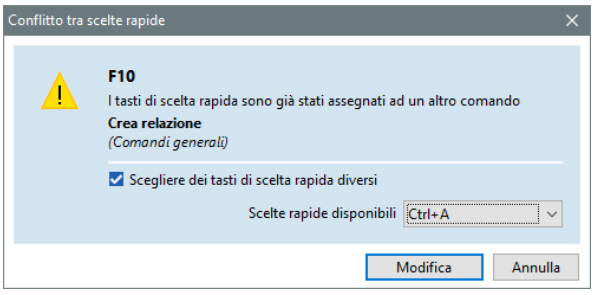
I tasti di scelta rapida assegnati alle voci di menu e ai pulsanti della barra strumenti possono essere personalizzati.

Modifica



L'albero a sinistra visualizza i gruppi di comando disponibili. Fare clic su un comando nella lista sul lato destro, quindi premere il collegamento desiderato. Backspace cancella l'assegnazione.

Se la combinazione di tasti desiderata è già in usoverrà visualizzato un avviso di *Conflicting shortcuts*.



Nella finestra di avviso viene mostrato il comando a cui è stata assegnata la combinazione di tasti.

Se è spuntata l'opzione *Scegliere dei tasti di scelta rapida diversi* sarà possibile selezionare una combinazione di tasti dalla lista di quelle disponibili (non ancora assegnate).

Se questa opzione non è spuntata, cliccando sul pulsante *Modifica* verrà cancellata l'assegnazione precedente dei tasti di scelta rapida e verranno riassegnati al nuovo comando.

☞ ***I tasti di scelta rapida assegnati ai pulsanti nelle toolbar delle diverse schede(Geometria, Elementi, ecc.)non sono in conflitto. Quindi le stesse impostazioni possono essere assegnate a pulsanti di schede differenti. Le combinazioni di tasti attive sono quelle della scheda corrente.***



Salva la configurazione attuale dei tasti discelta rapida in un *.axsc.



Carica una configurazione dei tasti di scelta rapida salvata precedentemente da un file *.axsc.

Come default I file di configurazione per I tasti di scelta rapida sono salvati nella cartella C:\Users\UserName\AppData\Roaming\AXISVM\13\Shortcuts . La configurazione standard AXISVM 12 dei tasti di scelta rapida si può caricare dal file AXISVM12Default.axsc analogamente per AXISVM 13 il file è AXISVM13Default.axsc.

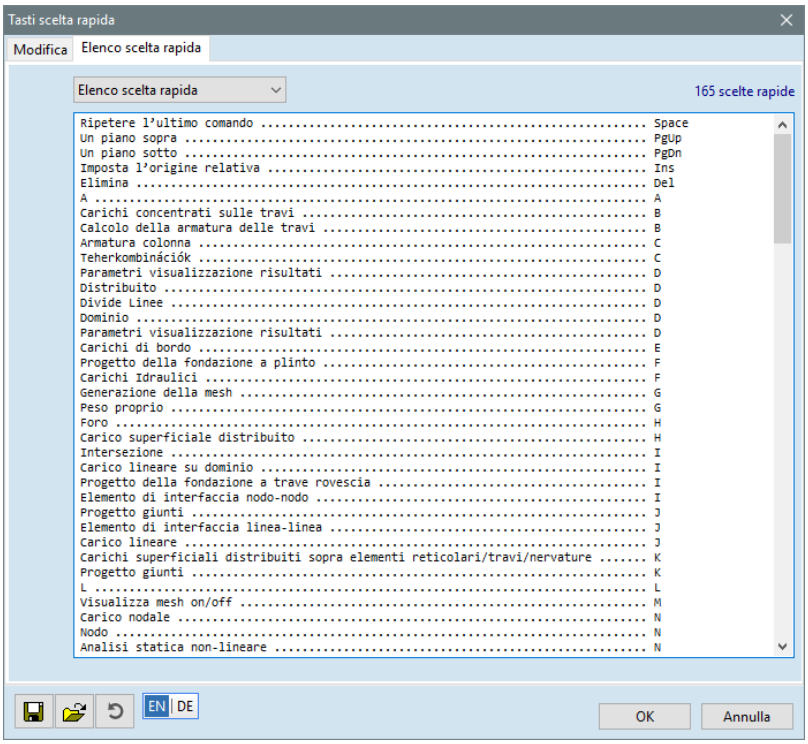


Ripristina la configurazione di default dei tasti di scelta.



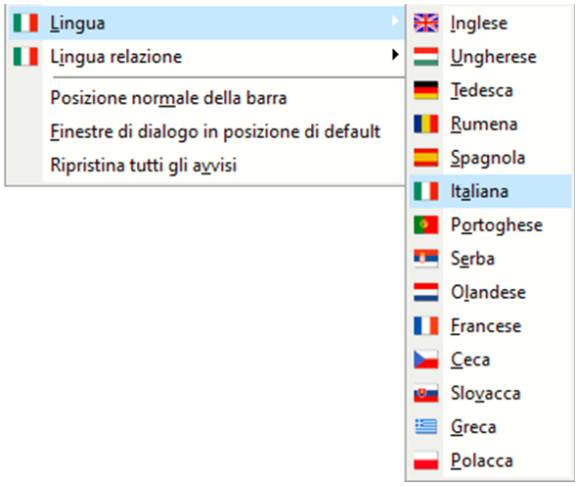
Tasto di switch per attivare i riferimenti alla tastiera inglese o quella tedesca.

Elenco scelta rapida



L' *Elenco scelta rapida* visualizza un elenco di tutte le scorciatoie disponibili. Può essere una *Elenco comandi* o un *Elenco scelta rapida* (la prima è ordinata secondo i gruppi dei comandi, la seconda dalle scorciatoie)
Per la configurazione di default della lista completa ***vedere...*** *2.6 Tasti scelta rapida*

3.3.13. Lingua



Dalla versione X5 il modulo DM è integrato in AXISVM e non appare più come modulo separato. La lingua imposta la lingua dell'interfaccia utente.

3.3.14. Lingua relazione

Dalla versione X5 il modulo DM è integrato in AXISVM e non appare più come modulo separato. *Lingua relazione* definisce la lingua dei testi nell'output di stampa.

3.3.15. Toolbars alla posizione di default

Dalla versione X5 il modulo DM è integrato in AXISVM e non appare più come modulo separato. La lingua della relazione controlla la lingua degli elementi che possono essere visualizzati nell'*output* stampato. La casella combinata personalizzata e le impostazioni della larghezza del campo di modifica nelle schede di postelaborazione verranno ripristinate sui valori predefiniti. ***Vedere...*** *6.1 Statica*

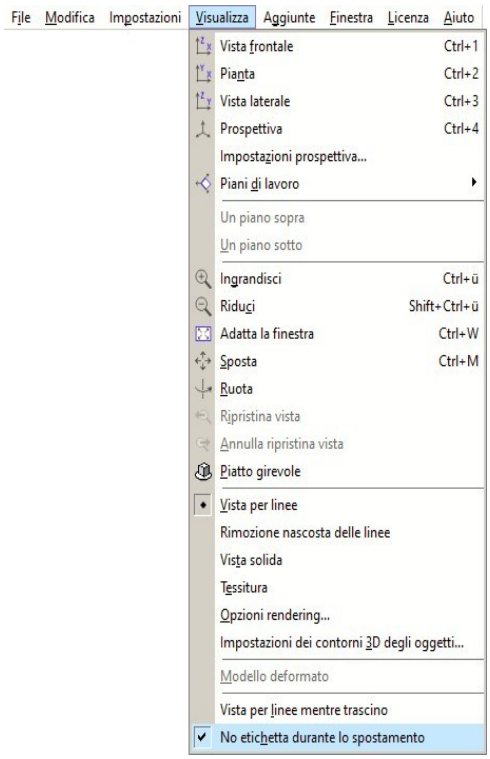
3.3.16. Posizione di default delle finestre di dialogo

AXISVM ricorda l'ultima posizione delle finestre di dialogo e successivamente le visualizza nello stesso punto. Se viene rilevato un problema su sistemi con più monitor, impostare le finestre di dialogo nella posizione predefinita può risolverlo.

3.3.17. Ripristino di tutti gli avvisi

Vengono visualizzate diverse finestre di avviso con una casella di spunta aggiuntiva *Non visualizzare questo messaggio.* Selezionando questa opzione si sopprime l'avviso. Questa voce di menu ripristina la visualizzazione di tutti gli avvisi.

3.4. Visualizza



Vista frontale



[Ctrl]+ [1] ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Pianta



[Ctrl]+ [2] ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Vista laterale



[Ctrl]+ [3] ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Prospettiva



[Ctrl]+ [4] ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Configura Vista Prospettiva ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Piani di lavoro



Vedere… *2.16.7 Piani di lavoro*

Un piano sopra / Un piano sotto — Se la visualizzazione dei piani è attiva, questo è il modo più rapido per spostarsi al piano soperiore o a quello inferiore.

Ingrandisci



[Ctrl]+ [+] ***Vedere…*** *2.16.2 Zoom*

Riduci



[Ctrl]+ [-] ***Vedere…*** *2.16.2 Zoom*

Adatta



[Ctrl]+ [W] ***Vedere…*** *2.16.2 Zoom*

Sposta



[Ctrl]+[M] ***Vedere…*** *2.16.3 Viste*

Rotate



Vedere… *2.16.2 Zoom*

Vedere undo



Vedere… *2.16.3 Viste*

Vedere redo



Vedere… *2.16.3 Viste*

Piano girevole ***Vedere…*** *2.16.15 Piano girevole*

Vista per linee ***Vedere…*** *2.16.4 Modo visualizzazione*

Rimozione linee nascoste ***Vedere…*** *2.16.4 Modo visualizzazione*

Realistica ***Vedere…*** *2.16.4 Modo visualizzazione*

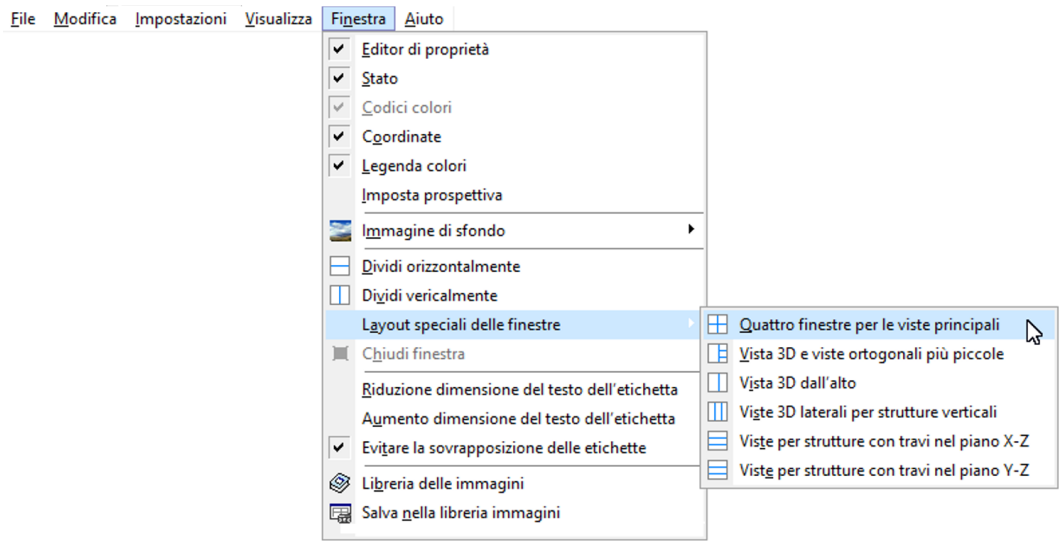
Tessitura ***Vedere…*** *2.16.4 Modo visualizzazione*

Opzioni di rendering...	***Vedere...*** *2.16.4 Modo visualizzazione*
Impostazioni del contorno 3D degli oggetti ...	***Vedere...*** *2.16.4 Modo visualizzazione*
Mostra le parti non visibili in grigio	***Vedere...*** *2.16.4 Modo visualizzazione*
Modello deformato	Come l'impostazione *Mostra forma a Non deformato* o *Deformato* nella finestra di dialogo *Parametri di visualizzazione*. ***Vedere...*** *6.1 Statica*
Sezione trasversale modello lineare	Nella presentazione solida le sezioni trasversali sottili saranno mostrate solo con il piano intermedio
Sezione trasverale effettiva	Nella presentazione solida le sezioni trasversali sottili saranno presentate come oggetti solidi con la loro forma effettiva.
Fil di ferro durante lo spostamento	Se questa opzione è attiva, il programma visualizza lo schema del modello durante la rotazione o lo spostamento.
Nessuna etichetta quando si effettua lo spostamento	Se questa opzione è attiva, le etichette non sono disegnate durante rotazione o spostamento.

3.5. Plugins

Se vengono installate applicazioni di terze parti nella cartella *Plugin*, queste vengono visualizzate nel menu *Plugin*. I componenti aggiuntivi installati nella cartella AddOns non vengono visualizzati come voci di menu, ma creano pulsanti aggiuntivi sulle barre degli strumenti.

3.6. Finestra



3.6.1. Modifica Proprietà

Il controllo proprietà fornisce il modo più veloce per cambiare le proprietà dei nodi scelti, degli elementi o dei carichi . Tutti i cambiamenti sono immediati. Se la selezione contiene vari elementi è possibile cambiare le proprietà comuni. (Per esempio dopo avere scelto elementi reticolari, travi e nervature, si può modificare materiale e sezione trasversale).
Se ci si trova sulla tabella dei risultati o di progettazione i valori sono in sola lettura. In certi campi sono accettate anche le espressioni matematiche regolari. Gli operatori e le funzioni disponibili sono:

(,), SIN, COS, TAN, EXP, LN, LOG10, LOG2, SINH, COSH, TANH, ARCSIN, ARCCOS, ARCTAN, ARCSINH, ARCCOSH, ARCTANH, INT, ROUND, FRAC, SQR, SQRT, ABS, SGN.

Operatori veloci:

++8	aggiunge 8 al valore attuale
- - 8	sottrae 8 dal valore attuale

I numeri negativi all'interno delle funzioni devono essere tra parentesi.
In queste espressioni # sostituisce il valore attuale. (Per esempio #/3 divide per 3). Quando si immette un valore di coordinate nodali, valori di carico, spessori di superficie è possibile riferire di coordinate globali come X, Y, Z o x, y, z.
Le componenti di carico variano a seconda della tipologia di carico. Per carichi nodali o puntuali su aste le componenti di carico sono *Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz* corrispondenti a forze e momenti. Per i carichi distribuiti su aste le componenti sono *px1, py1, pz1, m1, px2, py2, pz2, m2*.

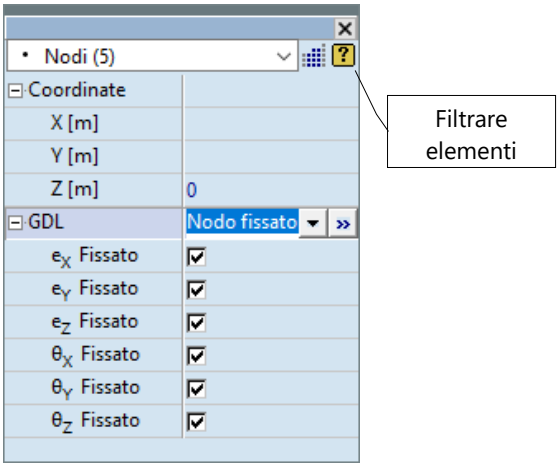
Esempio 1: se vogliamo girare il carico del vento distribuito su aste in direzione X, editare il carico e inserire il valore di 'px1' in 'py1'' e 'px2' in 'py2', poi inserire il valore zero in 'px1' e 'px2'.

Esempio 2: **p**er scalare la struttura nella direzione X del 200%, prima scegliere tutti i nodi, quindi fare clic sulla prima linea e immettere X*2 come X.
Il pulsante di punto interrogativo accende/spegne le informazioni di aiuto.

Le proprietà vengono mostrate in una struttura ad albero. Facendo clic su un [+] o [-] prima del nome della proprietà, estende o riduce un elenco di sotto proprietà. Se in una linea appare il pulsante (...), la proprietà può essere cambiata utilizzando un finestra separata.

>> Se in una linea appare il pulsante (>>), la proprietà può essere assegnata da un altro elemento cliccando su di esso.

L'editor delle proprietà può essere usato per modificare i dati ma anche per selezionare gli elementi filtrati tramite le stessa proprietà.



Filtro area

Selezionando una proprietà e cliccando il tasto del filtro è possibile selezionare tutti gli elementi che hanno lo stesso valore di proprietà.

Esempio: cambio di una sezione trasversale nell'attuale struttura. Selezionando la proprietà sezione trasversale di un elemento nervatura o selezionando tutti gli elementi nervatura con questa sezione trasversale e poi cambiando loro la proprietà sezione trasversale.

I componenti del carico possono essere filtrati in modo simile. Selezionare un carico, selezionare un componente di carico nell' *Editor di proprietà* e cliccare sul pulsante *Filtro*. In questo modo è possibile selezionare tutti i carichi con lo stesso valore del componente.

3.6.2. Finestre d'Informazione

Permette di attivare e disattivare le finestre Stato, Codifica colori, Coordinate e Legenda Colori.
Vedere... *2.19 Finestre di informazione*

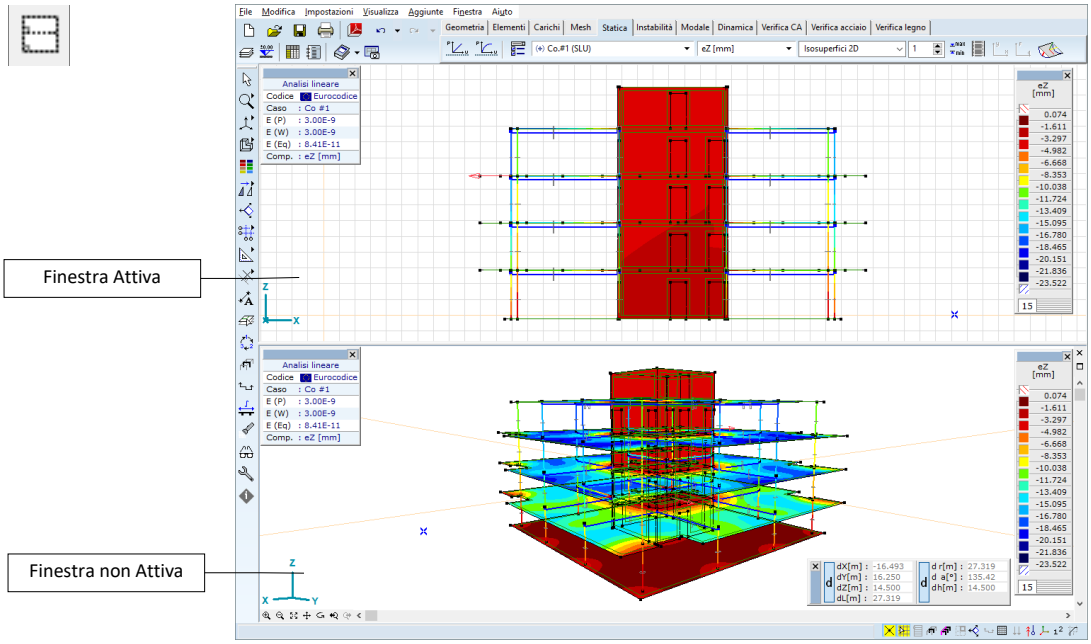
3.6.3. Immagine di sfondo



Il sottomenu rende disponibili numerose opzioni. Un'immagine di sfondo può essere caricata automaticamente nella finestra principale di AXISVM per mostrare il modello nel suo ambiente futuro. Il comando di sottomenu *Caricare immagine di sfondo* o **[Ctrl+B]** apre una finestra con la visualizzazione dei file, *Caricare di nuovo Immagine di sfondo* mostra l'immagine utilizzata recentemente. In modo multifinestra ogni finestra può avere la propria immagine di sfondo. L'immagine nella finestra attiva può essere accesa e spenta facendo clic su schermo o da **[Ctrl+Alt+B].** *Salvare Immagine di sfondo* salva l'immagine nella finestra attiva in un file. Se l'aspetto dell'immagine è diverso dall'aspetto della finestra *Spostare Immagine di sfondo* rende possibile trascinare lo sfondo in una nuova posizione. *Rimuovere Immagine di Sfondo* rimuove l'immagine nella finestra attiva.
Le immagini di sfondo sono salvate in un file formato AXS.

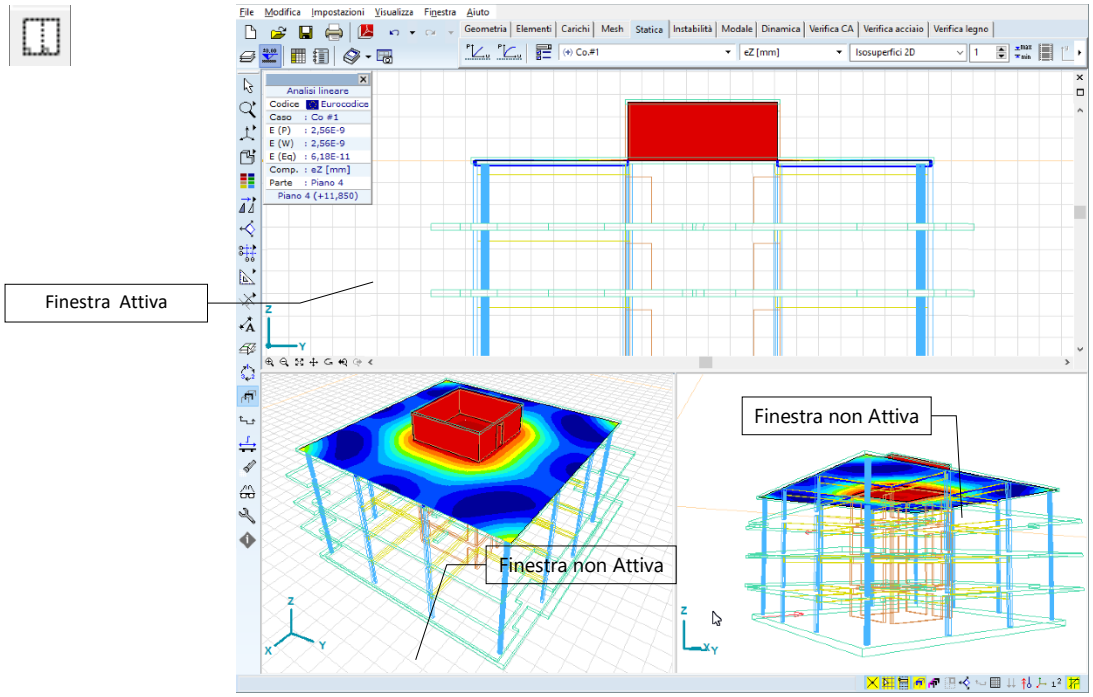
Dopo avere caricato un'immagine di sfondo il modello può essere messo in una vista appropriata riducendo, ingrandendo, definendo la prospettiva.

3.6.4. Dividi orizzontalmente



Divide orizzontalmente la finestra grafica in due parti. Le impostazioni di visualizzazione di ogni finestra possono essere stabilite indipendentemente. Casi di carico o combinazioni diverse possono essere selezionati per ciascuna finestra.
Le dimensioni della finestra attiva possono essere aumentate e ridotte e la finestra può essere chiusa utilizzando i tasti in alto a destra della finestra stessa.

3.6.5. Dividi verticalmente



Divide verticalmente la finestra grafica in due parti. Le impostazioni di visualizzazione di ogni finestra possono essere stabilite indipendentemente. Casi di carico o combinazioni diverse possono essere selezionati per ciascuna finestra.
Le dimensioni della finestra attiva possono essere aumentate e ridotte e la finestra può essere chiusa utilizzando i tasti in alto a destra della finestra stessa. I vari casi di carico possono essere messi in finestre diverse ma solo quando si presentano risultati.

3.6.6. Layout speciali delle finetre

Questo sottomenu offre layout predefiniti con più finestre.

Quattro finestre per le viste principali
I quattro riquadri di uguali dimensioni mostrano la vista frontale (X-Z), laterale (Y-Z), superiore (X-Y) e prospettica (da sinistra a destra e dall'alto in basso) in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

Vista 3D e viste ortogonali piú piccole
Il riquadro più grande a sinistra mostra la vista prospettica, con la vista dall'alto (X-Y), la vista frontale (X-Z), la vista laterale (Y-Z) (dall'alto in basso) a destra in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

Vista 3D dall'alto
Il pannello più grande a sinistra mostra la vista dall'alto (X-Y) con la vista prospettica accanto, in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

Viste 3D laterali per strutture verticali
I tre riquadri di uguali dimensioni ottenuti con divisioni verticali mostrano la vista frontale (X-Z), la vista laterale (Y-Z) e la vista prospettica, in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

Vista per strutture con travi nel piano X-Z
I tre riquadri di uguali dimensioni ottenuti con divisioni orizzontali mostrano la vista frontale (X-Z), la vista laterale (Y-Z) e la vista prospettica, in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

Vista per strutture con travi nel piano Y-Z
I tre riquadri di uguali dimensioni ottenuti con divisioni orizzontali mostrano la vista laterale (Y-Z), la vista dall'alto (X-Y) e la vista prospettica, in modo che l'intero modello sia visibile da ogni angolazione.

3.6.7. Chiudi finestra

Chiude la finestra grafica corrente.

3.6.8. Modifica la dimensione delle etichette

Decrementa / Incrementa dimensioni etichette

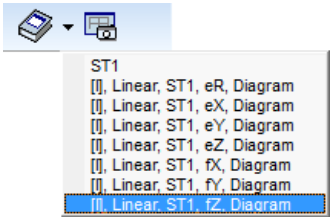
Queste due voci di menu cambiano la dimensione dei testi sui diagrammi.

3.6.9. Evitare che le etichette si sovrappongano

Se questa opzione è selezionata, il programma impedisce che le etichette si sovrappongano spostando e nascondendo alcune etichette. In quest'ultimo caso, lo zoom può aumentare il numero di etichette visibili. Le priorità sono determinate dai tipi e dai valori delle etichette. Se viene visualizzato un gran numero di etichette, questa ottimizzazione può essere un processo che richiede molto tempo.
È possibile impostare questa opzione in Opzioni di visualizzazione / Etichette. ***Vedi...*** *2.16.21 Opzioni di visualizzazione*

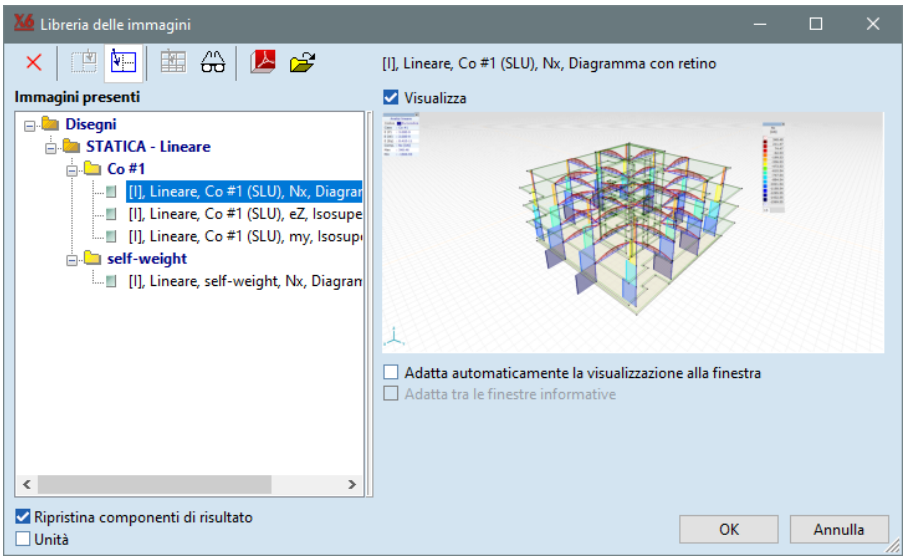
3.6.10. Libreria immagini

Lo libreria immagini contiene i disegni salvati nel programma. I disegni non sono le immagini ma le istruzioni per ottenere una vista del modello o delle parti di esso comprese le impostazioni multifinestra. I disegni possono essere caricati di nuovo per ripristinare la vista salvata e le impostazioni dello schermo. L'inserimento di disegni in una relazione rende più facile l'aggiornamento quando il modello è cambiato ed è stato ricalcolato dato che i disegni saranno automaticamente aggiornati.
Nella Libreria Disegni si possono archiviare in modo associativo spostamenti, forze, tensioni di elementi lineari, disegni di giunti bullonati in acciaio, analisi di punzonamento, controllo di strutture in c.a. come colonne e travi.



Facendo clic sulla freccia accanto al pulsante, un disegno esistente può essere scelto tra un elenco per ripristinare la sua vista e le sue impostazioni dello schermo.

Cliccando il pulsante Libreria Immagini appare una finestra dialogo.



É possibile vedere l'anteprima, memorizzare e caricare un disegno.



Cancella un disegno presenta in Libreria



Carica il disegno scelto nella finestra attiva

(disponibile solo in modo multifinestra)



Carica il disegno scelto nella finestra



Consente di visualizzare una finestra di dialogo

Questo pulsante viene abilitato se un risultato della trave o un diagramma di progettazione è selezionato (***vedere...*** *6.1.10 Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave* o *6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3* per degli esempi*)*.
Viene visualizzata la finestra di dialogo corrispondente consentendo all'utente di apportare delle modifiche. Dopo la chiusura della finestra il disegno può essere aggiornato o modificato e lo schema può essere salvato come un nuovo elemento della libreria.



Simboli grafici

La visualizzazione dei simboli grafici può essere modificata nei elementi di libreria. Selezionare uno o più elementi e cliccare sul pulsante della barra degli strumenti. Nei disegni selezionati viene visualizzato lo stato dei simboli e può essere modificato. Lo stato misto è rappresentato da segni di spunta in grigio.



Esporta le voci disegno della libreria come un file 3D in formato PDF.
Vedere... *3.6.10.1 Esportare i disegni in un file PDF 3D*

Ripristina componenti di risultato
Se questa opzione è attiva, caricando un disegno con i risultati ripristina anche la componente dei risultati e mette l'etichetta appropriata (analisi statica, vibrazioni, ecc).

Adatta vista automaticamente alla finestra
Selezionare questa opzione se si desidera che il disegno adattare la vista al modello (il disegno viene ingrandito per la visualizzazione di tutte le parti visibili).

Adatta tra le finestre informative
Adatta l'immagine del modello nell'area tra le finestre informative per evitare la sovrapposizione.

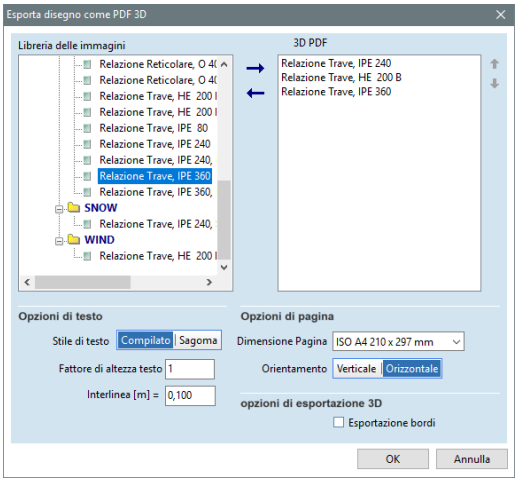
OK Salva i cambiamenti e carica il disegno scelto.

Cancella Non salvare cambiamenti.

3.6.10.1. **Esportare i disegni in un file PDF 3D**



Le voci della libreria disegni possono essere esportate come file PDF multipagina 3D. Per visualizzare le immagini interattive 3D si può utilizzare Adobe Acrobat Reader (la versione aggiornata 8.1 o versione successiva).
Le voci della libreria selezionate dalla vista ad albero sulla sinistra possono essere spostate nella vista PDF cliccando sulla freccia a destra. La freccia a sinistra rimuove gli elementi selezionati dalla lista PDF. Ogni elemento della libreria verrà renderizzato in una pagina separata nel PDF seguendo l'ordine della lista PDF. Le voci dell'elenco PDF possono essere riorganizzate con le freccie su e giù. Le viste 2D e 3D possono essere esportate. I disegni 2D apparirano come immagini normali, le viste in 3D possono essere ruotate, se ne può aumentare o diminuire lo zoom utilizzando Acrobat Reader.



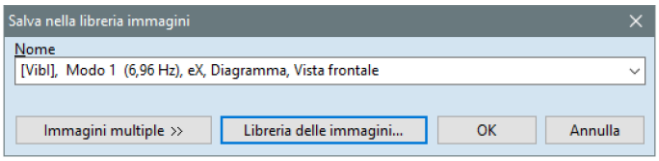
Opzioni testo La dimensione e l'aspetto del testo possono essere controllati nel gruppo *Opzioni testo*.

Opzioni pagina Le dimensioni e l'orientamento delle pagine del documento PDF possono essere impostati nel gruppo *Opzioni pagina*.

Opzioni esportazione 3D Disegnare tutti i bordi può rendere la vista un pò sfocata. Quindi l'esportazione dei bordi può essere attivata o disattivata.

3.6.11. Salva nella Libreria Immagini





Facendo clic su questo pulsante uno o più disegni possono essere salvati nella Libreria Immagini. Se il disegno corrente è già presente, questo viene segnalato, offrendo la possibilità di sovrascrivere o di cambiare nome.

L'opzione <<*Immagini multiple* consente opzioni aggiuntive. Si possono scegliere Casi di carico, combinazioni di carico (e componenti di risultato se i risultati vengono mostrati). AXISVM crea tutte le combinazioni (cioè le componenti di risultato di tutti i casi di carico scelti) e le salva nella Libreria Immagini con la vista e le impostazioni dello schermo correnti.
Cliccando su *Immagini presenti...* il pulsante mostra la finestra di dialogo relativa.



Salva l'intera vista con tutte le aree della finestra.

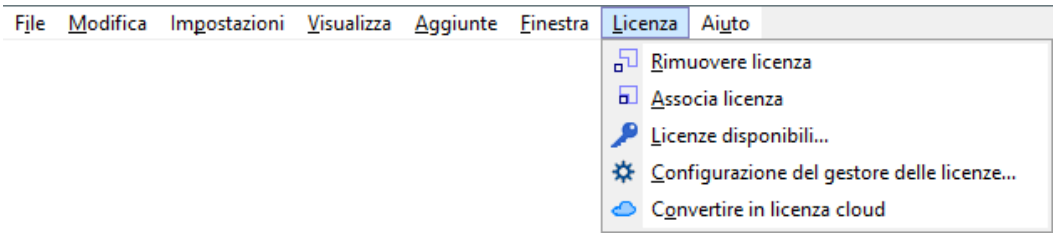


Salva solo il disegno dall'area attiva nella finestra.

Disattivare la visualizzazione dei tipi di elementi non presenti nel modello È possibile che un certo tipo di elemento non sia presente nel modello quando il disegno viene salvato nella Libreria dei disegni, ma che la sua visualizzazione sia ancora abilitata. Se tale elemento viene aggiunto al modello, apparirà nel disegno della libreria aggiornato, il che può creare confusione. Questa opzione serve a evitare casi del genere: quando è attiva, tutti i tipi di elementi non presenti nel modello vengono disabilitati nel disegno.

Facendo clic sul pulsante *Libreria dei disegni* verrá visualizzata la finestra di dialogo *Libreria dei disegni*.

3.7. Licenza



Questa voce di menu viene visualizzata solo per la protezione delle chiavi hardware basata su cloud (**CL**), con licenza software (**SL**) o Sentinel HL I seguenti servizi non sono disponibili per le chiavi SuperPro. Se si dispone di una chiave SuperPro e si necessita di uno dei servizi qui elencati, chiedere al distributore di sostituire la chiave.

Scollegare la licenza

Se si dispone di una licenza software basata su cloud (**CL**) o di rete (**SL**), è possibile scaricare temporaneamente la licenza sul proprio computer. Quando si scollega la licenza, è possibile specificare il numero di giorni in cui si desidera utilizzare la licenza a livello locale. Si noti che dopo aver staccato la licenza, questa sarà disponibile solo su questo computer e non sarà visibile ad altri utenti, quindi il numero di licenze disponibili sarà ridotto di uno nel caso di una chiave di rete. La licenza scadrà automaticamente al termine stabilito e non sarà più possibile utilizzarla localmente, ma sarà automaticamente di nuovo disponibile nel cloud o nella rete da cui è stata scollegata.
È anche possibile restituire la licenza alla rete/cloud prima della data di scadenza selezionando Allega licenza. Sarà di nuovo disponibile per gli altri.
Il programma staccherà la licenza in uso. Se si utilizza AXISVM in più configurazioni con numeri di licenza diversi, verificare che si stia eseguendo la configurazione corretta prima di scollegare la licenza in *Aiuto / Informazioni su*. Per evitare la perdita di dati, il programma salva automaticamente il modello prima di scollegare la licenza. Dopo aver completato il processo, si collega alla licenza locale. È quindi possibile scollegare la connessione di rete necessaria per accedere alla licenza di rete/cloud.
Nel caso delle licenze di rete SL, è possibile consentire e controllare le licenze scollegabili dal pannello *Licenze scollegabili* del menu *Gestione licenze / Configurazione*.
Si noti che dopo la rimozione, la licenza si comporterà come una licenza software SL, quindi qualsiasi danno o cambiamento nell'hardware potrebbe causare la perdita della licenza. Se si prevede una sostituzione dell'hardware mentre si utilizza la licenza scollegata, ***vedere*** *2.2.3 Chiave software (Sentinel SL)*, fare riferimento alla sezione *Trasferimento della licenza Sentinel SL* e procedere come descritto.

☞ ***Nel caso di una chiave hardware di rete, le licenze non possono essere scollegate dal server.***

Collegare la licenza

Qui è possibile inviare al server la licenza scaricata sul computer con la funzione *Collegare la licenza* al server. Per collegare la licenza è necessaria una connessione di rete al server. Prima di spedire la licenza, il programma salva il modello per evitare la perdita di dati. Dopo aver completato il processo, si ricollega alla licenza tramite la rete.

Licenze disponibili

Apre il *Centro di Controllo Sentinel Admin* (ACC) con l'elenco delle licenze disponibili sul computer. Questo elenco comprende sia le licenze locali che quelle di rete. Le licenze di rete vengono visualizzate solo se la connessione di rete è attiva e il server con la licenza è disponibile.
Nella riga della licenza, fare clic sul pulsante *Sessione* nell'ultima colonna per verificare quale utente sta utilizzando la licenza. Qui è possibile disconnettere l'utente corrente, se necessario, per liberare la licenza per un altro utente.
Se non si riesce a trovare una licenza, verificare le impostazioni del gestore delle licenze in *Configurazione del gestore delle licenze*.

Configurazione del gestore di licenze

Questa voce di menu avvia la funzione di *Configurazione* del servizio Centro di Controllo Sentinel Admin (ACC).
Qui è possibile rivedere o modificare le impostazioni del gestore delle licenze.
Tra tutte le opzioni di configurazione disponibili, qui vengono mostrate solo quelle più comunemente utilizzate:

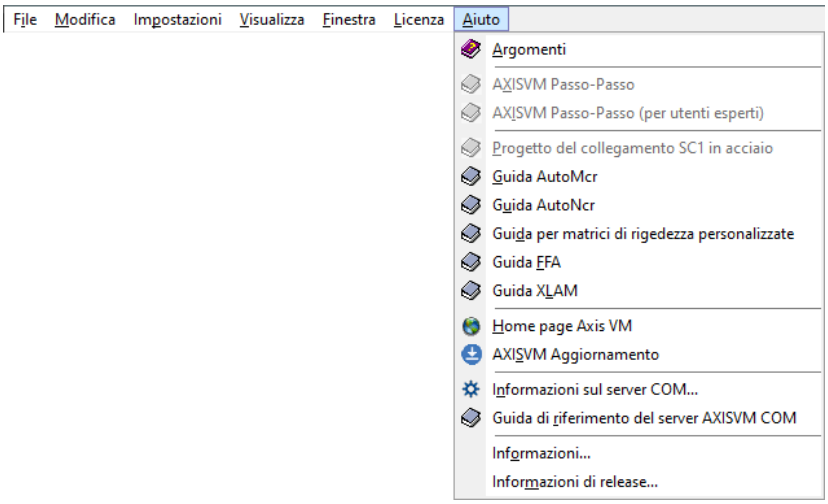
Accesso ai gestori remoti di licenze

Impostare qui i parametri necessari per accedere al server remoto. Se si dispone di una licenza hardware HL di rete o di una licenza software SL, inserire il nome o l'indirizzo IP del server che detiene la licenza nella tabella *Parametri di ricerca delle licenze remote* e premere *Invio*.
Attivare *Consenti accesso alle licenze remote* e *Trasmetti ricerca licenze remote*. Per le licenze cloud CL, questo campo visualizza anche l'identificativo univoco dell'utente.

Licenze scollegabili

È possibile impostare delle regole per la disconnessione delle licenze. La funzione *Rimozione su richiesta delle licenze* abilita o disabilita la disconnessione delle licenze. Se abilitato, è possibile specificare un tempo limite di disconnessione.
Nella sezione *Rimozione automatica delle licenze*, è possibile configurare il sistema in modo che le licenze vengano automaticamente scollegate dalla rete per tutta la durata del loro utilizzo, in modo che non siano influenzate da una disconnessione dalla rete.
Nella sezione *Impostazioni comuni di scollegamento* è possibile controllare quante licenze possono essere scollegate contemporaneamente, ovvero quante licenze devono rimanere sempre disponibili sul server.

3.8. Aiuto



Il menu Aiuto fornisce informazioni su come utilizzare il programma e sul background teorico di alcune funzioni. È possibile accedere al sito web di AXISVM, scaricare manuali e guide e aggiornare all'ultima versione.
È inoltre possibile accedere al proprio account MYAXISVM per richiedere e gestire licenze di prova o didattiche.

3.8.1. Argomenti



[F1]

Apre il presente manuale utente in formato PDF. AXISVM X4 Release 2 reintroduce una guida sensibile al contesto: premendo F1 nelle finestre di dialogo apre il manuale all'argomento correlato. Questa funzione richiede un'applicazione in grado di aprire i file PDF nella destinazione indicata.
Poiché Acrobat Reader supporta questa funzionalità, AXISVM cerca di aprire il manuale con Acrobat Reader. Se non è installato, cerca di aprirlo con il browser web predefinito del computer. La maggior parte dei browser è in grado di aprire i file PDF, ma il supporto della funzionalità nelle destinazioni specificate non è generalizzato. Questa funzione è supportata in Firefox, Chrome richiede l'installazione dell'estensione PDF Viewer per gestirla, Edge non la supporta.

3.8.2. Guide



Le guide offrono una panoramica su alcuni dei metodi di progettazione utilizzati in AXISVM.
La *Guida WIND Guide* fornisce una visione più approfondita del funzionamento del modulo WIND, della generazione dei carichi del vento sulla base dei risultati della galleria del vento virtuale, delinea il background teorico della modellazione dei flussi e delle problematiche di analisi.
La progettazione delle *connessioni in acciaio SC1* spiega come utilizzare il modulo **SC1**.
La *Guida AutoMcr* sintetizza il metodo di calcolo della resistenza laterale-torsionale di rottura nel modulo di progettazione in acciaio **SD1.** La *Guida AutoNcr* spiega il metodo di determinazione della lunghezza d'instabilità nello stesso modulo, mostra l'area di applicazione e l'uso corretto.
La guida alla matrice di rigidezza personalizzata spiega lo sfondo teorico del calcolo degli elementi di una matrice di rigidezza personalizzata che può essere assegnata ad un dominio.
Vedere... *4.9.6.6 Dominio con matrice di rigidezza personalizzata*
La *guida FFA* è sulla teoria implementata nell'analisi delle fasi del modulo **FFA**.

3.8.3. Aggiornamenti per AXISVM



Richiama il browser Web di default con il sito Web *www.axisvm.eu* che offre informazioni sull'ultima versione. È possibile accedere al sito Web S.T.A.Data tramite la pagina *Contact/Partners*.

3.8.4. Aggiornamento AXISVM



Lancia il Wizard per l'aggiornamento di AXISVM via Web. ***Vedere...*** *3.3.11 Preferenze*

3.8.5. MYAXISVM Accesso

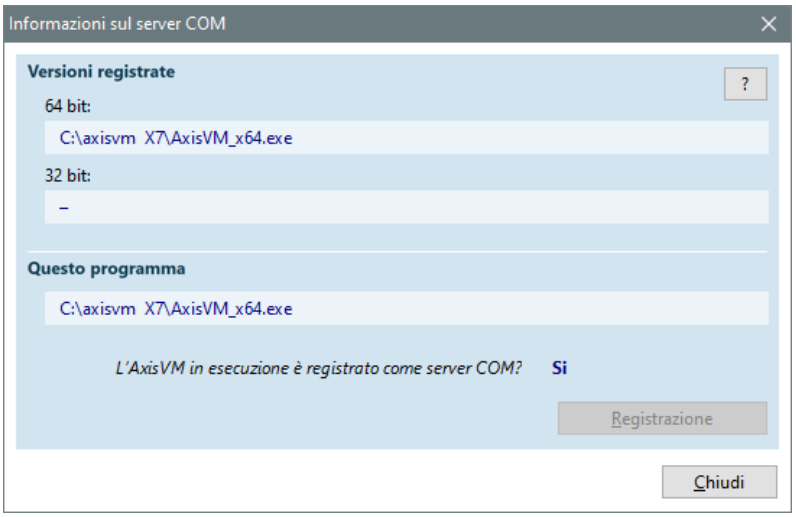


Se si utilizza la versione di prova o la versione per studenti del software, è possibile accedere al sito *axisvm.eu* dal browser e accedere al proprio account MyAXISVM. ***Vedere...*** *9 MYAXISVM - Richiesta di versione Trial, Student,Viewer e Light di AXISVM*

3.8.6. Informazioni sul server COM



Fornisce informazioni sui server COM AXISVM attualmente registrati nel sistema operativo.



È possibile verificare quale file di programma eseguibile è registrato come server COM a 64 o 32 bit. Se l'AXISVM in esecuzione non è configurato per fornire il servizio di server COM, è possibile registrarlo facendo clic sul pulsante *Registrazione*.

Per impostazione predefinita, viene installata la versione a 64 bit del programma, che registra solo il server COM a 64 bit. Eseguire il programma di installazione una seconda volta e selezionare l'installazione della versione a 32 bit. In questo modo verrà installato anche il server COM a 32 bit.
Se il programma è installato con diritti di amministratore e non è stato registrato alcun server COM di AXISVM (o una versione precedente), la registrazione del server COM verrà effettuata automaticamente. Se il server COM di AXISVM registrato è una versione superiore, verrà visualizzato un messaggio di avviso e si potrà decidere se sovrascriverlo con la versione precedente.
Se si riscontrano problemi nell'utilizzo del server COM, il primo passo è controllare la registrazione del server COM. È possibile che nel registro di Windows siano registrati diversi server COM di AXISVM. Per rimuoverli, eseguire *!UnregAXISVMComServer.bat* dalla cartella AXISVM come amministratore. Dopo una lunga scansione in due fasi, è necessario confermare l'eliminazione. Tutte le registrazioni esistenti del server COM di AXISVM verranno eliminate e l'AXISVM in funzione potrà essere registrato come server COM come descritto sopra.

3.8.7. Informazioni su...

Fornisce maggiori informazioni sul programma AXISVM. Si può usare questo comando per determinare la versione, la configurazione e il serial number del proprio AXISVM. I moduli disponibili sono in color nero, gli altri in grigio



3.8.8. Messaggi di errore e avvisi...

Visualizza una finestra di registro che raccoglie tutti i messaggi di avviso e di errore della sessione AXISVM corrente. Aiuta a trovare i messaggi di errore visualizzati in precedenza, fin dall'avvio del software.
Il registro non viene salvato automaticamente, quindi se si chiude il software, i messaggi andranno persi.

3.8.9. Informazioni di release...

Ultime informazioni circa la versione, i problemi risolti e le nuove funzioni.

3.9. Barra Icone





Vedere... *3.1.1 Nuovo*



Vedere... *3.1.3 Apri*

[Ctrl+O]



Vedere... *3.1.4 Salva*

[Ctrl+S]



Vedere... *3.1.12 Stampa*

[Ctrl+P]



Creazione di PDF 3D
Selezionando *Conserva l'U3D* il file U3D intermedio può essere conservato per un uso successivo. L'esportazione dei bordi può essere controllata tramite la casella di controllo Esporta bordi.
Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo *3.6.10.1 Esportare i disegni in un file PDF 3D*



Vedere... *3.2.1 Annulla*

[Ctrl]+[Z]



Vedere... *3.2.2 Ripeti*

[Shift]+[Ctrl]+[Z]



Vedere... *3.3.3 Gestore dei livelli*

[F11]



Vedere... *3.3.4 Piani*

[F7]



Vedere... *2.9 Esplora Tabella*

[F12]



Vedere... *2.10 Generatore di relazione*

[F10]



Vedere... *3.6.10 Libreria immagini*



Vedere... *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*

4. Il preprocessore

Il preprocessore permette di creare o modificare la geometria del modello, in modo completamente visuale. La Modellazione Visuale avanzata permette modellazione e progetto veloci e attendibili.
Questo capitolo introduce i comandi di modellazione di AXISVM (generazione della geometria, generazione di elementi/maglie, e definizione delle combinazioni/casi di carico).

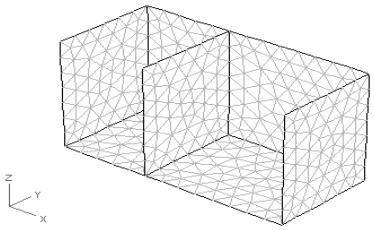
4.1. Geometria

I comandi di geometria permettono di creare interattivamente e graficamente la geometria del modello in 3D.
La geometria del modello è definita da nodi (punti), linee di maglia (linee) tra i nodi, e superfici (triangolari o quadrilatere) definite da tre o quattro linee appropriate. Successivamente si possono definire gli elementi finiti basandosi sulla geometria costruita.

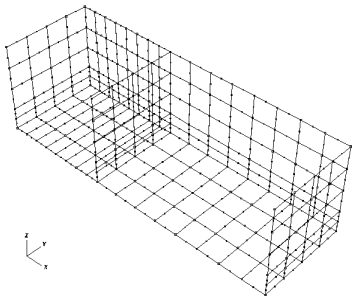
☞ ***Il disegno diretto degli oggetti non richiede il disegno preventivo della geometria.***

Vedere... *4.9.4 Disegno diretto degli oggetti*

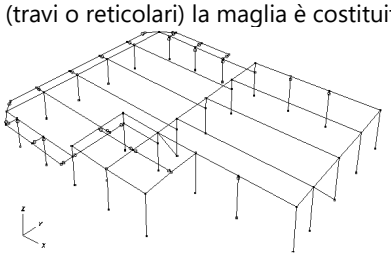
Definizione automatica della maglia su un dominio



Definizione automatica della maglia su macro quadrati e triangoli

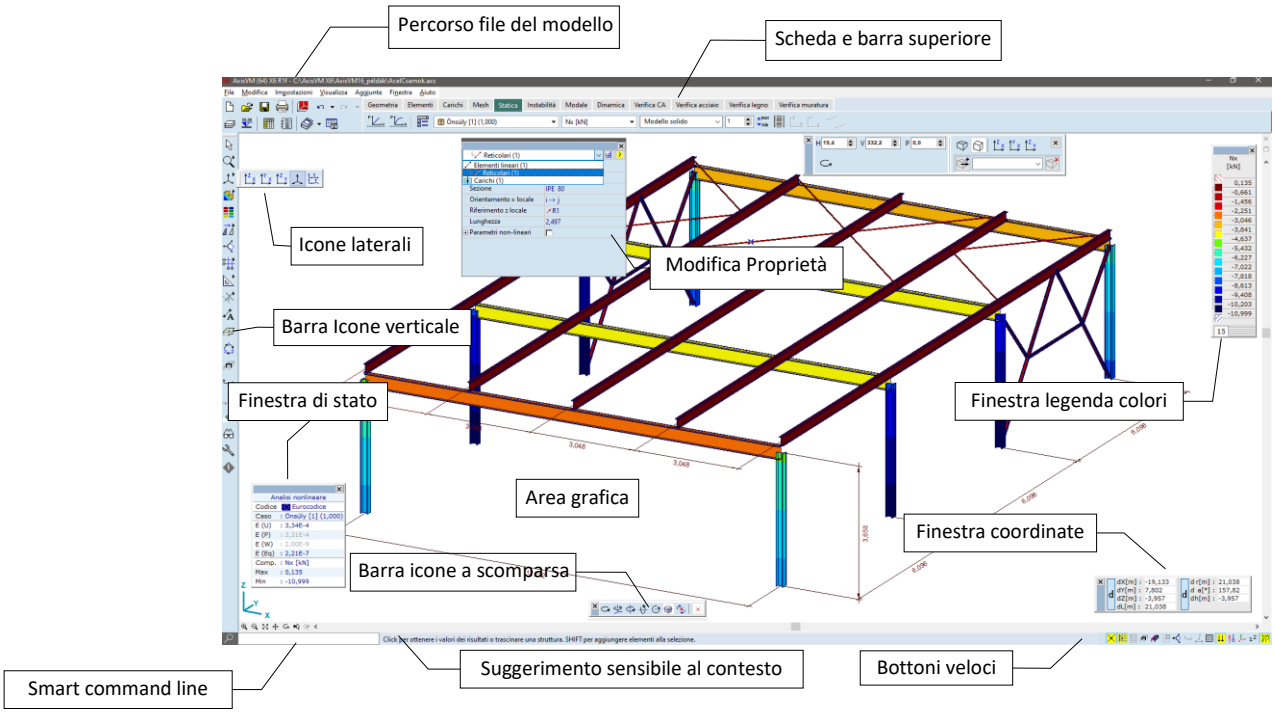


Nel caso delle strutture a telaio (travi o reticolari) la maglia è costituita dagli assi degli elementi.



Nel caso di strutture bidimensionali (piastre, membrane o gusci) la mesh consiste di quadrilateri che rappresentano il piano medio degli elementi.

4.2. Il comando Geometria



All'avvio di AXISVM, l'interfaccia grafica è pronta per la definizione della geometria In caso di un nuovo modello la vista X-Y, X-Z o di prospettiva può essere messa come la vista di default. In caso di un modello esistente, saranno caricate le ultime impostazioni di vista.
Usando la barra orizzontale delle icone al di sopra dell'area grafica si possono applicare i diversi comandi per costruire le maglie che descrivono la geometria del modello. ***Vedere...*** *4.8 Barra Strumenti Geometria*
Usando la barra verticale delle icone sulla sinistra si possono applicare i comandi che cambiano la visualizzazione del modello e si può configurare l'ambiente di lavoro. ***Vedere...*** *2.16 Menu a icone*

4.2.1. Modalità Finestre Multiple

Quando il modello è complesso, è utile visualizzarne differenti viste simultaneamente sullo schermo. AXISVM permette di dividere l'area grafica orizzontalmente o verticalmente.
Ogni finestra grafica creata ha le proprie impostazioni, e permette la visualizzazione indipendente delle viste del modello. Questa caratteristica è utile anche durante l'interpretazione dei risultati.
Si può accedere ai comandi relativi a questa modalità dal Menù Finestra.

Dividi orizzontalmente	Divide la finestra grafica attiva orizzontalmente in due parti uguali La finestra più in alto tra le due diventerà la finestra attiva. ***Vedere...*** *3.6.4 Dividi orizzontalmente*
Dividi verticalmente	Divide la finestra grafica attiva orizzontalmente in due parti uguali. La finestra più a sinistra tra le due diventerà la finestra attiva. ***Vedere...*** *3.6.5 Dividi verticalmente*
Chiudi Finestra	Chiude la finestra attiva se c'è più di una finestra grafica in uso. La nuova finestra predefinita sarà quella in cui si stava lavorando precedentemente.

☞ ***Si può cambiare vista durante ogni comando di geometria.***

Nella vista prospettica alcuni comandi di geometria non possono essere usati, o sono limitati nell'uso.

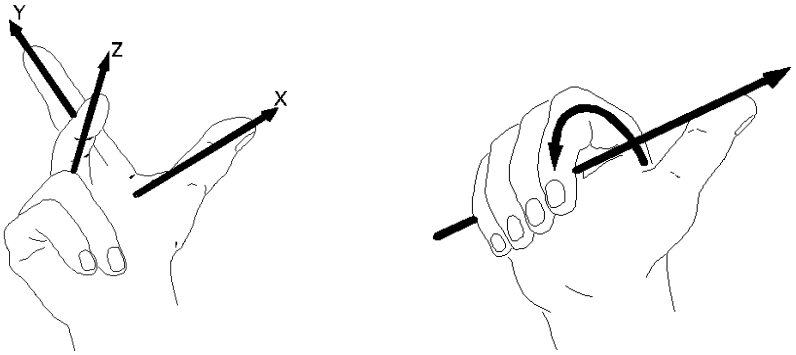
4.3. Sistemi di coordinate

Per descrivere il modello, Axis VM usa diversi sistemi di coordinate. Il sistema di coordinate globali è usato per descrivere il modello geometrico. Il sistema di coordinate locali è usato principalmente per la definizione della geometria ed altri dati degli elementi. AXISVM indica gli assi del sistema globale con le lettera maiuscole, e gli assi locali con le lettere minuscole.
La geometria può essere introdotta attraverso sistemi di coordinate Cartesiane, Cilindriche o Sferiche. ***Vedere...*** *4.3.2 Coordinate Polari*

4.3.1. Sistemi di coordinate

Sistema di coordinate di base

AXISVM usa una descrizione in coordinate cartesiane per immagazzinare i dati.
Per definire la direzione positiva degli assi e delle rotazioni. AXISVM usa la regola della mano destra
L'illustrazione qui sotto mostra la direzione positiva degli assi e delle rotazioni secondo la regola della mano destra.



Origine globale e relativa

Un nuovo modello utilizza la vista scelta nella finestra Nuovo Modello (***Vedere...*** *3.1.1 Nuovo*). L'origine del sistema di coordinate viene mostrata da una X blu che è inizialmente individuata all'angolo inferiore sinistro della finestra grafica. Per localizzare i punti (nodi) del modello si utilizzano un sistema di coordinate globale assoluto (X, Y, Z) e relativo (dX, dY, dZ). L'origine del sistema relativo può essere spostato ovunque (usando **[Alt]+[Shift]** o **[Insert]**) e in qualunque momento durante la modellazione.
La Finestra Coordinate mostra le coordinate globali assolute o relative a seconda delle impostazioni correnti. Se è selezionata la modalità relativa, la notazione degli assi diventa dX, dY, dZ.
Con l'aiuto della Finestra Coordinate, e in base allo spostamento dell'origine relativa, si possono fare misurazioni sul modello (distanze, angoli).
Gli spostamenti nodali e le forme modali si riferiscono al sistema di coordinate assoluto.

☞ ***Nelle viste X-Y e Y-Z il terzo asse è orientato in verso uscente dallo schermo. Quindi,se si esegue una copia tramite traslazione con incrementi positivi rispetto al terzo asse, le copie saranno situate di fronte (verso lo schermo). Avviene l'opposto con il terzo asse nel caso di una vista X Z, quando il terzo asse è orientato nella direzione opposta.***

Vedere... *4.9.23 Riferimenti*

4.3.2. Coordinate Polari

Oltre al sistema di coordinate globali Cartesiane, si può utilizzare o un sistema di coordinate sferico o cilindrico. Uno dei sistemi di coordinate polari può essere attivato attraverso il pulsante di scelta corrispondente.
Nel finestra relativa alle Coordinate sono visualizzate tre variabili a seconda della selezione:

Cilindriche

h: il valore misurato dal piano di visualizzazione a un punto sull'asse principale del cilindro (che è perpendicolare al piano di visualizzazione) orientato dallo schermo

r: (raggio) è la distanza sul piano di visualizzazione dalla proiezione del punto all'asse principale del cilindro

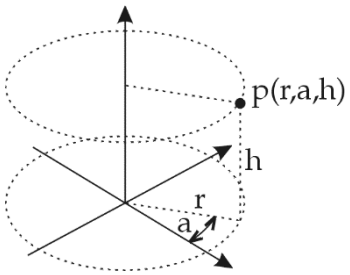
a: l'angolo tra la linea che congiunge il punto con l'origine e l'orizzontale

Sferiche

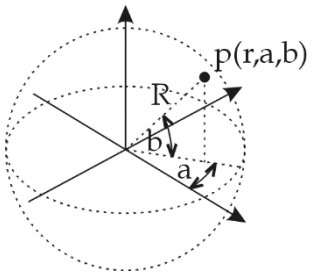
R: il raggio, che è la distanza dal punto al centro della sfera (origine)

a: l'angolo sul piano di visualizzazione tra la linea che congiunge la proiezione del punto con l'origine e l'orizzontale

b: l'angolo tra la linea che congiunge il punto con l'origine e il piano di visualizzazione, che è positivo se il punto è davanti al piano di visualizzazione (tra l'utente e il piano di visualizzazione).

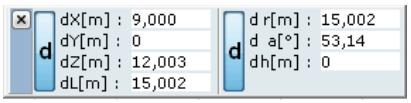


Sistema di coordinate cilindriche



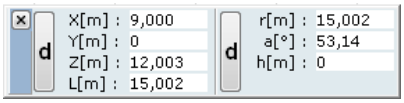
Sistema di coordinate sferiche

4.4. Finestra Coordinate

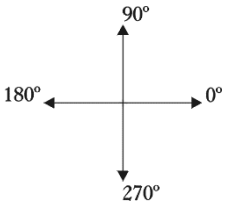


Visualizza i valori assoluti e relativi correnti della posizione del cursore nel sistema di coordinate globale (Cartesiane, cilindriche o sferiche).
È possibile commutare tra il sistema di coordinate assolute e relative, facendo clic sulle lettere **d** nella Finestra Coordinate. In questa finestra le lettere mostrano anche se le coordinate relative sono abilitate o no.
Durante la modifica è possibile attivare la finestra delle coordinate utilizzando I tasti di scelta rapida. I tasti di scelta rapida assegnati di default possono essere modificati, ***vedere...*** *3.3.12 Tasti scelta rapida*

Comandi Coordinate	***Tasti scelta rapida***
X	**X**
Y	**Y**
Z	**Z**
L	**Shift+Ctrl+L**
r	**Shift+Ctrl+R**
a	**Shift+Ctrl+A**
h	**Shift+Ctrl+H**
b	**Shift+Ctrl+B**
Piano di lavoro temporaneo	**Shift+Ctrl+W**
Blocca X	**Ctrl+Alt+X**
Blocca Y	**Ctrl+Alt+Y**
Blocca Z	**Ctrl+Alt+Z**
Blocca L	**Ctrl+Alt+L**
Blocca r	**Ctrl+Alt+R**
Blocca a	**Ctrl+Alt+A**
Blocca h	**Ctrl+Alt+H**
Blocca b	**Ctrl+Alt+B**
Coordinate relative / globali (delta switch)	**Shift+D**
Coordinate polari relative / globali	**Shift+E**



Angolo positivo, α:



☞ ***L'interruttore relativo (delta) può essere utilizzato insieme ai movimenti di cursore vincolati.***
Vedere... *4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore*

☞ ***E' possibile introdurre i valori nei campi di modifica. (es: 12.927+23.439, cos(45), sin(60))***

4.5. Griglia

Vedere... *2.16.22.1 Griglia e cursore*

4.6. Passo del cursore

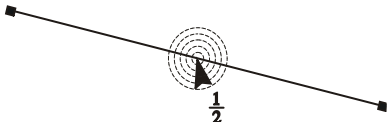
Vedere... *2.16.22.1 Griglia e cursore*

4.7. Strumenti di editazione

Gli strumenti di redazione aiutano il lavoro per numerose caratteristiche.
Vedere... *2.16.22.2 Modifica*

4.7.1. Identificazione del cursore

Imposta la dimensione dell'area di identificazione di cursore (in pixel).



Quando posizionate il cursore sull'area di grafica, AXISVM trova l'entità del modello che è più vicino al centro del cursore tra le entità che sono situate o intersecano l'area d'identificazione.
La forma corrente del cursore mostra quale genere di entità è stata identificata. In funzione del tipo di entità, il cursore avrà le seguenti forme:

Nodo

Nodo di mezzeria

Supporto

Cerniera di bordo

Carico indipendente dalla Mesh

Vertice del poligono di carico

Centro di un arco

Arco

Curva di Bézier

Tangente

Riferimenti

Linea

Superficie

Intersezione

Perpendicolare (normale)

Bordo, angolo di una fondazione isolata

Bordo, angolo di una fondazione continua

Giunto imbullonato SC1

Trave o striscia virtuale

Linea guida

Griglia strutturale

Dominio

Elemento Rigido 

Elemento ARBO 

Elemento CRET 

Linea di Dimensione 

In caso di funzione Contagocce 

Casella di testo, etichetta 

Dominio di rinforzo, Area solida AIRDECK 

Se ci sono numerose entità alla stessa ubicazione, il programma identifica la prima entità secondo l'ordine dell'elenco sopra.
Se ci sono più entità dello stesso tipo, il cursore visualizzerà un simbolo doppio.

☞ ***Utilizzare la finestra Coordinate per scoprire quale degli elementi era in effetti identificato.***

Controllo disegno di fondo

Il cursore può essere impostato per rilevare le linee su livelli in sottofondo architettonico.

4.7.2. Immissione numerica delle coordinate

Durante l'editazione di modello, le coordinate del cursore possono essere specificate immettendo direttamente i valori numerici nella Finestra di Coordinate.
Ci sono due modi per immettere i valori numerici: premendo il pulsante del carattere corrispondente sulla tastiera; o facendo clic con il bottone sinistro sul campo di introduzione dei valori del tipo di coordinate scelte e scrivendo quindi i valori.
Se il modo relativo è abilitato (la lettera **d** è abbassata), le coordinate che immettete definiranno un punto dall'origine relativa.
Se alcuni valori sono già immessi (in caso di un vincolo), l'ultimo valore immesso aggiornerà gli altri.

☞ ***È possibile introdurre i valori nei campi di modifica (e.g.: 12.927+23.439, cos(45), sin(60))***

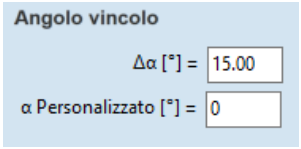
L'origine relativa può essere spostata in qualsiasi momento, premendo sul tasto **Insert**. Quindi, disegnando una linea, si possono specificare le coordinate del punto finale rispetto a varie origini.

☞ ***Per disegnare una linea con una certa lunghezza e direzione, muoversi dal origine relativa al punto di partenza (utilizzando* [Alt]+[Shift] *oppure* [Insert]*), inserire l'angolo al d a[°] e digitare la lunghezza al d r[m] e premere il tasto Invio.***

4.7.3. Misura di Distanze

La distanza fra due punti o la lunghezza di una linea può essere misurata spostando l'origine relativa sul primo punto e quindi identificando il secondo punto posizionando il cursore su di esso. In questo caso il valore di **dL** nel Coordinate Window è la distanza fra i punti.
Il cursore può essere spostato in un'ubicazione rispetto a un punto di riferimento spostando l'origine relativa sul punto di riferimento, quindi immette l'angolo nel campo d'immissione **da** e la distanza nel campo d'immissione **dr**.

4.7.4. Movimenti vincolati del Cursore



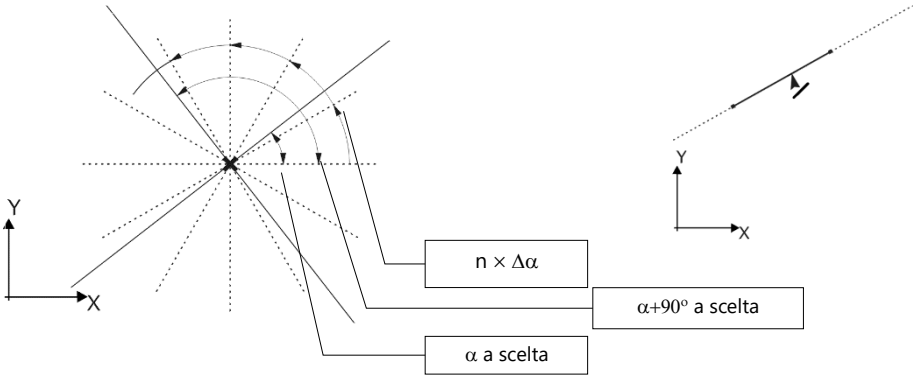
I vincoli di movimento del cursore possono essere adattati nella finestra *Impostazioni/Opzioni/Editing*.
I movimenti di cursore vincolati utilizzano i seguenti valori:

I movimenti del cursore possono essere vincolati nei seguenti modi:

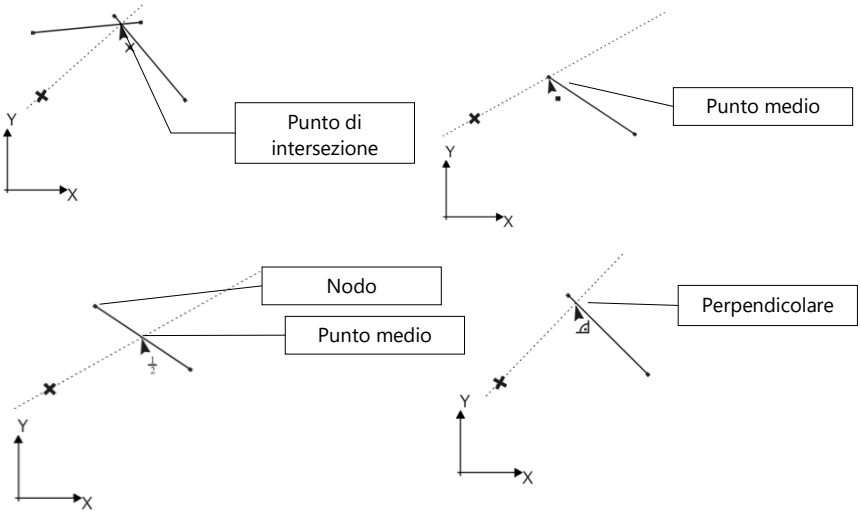
Δα Tenendo il tasto **[Shift]** premuto il cursore si muove lungo la linea che congiunge la sua posizione corrente con l'origine, e che ha un angolo n* Δα, dove il valore di n dipende dalla posizione del cursore.

α personalizzato Tenendo il tasto **[Shift]** premuto, il cursore si muove sulla linea che congiunge la sua posizione corrente con l'origine, e che ha un angolo α o α+ n*90°, dove il valore di n dipende dalla posizione corrente del cursore. N.B. Il cursore si muoverà secondo n* Δα o secondo α+ n*90°a seconda della sua posizione corrente. I valori di Δα e α possono essere impostati in *Impostazioni / Opzioni /Modifica / Angolo vincolo*.

Gli angoli vincolati Δα e α non possono essere usati nella vista prospettica.

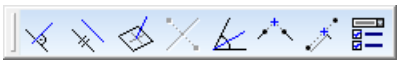


Se il cursore è sopra una linea, tenendo il tasto **[Shift]** premuto,i movimenti del cursore saranno vincolati alla linea ed alla sua estensione. Questa funzione può essere utilizzata anche nella vista prospettica.
Quando il cursore identifica un elemento di dominio o di superficie premendo **[Shift]** si attiva lo spostamento del cursore nel piano dell'elemento.



Se il cursore è sopra un punto, tenendo premuto il tasto **[Shift]** il movimento del cursore sarà vincolato a una linea immaginaria definita dal punto e dall'origine relativa Questa funzione si può utilizzare anche nelle viste prospettiche.

Strumenti Geometrici

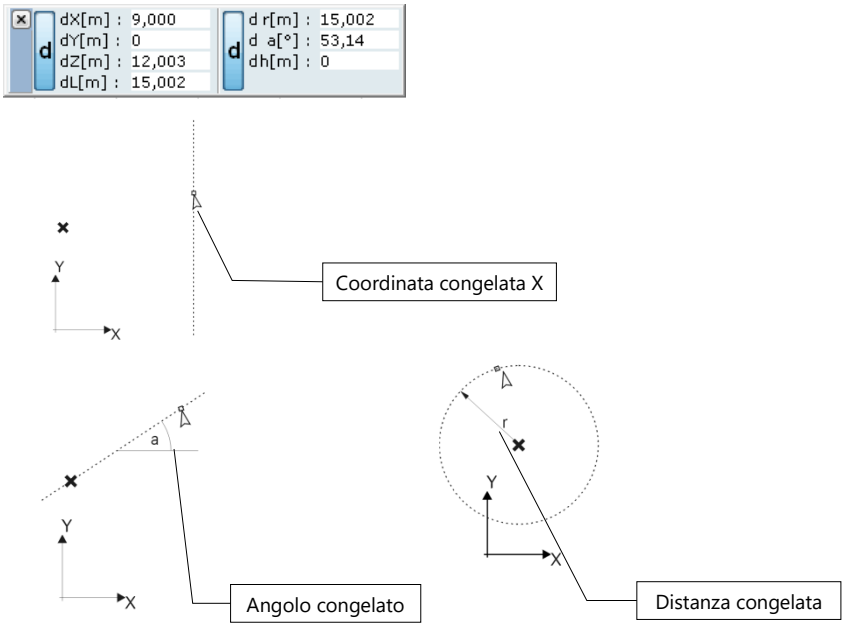


Tramite le icone degli strumenti geometria è possibile bloccare la direzione di disegno della linea.

Vedere... *2.16.10 Strumenti Geometrici*

4.7.5. Blocco Coordinate

Il valore di una coordinata può essere bloccato, per permettere un posizionamento migliore. Una coordinata bloccata non cambierà col movimento del cursore. Il blocco può essere attivato usando **[Alt] + [X],[Y],[Z],[L],[R],[A],[B], [H],** rispettivamente. Per mostrare che la coordinata è bloccata compare su di essa un rettangolo nero nel campo di inserimento.
Per annullare un blocco di coordinate si deve premere la stessa combinazione di tasti usata per il blocco o **[Alt]+ [Space].**

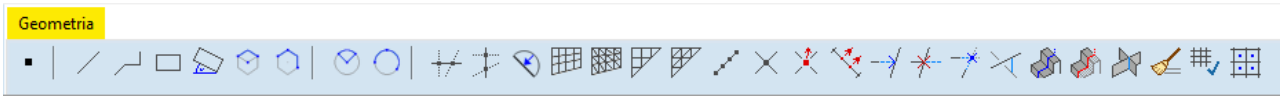


4.7.6. Intersezione automatica

Nel punto d'intersezione delle linee, sarà generato un nodo e le linee saranno bisecate. Se le superfici sono intersecate da linee, esse saranno suddivisi e gli elementi che risultano avranno le stesse proprietà (materiali e sezione trasversale) come l'originale. Definizione della linee d'intersezione automatica in *Definizioni/Opzioni/Editing/Intersezione automatica.* ***Vedere...*** *2.16.22.2 Modifica*

Se l'intersezione automatica è attivata, le superfici verrano suddivise in superfici più piccole se è necessario. Sono divisi anche gli elementi finiti di superficie e i nuovi elementi ereditano le proprietà e i carichi dell'elemento originale.

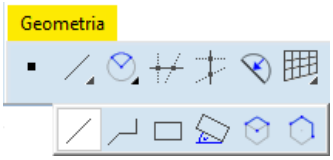
4.8. Barra Strumenti Geometria



Questi pulsanti creano la nuova geometria o cambiano quello esistente.

☞ ***Se si lavora con le parti e l'opzione Impostazioni/Opzioni/Editing/Auto/Gestione parti è attiva, tutte le entità geometriche appena create saranno aggiunte alle parti attive.***

Le entità geometriche possono anche essere selezionate precedentemente all'applicazione dei comandi di costruzione geometria.
Le entità geometriche possono essere selezionate anche prima di applicare i comandi di costruzione della geometria.



È possibile accorciare questa barra degli strumenti tramite *Impostazioni / Preferenze / Barra degli strumenti*, raggruppando comandi simili e collocandoli in una barra degli strumenti a scomparsa che appare facendo clic vicino al triangolo nero nell'angolo inferiore destro dell'icona o tenendo premuto più a lungo il pulsante del mouse. Il comando selezionato sostituirà l'icona corrente.

4.8.1. Nodo (Punto)



Permette di posizionare nuovi nodi o modificare quelli esistenti.

Per posizionare un nodo:
spostare il cursore grafico nella posizione desiderata e premere il tasto SPAZIO o il tasto sinistro del mouse (nella vista prospettica si possono disporre i nodi solo in posizioni particolari).
Inserire le coordinate del nodo numericamente nella Finestra Coordinate, e quindi premere **[Spazio]** o **[Enter]** (funziona in tutte le viste).
Si può posizionare un nodo su una linea o su una superficie. Se l'opzione *Impostazioni / Opzioni/ Modifica/Automatici /Intersezione* è abilitata, la linea o la superficie saranno divise dal nuovo nodo, altrimenti il nodo rimarrà indipendente dalla linea stessa.

☞ ***Se i nodi generati sono vicini l'uno all'altro più del valore di tolleranza specificato in*** *Impostazioni/ Opzioni/ Modifica/Modifica Tolleranza* ***i nodi saranno unificati quando si applica il controllo geometria.***

Lavorando con le parti, con Impostazioni / Opzioni / Editing / Auto / Gestione parti acceso, tutte le entità geometriche create saranno aggiunte automaticamente alle parti attive.

Vedere... *4.8.20 Controllo geometria e contorni del dominio*

4.8.2. Linea



Lo strumento Linea serve a costruire linee o altre forme semplici. Se le barre degli strumenti a scomparsa sono attivate (vedere sopra), è possibile scegliere il tipo di linea facendo clic sul triangolo nell'angolo inferiore destro dell'icona dello strumento *Linea* attualmente in uso o tenendo premuto più a lungo il pulsante del mouse, quindi facendo clic sull'icona desiderata.



L'utilità Linea consente le seguenti opzioni per il disegno di semplici figure:

Linea


Si possono costruire linee rette definendo i punti finali (nodi). È necessario specificare graficamente o numericamente (con la Finestra Coordinate) i punti terminali (nodi). Il comando permette di

generare una o più linee indipendenti. È possibile cancellare il processo premendo il tasto **[Esc]** o il tasto destro del mouse.
Nella presentazione in prospettiva, le linee di vista sono disegnate sul piano Z = 0.
Per disegnare linee in prospettiva in un piano diverso si possono utilizzare i piani di lavoro.
Vedere... *2.16.7 Piani di lavoro*

Polilinea



Costruisce una serie di linee rette connesse (una polilinea). Bisogna specificarne i vertici.
Per uscire dal processo di costruzione della polilinea corrente premere :

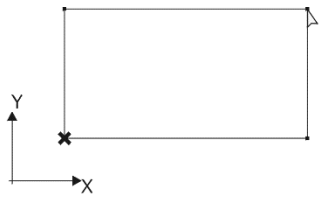
[Esc] key
premere **[Esc]** key una seconda volta causerà l'uscita dalla modalità di disegno polilinea.
tasto destro → MENU *Veloce/ Annulla*.
tasto sinistro puntato sull'ultimo punto (nodo) della polilinea corrente.

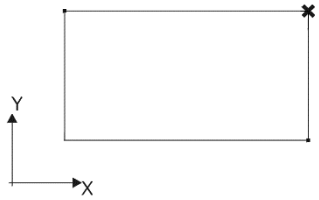
Nella vista prospettica si possono generare polilinee solo usando come vertici punti già esistenti (nodi).

Rettangolo



Costruisce un rettangolo (angoli (nodi) e lati) specificandone due angoli opposti.



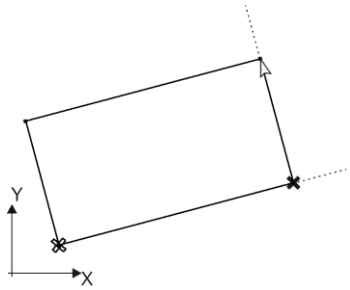


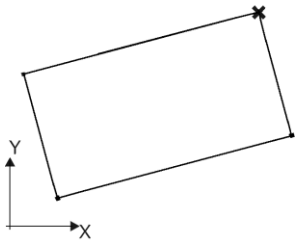
Dopo aver specificato il primo angolo, si può annullare il comando premendo [Esc] key. Questo comando non è disponibile nella vista prospettica.

Rettangolo obliquo



Costruisce un rettangolo obliquo (angoli (nodi) e lati) Bisogna specificarne un lato (tramite i suoi estremi), e poi l'altro lato (tramite un solo punto).





Dopo aver definito il primo angolo si può annullare il comando con il tasto **[Esc]** key. Nella vista prospettica si possono disegnare rettangoli obliqui usando solo punti già esistenti.

Poligono I



Il numero di lati deve essere definito. Il poligono deve essere definito immettendo il centro e 2 punti del poligono.

Poligono II



Il numero di lati deve essere definito. Il poligono deve essere definito immettendo i tre punti del cerchio circoscritto al poligono.

4.8.3. Arco

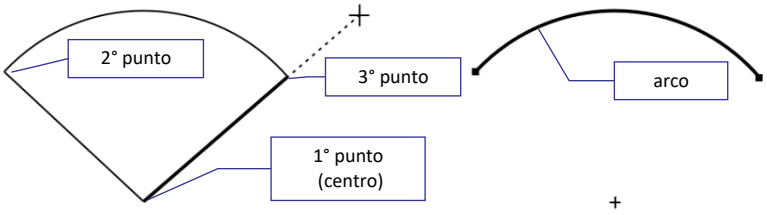




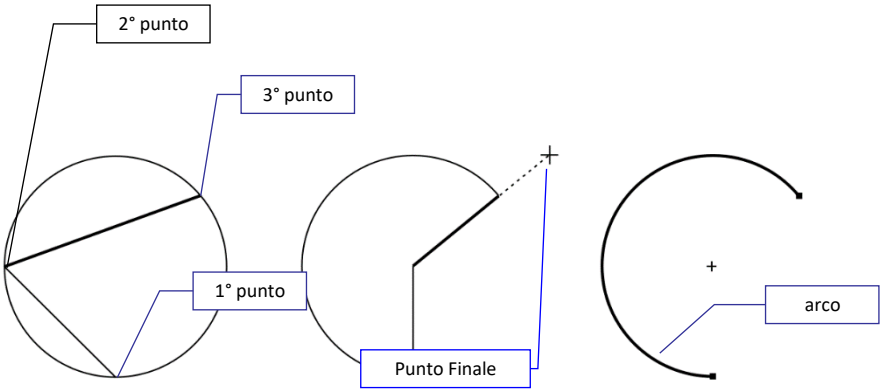
Disegna un arco o un cerchio. Gli archi e i cerchi saranno presentati come poligoni secondo la risoluzione dell'arco definita in *Impostazioni / Preferenze / Visualizza*. **[Esc]** annulla il comando.



Definisce un arco mediante il raggio, il punto di partenza ed il punto finale.
Il comando può essere applicato anche in modalità di visualizzazione prospettica.



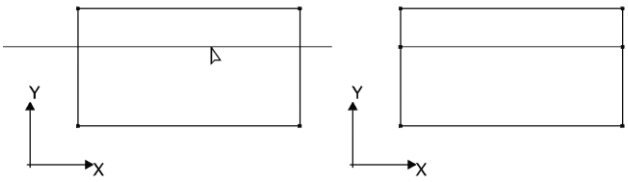
Definizione di un arco passante per tre punti. Il comando può essere applicato anche in modalità di visualizzazione prospettica.



4.8.4. Divisione orizzontale

Inserisce una linea di divisione orizzontale nel modello nella posizione del cursore grafico. Genera nodi (punti) alle intersezioni della linea di divisione con le linee esistenti.

Questa funzione crea una riga di divisione orizzontale attraverso la posizione di cursore. Questa linea è in un piano parallelo ai piani X-Y, X-Z Y-Z a seconda della vista effettiva (o parallelo al piano di lavoro utilizzato). Crea nuovi nodi alle intersezioni. Se sono intersecati elementi limitati i nuovi elementi ereditano le proprietà e i carichi dell'elemento originale.



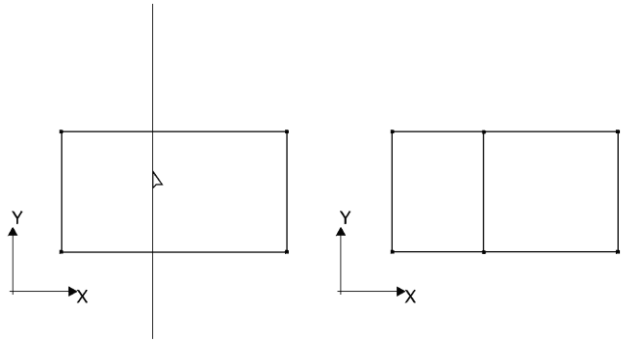
Questo comando non è disponibile nella vista prospettica.

☞ ***Se si vuole utilizzare questo comando per entità geometriche che non si trovano in un piano parallelo ai piani del sistema di coordinate globali X-Z, X-Y, o Y-Z, bisogna Prima portare (per rotazione)l'entità geometrica in un piano parallelo al piano di coordinate globali, poi applicare questo comando , e quindi riportare l'entità nel piano originario. Vedere...*** *2.16.6.2 Ruota/*Copia

4.8.5. Divisione verticale

Inserisce una linea di divisione verticale nel modello nella posizione del cursore grafico. Genera nodi (punti) alle intersezioni della linea di divisione con le linee esistenti.

Questa funzione crea una riga di divisione verticale attraverso la posizione di cursore. Questa linea è in un piano parallelo ai piani X-Y, X-Z Y-Z a seconda della vista effettiva (o parallelo al piano di lavoro utilizzato). Crea nuovi nodi alle intersezioni. Se sono intersecati elementi limitati i nuovi elementi ereditano le proprietà e i carichi dell'elemento originale.



Questo comando non è disponibile nella vista prospettica

☞ ***Se si vuole utilizzare questo comando per entità geometriche che non si trovano in un piano parallelo ai piani del sistema di coordinate globali X-Z, X-Y, o Y-Z, bisogna Prima portare (per rotazione)l'entità geometrica in un piano parallelo al piano di coordinate globali, poi applicare questo comando , e quindi riportare l'entità nel piano originario. Vedere...*** *2.16.6.2 Ruota/Copia*

4.8.6. Sostituzione degli archi selezionati con linee rette



Questa funzione converte gli archi selezionati in linee rette. Può essere utile quando gli archi sono già stati creati e suddivisi nel modello, ma per determinare le intersezioni corrette con altri elementi sono necessari segmenti di linea retta.

4.8.7. Divisione in Quadrilateri/Triangoli

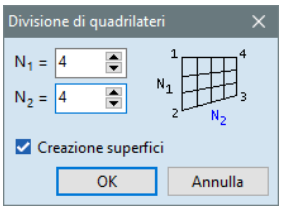


La visibilità di queste icone è gestita dall'opzione *Impostazioni / Preferenze / Barra degli strumenti / Mostra strumenti degli elementi superficiali obsoleti nelle barre degli strumenti.*
Costruisce una maglia di quadrilateri/triangoli su un quadrilatero o triangolo. Questo comando può essere utilizzato per generare una rete macroscopica prima di applicare un comando di generazione di una maglia di elementi finiti. Se la maglia è abbastanza fitta, può essere usata direttamente come maglia di elementi finiti.
Selezionando Crea superfici rende elementi di superficie i triangoli o i quadrilaterali. L'Introduzione dei domini e della mesh automatica ha reso questo metodo obsoleto.

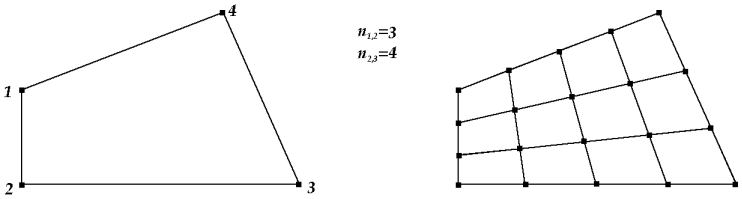
Quadrilateri-in-Quadrilateri



Genera una maglia n*m tra gli angoli di un quadrilatero 3D (non necessariamente piatto).
Bisogna selezionare successivamente gli angoli (quattro punti) graficamente e specificare il numero di segmenti (N1 ≥1) tra gli angoli 1 e 2, e il numero dei segmenti (N2 ≥1) tra gli angoli 2 e 3.
Il quadrilatero e la maglia sono visualizzati con linee grigie piene



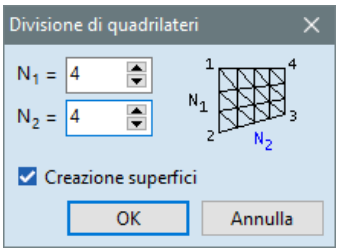
Se la maglia conduce a una suddivisione in quadrilateri distorti (aventi un angolo più piccolo di 30° o maggiore di 150°), il quadrilatero è visualizzato con linee grigie puntinate.
Se si inserisce un quadrilatero di forma non permessa (per esempio concavo), il quadrilatero è visualizzato con linee rosse puntinate.



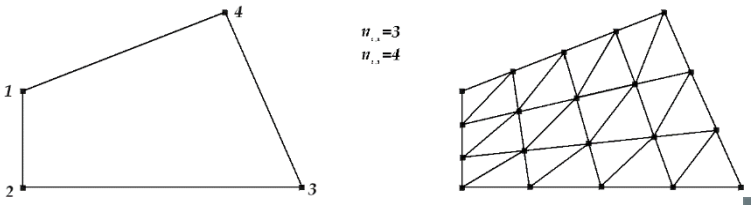
Quadrilateri in Triangoli



Il comando è simile al comando Quadrilateri in Quadrilateri, ma ogni quadrilatero generato è diviso ulteriormente in due triangoli per la diagonale inferiore.



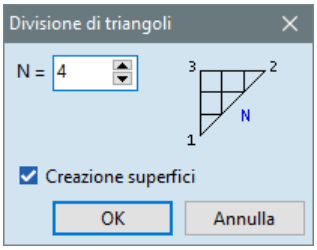
Il quadrilatero e la maglia sono visualizzati con linee grigie piene Se la maglia conduce a una suddivisione in triangoli distorti (aventi un angolo più piccolo di 30° o maggiore di 150°), il quadrilatero è visualizzato con linee grigie puntinate.
Se si inserisce un quadrilatero di forma non permessa (per esempio concavo), il quadrilatero è visualizzato con linee rosse puntinate.



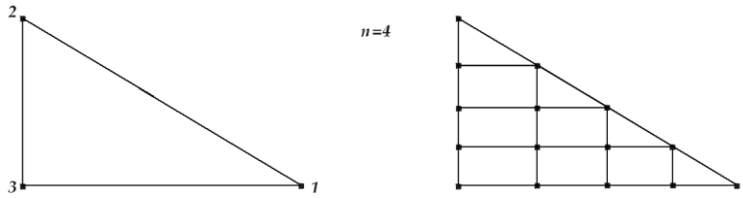
Triangolo in Quadrilateri



Costruisce una maglia di quadrilateri tra gli angoli di un triangolo. Lungo il lato corrispondente ai primi due angoli inseriti la maglia conterrà triangoli.
Bisogna selezionare in successione gli angoli (tre punti), e specificare il numero dei segmenti N tra gli angoli.



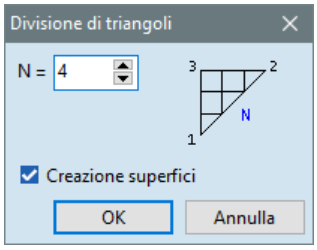
Il triangolo e la maglia sono visualizzati con linee grigie piene Se la maglia conduce a una suddivisione in quadrilateri distorti (aventi un angolo più piccolo di 30° o maggiore di 150°) o a suddivisioni troppo distorte di un triangolo (avente un angolo inferiore a 15 gradi o superiore a 165) il triangolo è visualizzato con linee grigie puntinate.
Se si inserisce un quadrilatero di forma non permessa (per esempio con tre angoli allineati), il triangolo è visualizzato con linee rosse puntinate.



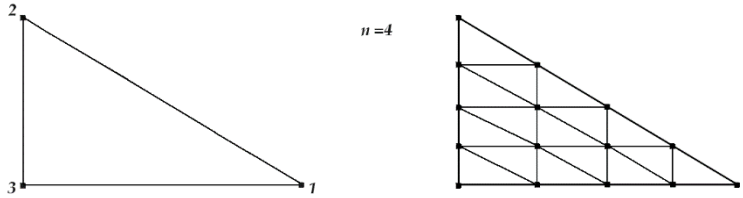
Triangolo in Triangoli



Il comando è simile al comando Triangolo in Quadrilateri, ma ogni quadrilatero generato è ulteriormente diviso in due triangoli per le sue diagonali che sono parallele al primo lato inserito.



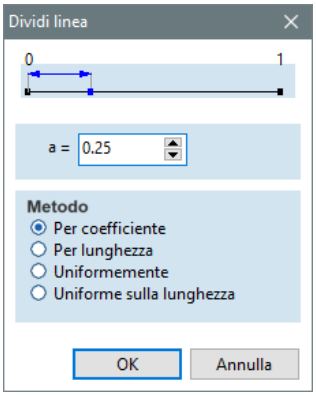
Stesse note del comando Triangolo in Quadrilateri.



4.8.8. Divisione linea



Permette di creare nuovi punti(nodi) sulle linee selezionate.
Sono disponibili le seguenti possibilità per esprimere la divisione desiderata.



- ***Per coefficiente*:** Permette di dividere le linee selezionate in due segmenti. Si deve specificare il parametro a che esprime la posizione del nodo da inserire rispetto al primo nodo. Il parametro a deve essere compreso tra 0 e 1 Un valore di 0.5 rappresenta una divisione delle linee selezionate in due segmenti uguali.
- ***Per lunghezza*:** Permette di dividere le linee selezionate in due segmenti specificando la lunghezza (d) del segmento corrispondente al primo nodo. Il parametro d deve essere compreso tra 0 e la lunghezza totale.
- ***Uniformemente:*** permette di dividere le linee selezionate in diversi segmenti uguali. Si deve specificare il numero(N) dei segmenti.
- ***Uniforme per lunghezza:*** consente la divisione delle linee selezionate in numerosi segmenti di egual lunghezza. Occorre specificare la lunghezza dei segmenti (d).



Prima della divisione Dopo la divisione

Se gli elementi finiti sono divisi i nuovi elementi ereditano le proprietà e i carichi degli elementi originali.

☞ ***Se si dividono le linee di bordo delle superfici, le superfici saranno cancellate.***

La divisione degli elementi di superficie cancella l'elemento di superficie.

4.8.9. Intersezione



Se la voce nella finestra di dialogo *Impostazioni / Opzioni / Modifica / Automatici / Intersezione non* è selezionata, è possibile usare questo comando per intersecare gli elementi selezionati. Nei parametri del comando è possibile filtrare i tipi di elemento da intersecare.
Divide le linee selezionate creando punti(nodi) alla loro intersezione.

☞ ***È possibile selezionare gli elementi da intersecare in anticipo.***

4.8.10. Elimina nodo



Rimuove i nodi selezionati alle intersezioni delle linee. Rende più facile costruire aste reticolari incrociate, ma che non si intersecano tra di loro oppure rimuovere i punti di divisione inutili lungo la linea.

☞ ***I nodi d'intersezione possono essere cancellati solo se il numero delle linee di collegamento esiste ancora e le linee possono essere unite.***

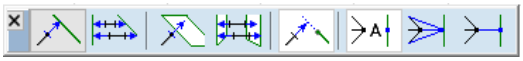
4.8.11. Rimuove i nodi intermedi



Rimuove i nodi intermedi sulle linee. I nodi con due linee di collegamento vengono rimossi a condizione che possano essere collegati.

4.8.12. Estendere le linee per incontrare un'altra linea o un piano





Estende linee o archi esistenti per incontrare un'altra linea retta, arco o piano.

Modalità di estensione



Estende le linee fino ad incontrare un'altra linea
Il primo passo è quello di specificare il limite: fare clic su una linea o arco esistente o immettere due punti che definiscono una linea del limite immaginario. Clicca sulle linee vicino al punto finale da estendere.



Estende le linee fino ad incontrare più linee
Il primo passo è fare clic sulle linee che definiscono i limiti. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Selezionare le linee da estendere. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Entrambe le estremità delle linee saranno estese fino ad incontrare i limiti.



Estende le linee fino ad incontrare un piano
Il primo passo è quello di specificare il piano limite, facendo clic su un dominio esistente o immettere tre punti non collineari di un piano di limite immaginario. Clicca sulle linee vicino al punto finale da estendere.



Estende le linee fino ad incontrare più piani
Il primo passo è fare clic su più domini che definiscono i limiti. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Selezionare le linee da estendere. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Entrambe le estremità delle linee saranno estese per fino ad incontrare i limiti.

Impostazioni



Estende le linee anche se non esiste una reale intersezione
Questo è un pulsante a due stati. Se è attivato (il suo sfondo diventa bianco) le linee saranno estese anche se il punto di intersezione non cade tra l'inizio ed la fine della linea limite. Se è disattivo (il suo sfondo è blu) le linee saranno estese solo se il punto di intersezione è sulla linea limite.

Gli ultimi tre pulsanti controllano il comportamento delle linee collegate al punto esteso.



Estende l'estremità e aggiunge una connessione se ci sono altri elementi collegati
Il programma sceglie in automatico tra le due opzioni elencate di seguito. Se non sono collegate alla linea da estendere, il programma sceglie la prima opzione, altrimenti sceglie la seconda.



Estende l' estremità della linea e sposta gli elementi connessi ad essa
Il nodo del punto esteso viene spostato al punto d'intersezione. La direzione delle linee collegate a questo nodo cambia.



Estende l' estremità della linea e mantiene invariati gli elementi connessi ad essa
Il nodo del punto esteso non viene spostato. Verrà creato un nuovo nodo al punto di intersezione e viene inserita una nuova linea tra i due nodi. Le linee connesse rimangono invariate.

4.8.13. Accorcia linee per *raggiungere* un'altra linea o piano





Accorcia linee o archi esistenti per raggiungere altre linee rette, archi o piani.

Modalità di taglio



Taglia le linee sull'intersezione con una linea
Il primo passo è quello di specificare la linea di taglio: fare clic su una linea o arco esistenti o immettere due punti di una linea di taglio immaginaria. Fare clic sui segmenti di linea da rimuovere.



Taglia le linee sull'intersezione con più linee
Il primo passo è quello di fare clic su più linee che definiscono le linee di taglio. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Selezionare le linee da tagliare. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Fare clic sui segmenti di linea da rimuovere.



Taglia le linee sull'intersezione con un piano
Il primo passo è quello di specificare il piano di taglio: fare clic su un dominio esistente o immettere tre punti non collineari di un piano di taglio immaginario. Se il piano di taglio interseca le linee, fare clic sui segmenti di linea da rimuovere.



Taglia le linee sull'intersezione con più piani
Il primo passo è fare clic su più domini che definiscono i piani di taglio. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Selezionare le linee da tagliare. Fare clic su OK sulla barra di selezione o premere Invio. Fare clic sui segmenti di linea da rimuovere.

Impostazioni



Taglia le linee anche se non c'è intersezione effettiva
Questo è un pulsante a due stati. Se è attivo (il suo sfondo diventa bianco) le righe saranno tagliate anche se il punto di intersezione non cade tra il punto iniziale e quello finale della linea di taglio. Se è disattivo (il suo sfondo è blu) le linee saranno tagliate solo se il punto di intersezione cade sulla linea di taglio.

Gli ultimi tre pulsanti controllano il comportamento delle linee collegate all'estremità delle linee da tagliare. La linea tagliata ottiene sempre un nuovo punto finale al punto di intersezione.



Taglia le estremità libere, rimuovere il segmento se altri elementi sono collegati
Il programma sceglie automaticamente tra le due opzioni elencate di seguito. Se le linee sono collegate all'elemento da tagliare, sceglie la seconda opzione.



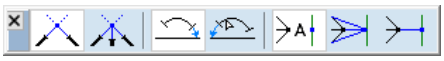
Spostare l'estremità della linea
Il punto finale delle linee connesse si sposterà verso il nuovo punto d'intersezione con la linea di taglio. Il vecchio punto finale viene rimosso.



Rimuovere sempre il segmento di linea
Il punto finale originale e le linee connesse rimangono invariate.

4.8.14. Estendere / tagliare le linee nel punto di intersezione





Modalità



Estende / taglia due linee selezionate al loro punto di intersezione
Estende / taglia coppie di linee selezionate successivamente al loro punto di intersezione.



Estende / taglia le linee selezionate al punto di intersezione con il primo
Estende / taglia linee consecutivamente selezionate al loro punto d'intersezione con la prima linea.

I due pulsanti successivi controllano il comportamento degli archi dove ci possono essere due punti di intersezione.

Impostazioni



Estende l'estremità dell'arco in cui l'estensione è più breve
Il programma sceglie sempre l'estremità dove il punto di intersezione è più vicino.



Fare clic per scegliere l'estremità dell'arco da estendere
La fine di estensione può essere definita facendo clic sull'estremità scelta.

Gli ultimi tre pulsanti controllano il comportamento delle linee collegate secondo la descrizione di cui sopra.

4.8.15. Normale Trasversale



Genera un nodo tra due linee lungo la loro normale trasversale.

4.8.16. Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da traslare rigidamente



Dopo aver definito il piano d'intersezione, le linee e i nodi intersecati saranno aggiunti al modello. Saranno divisi i domini, le travi e le nervature.

4.8.17. Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da eliminare

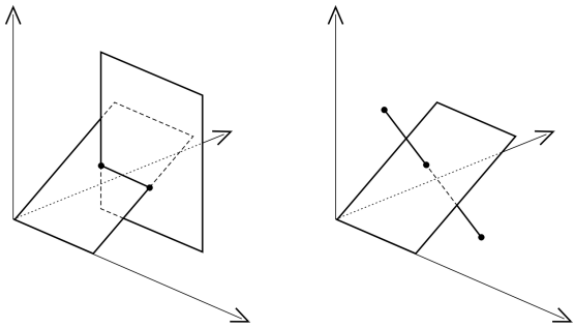


Questa operazione è simile al Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da traslare rigidamente, solo che dopo aver definito il piano si può selezionare la parte da eliminare. Gli elementi all'interno della parte selezionata saranno cancellati

4.8.18. Intersezione Domini



Crea le righe di intersezione di domini. Dopo avere cliccato sull'icona, selezionare i domini per creare l'intersezione o scegliere un dominio e una linea per creare l'intersezione.



4.8.19. Elimina le line e i nodi non necessari

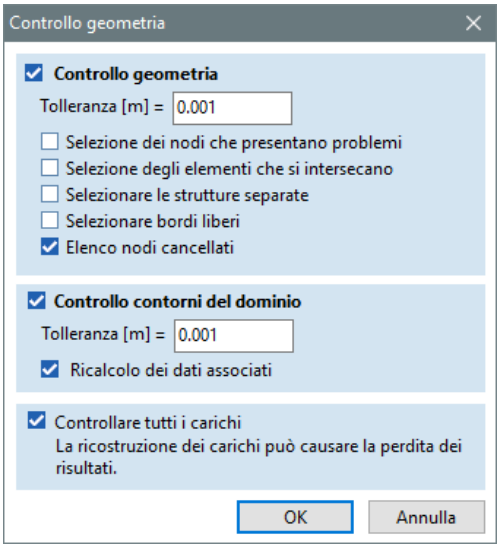


Questa funzione elimina i nodi non connessi ad alcun elemento (elemento linea, dominio, appoggio, ecc..), e linee senza proprietà assegnate. Le opzioni possibili sono:
Dalla selezione: verranno selezionati solo nodi e linee selezionate.
Controlla anche i nodi all'interno dei domini: quando sono inseriti carichi indipendenti dalla mesh, possono essere creati nodi e linee aggiuntivi all'interno del dominio per guidare l'algoritmo di messa a punto. La cancellazione della mesh non rimuove questi nodi e linee. Poiché essi non hanno un ruolo fisico all'interno del modello, vengono rilevati quando si vuol fare pulizia di elementi inutili. Se questa opzione non è selezionata, il software li mantiene.
Seleziona ma non rimuove: linee e nodi non necessari vengono selezionati e non rimossi.

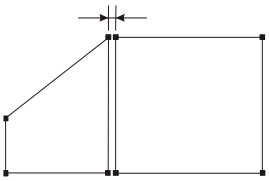
4.8.20. Controllo geometria e contorni del dominio



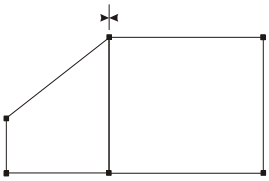
Trova nodi e linee non collegati o duplicati all'interno della *Tolleranza* data. I nodi più vicini a questa distanza sono considerati duplicati.
Se viene spuntata la *Selezione dei nodi problematici*, saranno selezionati nodi più vicini alla *Tolleranza*. Se non è spuntata questi nodi verranno eliminati e verrà creato un nuovo nodo con coordinate medie.
Il comando indica il numero di nodi / righe uniti.
Se si seleziona *Elenco nodi cancellati* viene visualizzato un elenco di nodi eliminati utilizzando i numeri dei nodi prima della cancellazione. Le righe connesse ai nodi verranno sostituite con una singola riga al nuovo nodo.
Se viene selezionata la *Selezione degli elementi intersecanti*, seleziona gli elementi intersecanti in cui non esiste un nodo al punto di intersezione.
Se si seleziona *Seleziona nodi o linee* isolati, viene visualizzato un avviso se esistono linee o nodi indipendenti non connessi al resto della struttura.



Trova nodi e linee non collegati o duplicati all'interno della tolleranza data. I nodi più vicini a questa distanza sono considerati duplicati.
Se viene spuntata la selezione dei nodi problematici, saranno selezionati nodi più vicini alla tolleranza. Se non è spuntata, questi nodi verranno eliminati da un unico nodo posto nelle coordinate medie.
Le linee collegate ai nodi verranno sostituite con una sola linea per il nuovo nodo.
Il comando riporta il numero di nodi / linee creati. Se l'opzione *Elenco dei nodi cancellati* è attivata viene visualizzato l'elenco dei nodi eliminati utilizzando i numeri dei nodi *prima* dell'eliminazione.
Se viene spuntata l'opzione *Selezione degli elementi che si intersecano*, il programma seleziona gli elementi intersecanti in cui non esiste un nodo al punto di intersezione.
Se l'opzione *Seleziona nodi o linee isolati* è attivato, viene generato un avviso nel caso in cui ci siano linee indipendenti o nodi non collegati al resto della struttura.
Il comando *Seleziona bordi liberi* seleziona tutti i bordi collegati ad un solo elemento di superficie. Questa selezione aiuta a trovare i bordi dove le maglie di due domini non sono collegate a causa di qualche problema di editing.



Prima del Controllo Geometria



Dopo il Controllo Geometria

Seleziona nodi o linee isolati:
Se questa cella è abilitata, AXISVM manderà un messaggio di avviso se incontra parti isolate.

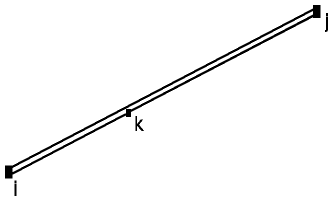
Controllo contorni del dominio

Se selezionato, il programma sostituisce i segmenti con variazione di direzione che rientrano nella tolleranza con un segmento diritto.

Verifica di tutti i carichi

Questa funzione ricrea tutti i carichi che dipendono dalla geometria (come i carichi superficiali distribuiti su travi o carichi del pannello di carico). La ricostruzione dei carichi può causare la perdita dei risultati

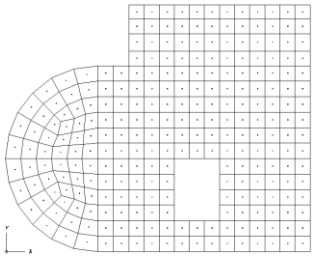
☞ ***Il seguente caso non è identificato dal comando check. Per evitare di avere linee nascoste controllare*** *Impostazioni / Opzioni / Modifica / Automatici / Intersezione* ***o cliccare Intersezione nella barra degli strumenti Geometria.***

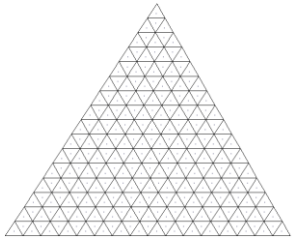


4.8.21. Superficie



In qualunque caso, quando si desidera modellare delle superfici(piastre, membrane o gusci), occorre prima una maglia di triangoli e quadrilateri piani. In seguito la maglia può essere raffinata.
Il comando cerca tutti i triangoli e i quadrilateri nella maglia di linee selezionata. Quando si applica il comando si devono selezionare tutti i bordi della superficie. Il numero di superfici rilevate viene visualizzato in una finestra di informazioni.
Le superfici riportare sono superfici geometriche ma non elementi superficie.
li si può rendere elementi superficie assegnando ad esse un materiale e delle proprietà di sezione.
L'introduzione dei domini e la mesh automatica hanno reso questo metodo obsoleto.





☞ ***I quadrilateri devono essere piani. AXISVM prende in considerazione solo le superfici che hanno misure fuori piano minori della tolleranza inserita in*** *Impostazioni / Opzioni /Modifica / Tolleranza.*

4.8.22. Modifica, trasformazione

Si possono modificare entità geometriche esistenti.
Per modificare nodi o linee:

1. Posizionare il cursore su nodo/ linea/ centro dell'elemento di superficie.
2. Tenendo premuto il bottone sinistro del mouse, trascinare il nodo/ linea/ centro dell'elemento di superficie.
3. Trascinare il nodo/linea/centro dell'elemento di superficie alla sua nuova posizione, o inserire le sue nuove coordinate nella Finestra Coordinate, e poi premere INVIO o premere di nuovo il tasto sinistro del mouse.

☞ ***Se sono scelti più nodi e/o linee, la posizione di tutti i nodi e le linee sarà modificata.***

Modifica veloce: Fare clic su un nodo che porta alla Tabella di Visualizzazione dove è possibile immettere nuovi valori delle coordinate. Se sono scelti più nodi e si fa clic su uno di loro, tutti i nodi scelti appariranno nella tabella.

Spostamento dei nodi scelti nello stesso piano: se il piano è globale è possibile spostare facilmente i nodi scelti in questo piano.

1. Cliccare su un nodo scelto qualunque.
2. Scegliere l'intera colonna delle coordinate relative.
3. Utilizzare *Modifica/Imposta valore comune* per definire un nuovo valore comune delle coordinate.

Uso barra icone

A seconda del tipo dell'elemento trascinato appaiono sullo schermo diverse tipi di barre. La loro posizione può essere definita in *Impostazioni / Preferenze / Barra degli strumenti.*
Vedere... *3.3.11 Preferenze*

Trascinamento dei nodi



 Trascinare il nodo con le linee connesse

 Trascinare il nodo scollegando le linee selezionate

 Trascinare tutte le linee di collegamento

 Smussare

 Raccordare

 Allungando o accorciando gli archi che si collegano

 Rimozione di una copia del nodo

 Mantenendo costante l'angolo al centro dell'arco di collegamento.

 Il nuovo arco è definito dal nodo trascinato, il punto d'inizio e il punto medio dell'arco originale.

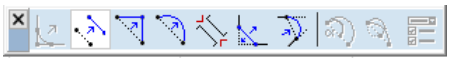
 Abilitato solo in modalità di distacco. Si apre un elenco di proprietà da copiare.

Immissione delle coordinate di un nodo: Facendo clic su un nodo la tabella di nodi appare dove le coordinate possono essere cambiate. Dopo avere scelto uno o più nodi anche le loro coordinate possono essere editate nell'editore di proprietà.

Esempio di allineamento di nodi a un piano se questo piano è parallelo ad uno piano del sistema di coordinate globali:

1. Scegliere i nodi da allineare .
2. Immettere il valore delle coordinate richiesto nell'editore di proprietà.

Trascinamento linee



 Raccordo

 Trascinare la linea parallela con la sua posizione originale

 Rompere la linea in un dato punto aggiungendo un nodo

 Conversione in arco

 Rimozione di una copia della linea

 Trascinare un taglio parallelo alla sua posizione originale

 Sostituzione di una linea retta con un arco sulla base di due punti finali tangenti.

 *Vedi nodi di trascinamento*

Modifica degli archi




Raccordo


Trascinare l'arco parallelamente alla sua posizione originale


Conversione in linea


Cambiare raggio dell'arco


Gonfiaggio / sgonfiaggio arco


Rimozione di una copia dell'arco


Vedi nodi di trascinamento

Trasformare oggetti ***Vedere...*** *2.16.6 Cambiamento geometrico degli oggetti*

4.8.23. Elimina

[Del] ***Vedere...*** *3.2.9 Elimina*

4.9. Elementi Finiti

Si descrivono di seguito i comandi correlati alla definizione degli elementi finiti.



I comandi associati con le icone permettono di definire gli elementi finiti usati per la modellazione. Nell'operazione di definizione bisogna definire e assegnare gruppi di proprietà differenti.

A seconda del tipo di elemento finito, si devono definire le seguenti proprietà:

Elemento finito	Materiale	Sezione-trasversale	Riferimento	Rigidezza	Superficie
Reticolare	●	●	o		
Trave	●	●	●	o	
Nervatura	●	●	o		
Membrana	●		●		●
Piastra	●		●		●
Guscio	●		●		●
Appoggio Elastico			●	●	
Elemento Rigido					
Diaframma					
Vincolo elastico			●	●	
Vincolo Monolatero			●	●	
Link (collegamenti)				●	
Cerniere di bordo				●	

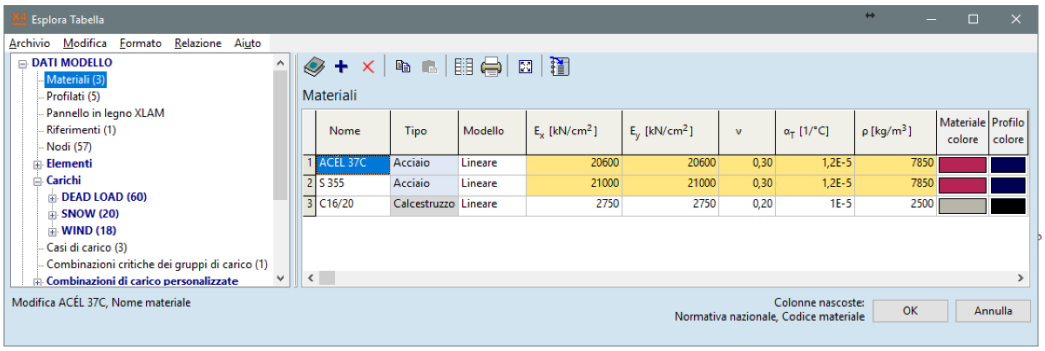
o: opzionale

Si noti che elementi come il vincolo monolatero possono avere proprietà di rigidezza non lineare, che sono prese in considerazione solo in una analisi non lineare. In una analisi lineare si prende in considerazione la rigidezza iniziale per il vincolo elastico, e la rigidezza attiva o passiva il vincolo monolatero a seconda della sua apertura iniziale.

4.9.1. Materiale

Definire materiali





Per la codifica dei colori delle celle di tabella e l'ordinamento delle colonne, ***Vedi...*** *2.9 Esplora Tabella*

Permette di definire e salvare gruppi di proprietà di materiali o caricarli da una libreria di materiali. Se si cancella un gruppo di proprietà di materiali , la definizione degli elementi con il materiale rispettivo sarà cancellata.

☞ ***AXISVM usa esclusivamente materiali isotropi con comportamento elastico lineare.***

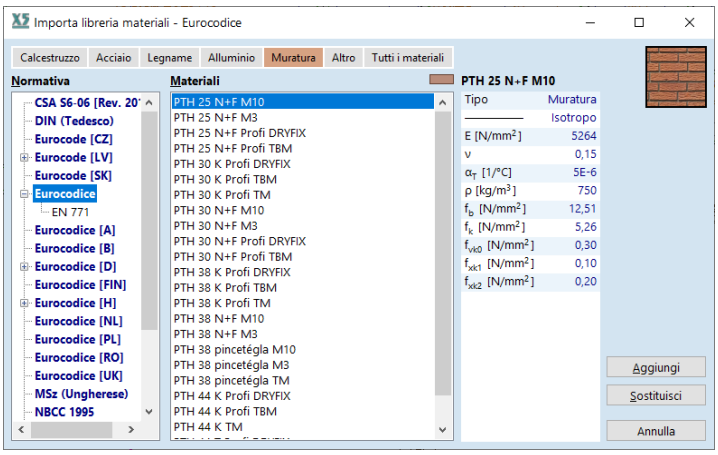
Libreria Materiali



[Shift+Ctrl+M]

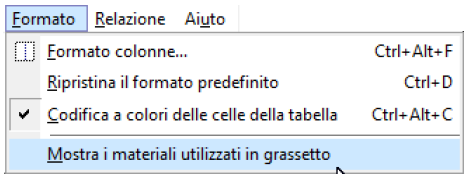
La libreria dei materiali contiene le proprietà dei materiali usati in ingegneria civile secondo le norme dell'Eurocodice, SIA e alcune altre specifiche.

Seleziona un tipo di materiale dall'elenco orizzontale in alto per filtrare l'elenco dei materiali disponibili.



Fai clic su *Aggiungi* per aggiungere un nuovo materiale alla tabella dei materiali. Fai clic su *Sostituisci* per sostituire il materiale della riga della tabella corrente.

Attivare *Formato / Mostrare i materiali usati in grassetto* aiuta ad evitare di eliminare un materiale quando è in uso.
I materiali elencati ma non utilizzati possono essere facilmente rimossi con il comando *Modifica / Elimina i materiali non utilizzati*.
I materiali inutilizzati possono essere facilmente rimossi con il comando Modifica / cancella materiali inutilizzati.



☞ ***Se un tipo materiale è cancellato saranno cancellati tutti gli elementi fatti di questo materiale.***

Proprietà dei materiali

A seconda del tipo di elemento finito, si devono definire le seguenti proprietà del materiale.

Elementi finiti	***E***	***ν***	***α***	***ρ***
Reticolare	●		●	●
Trave	●		●	●
Nervatura	●		●	●
Membrana	●	●	●	●
Piastra	●	●	●	●
Guscio	●	●	●	●
Appoggio Elastico				
Elemento Rigido				
Diaframma				
Vicolo elastico				
Vincolo Monolatero				
Link (collegamento)				

Mostrare e cambiare proprietà ai materiali è descritto in *3.1.15 Libreria Materiali*.

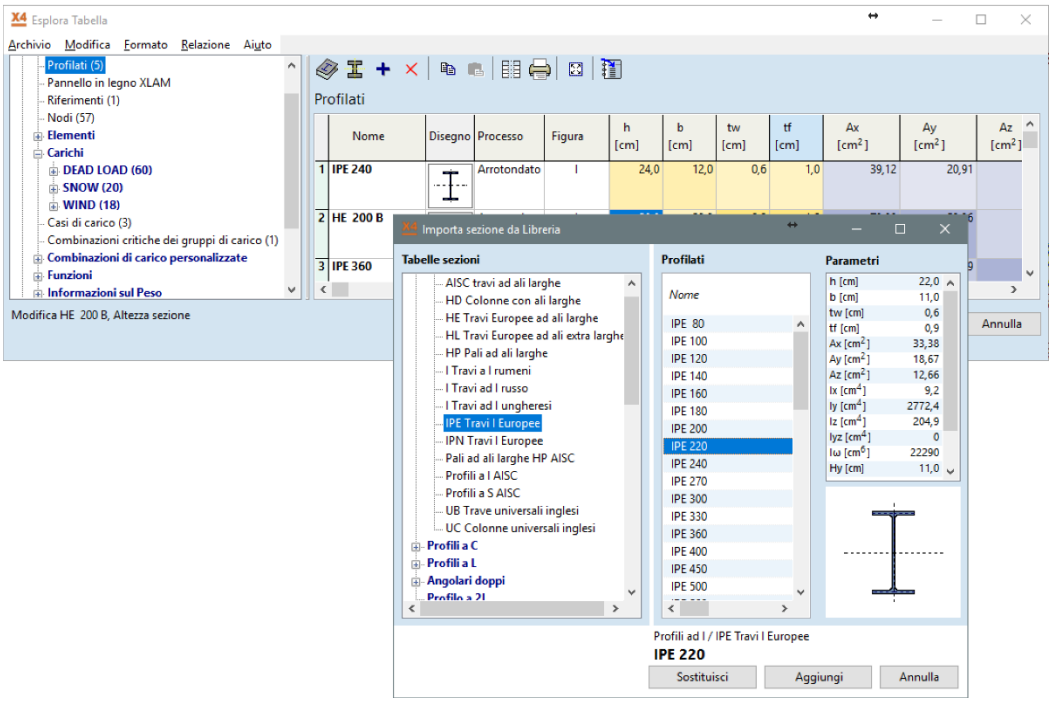
☞ ***In AXISVM viene fatta l'ipotesi che tutti i materiali abbiano un comportamento elastico (secondo la legge di Hooke) o plastico, e con uniformità isotropica (per travi) Alcuni elementi possono avere un materiale con comportamento elastico non-lineare (aste), o rigidezza assegnata (appoggi, vincoli monolateri, link, molle elastiche).***

Modelli con materiali non lineari vengono presi in considerazione solo durante l'analisi non lineare.

In una analisi lineare le rigidezze iniziali sono considerate anche per gli elementi con comportamento non lineare.

4.9.2. Sezione trasversale

Definire sezioni trasversali



Per la codifica dei colori delle celle di tabella e l'ordinamento delle colonne, ***Vedi...*** *2.9 Esplora Tabella*

Consente di definire e salvare le sezioni trasversali o caricarle da una libreria di sezioni trasversali (***vedi...*** *4.9.2.1 Esplora le librerie di sezioni trasversali)*. Le travi, le reticolari e le nervature richiedono una sezione trasversale. Le proprietà sono interpretate nel sistema di coordinate locali dell' elemento.
Per le proprietà di sezione ***Vedi...*** *3.1.16 Libreria Sezioni*

☞ ***Se si cancella un gruppo di proprietà di sezioni, sarà cancellata anche la definizione degli elementi ai quali erano state assegnate. Si devono inserire valori per tutte le proprietà.***

Le proprietà della sezione trasversali sono definite nel sistema di coordinate di un elemento reticolare / trave / nervatura.

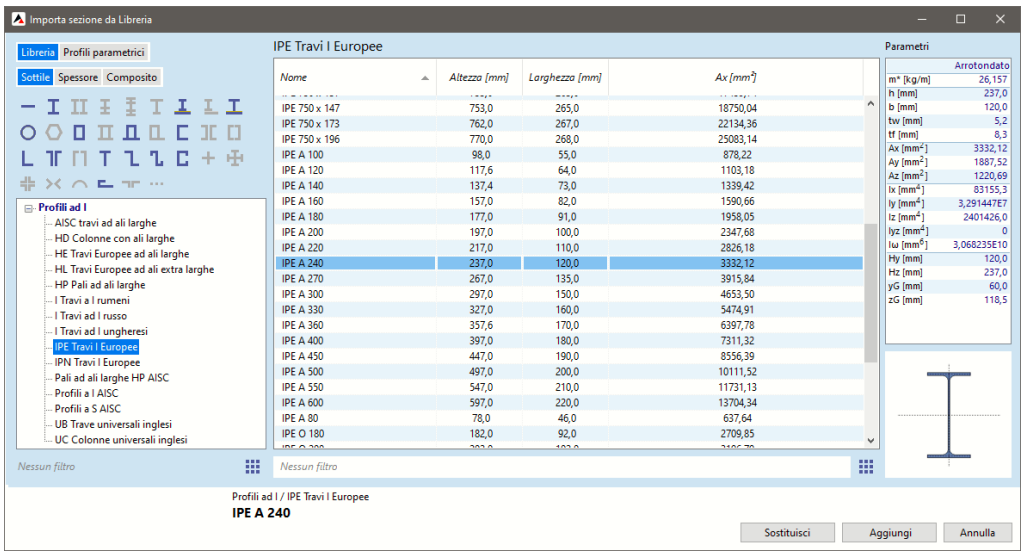
4.9.2.1. Esplora le librerie di sezioni trasversali

Libreria

Una sezione trasversale può essere importata dal database della Libreria o definita inserendo parametri geometrici che ne descrivono la forma parametrica.

Scegliere sezioni trasversali a pareti sottili, pareti spesse o compositi e fare clic sulla forma desiderata nella barra degli strumenti. L' albero a sinistra elenca le tabelle disponibili per la forma selezionata.
L' elenco al centro mostra le sezioni trasversali della tabella selezionata. Facendo clic sull' intestazione della colonna si ordina l' elenco in ordine ascendente/discendente in base al rispettivo parametro: Nome, Altezza, Larghezza, Asse (area trasversale). È possibile selezionare una o più sezioni trasversali. Sulla destra compaiono i parametri di sezione trasversale e il disegno.
Per le proprietà di sezione ***Vedi...*** *3.1.16 Libreria Sezioni*

☞ ***Se un pulsante è disabilitato, la libreria non contiene tabelle di sezioni trasversali per la rispettiva forma. Se si definisce una tabella di sezione trasversale personalizzata con quel tipo di sezione e si apre questa finestra di dialogo, il pulsante sarà abilitato.***

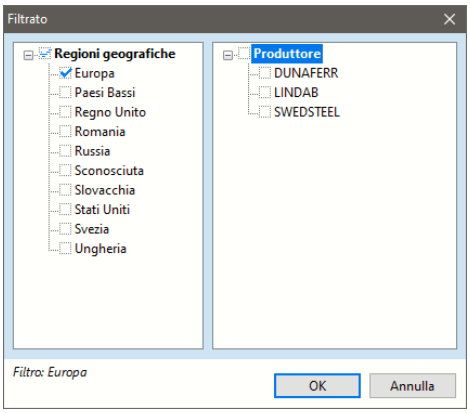


Fare clic sul pulsante Sostituisci per sostituire la riga selezionata nella tabella delle sezioni trasversali con l' elemento selezionato qui. Fare clic sul pulsante Aggiungi per aggiungere le voci selezionate alla tabella delle sezioni trasversali. Se si selezionano più sezioni trasversali, la funzione Sostituisci verrà disabilitata.

Filtri

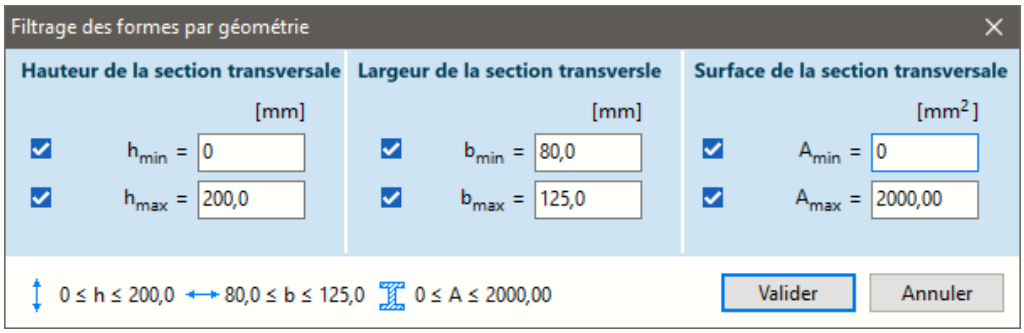


L' elenco delle sezioni con la forma selezionata può essere filtrato in base alle aree geografiche e ai produttori. Fare clic sul pulsante Filtro sotto l' albero a sinistra per configurare il filtro.



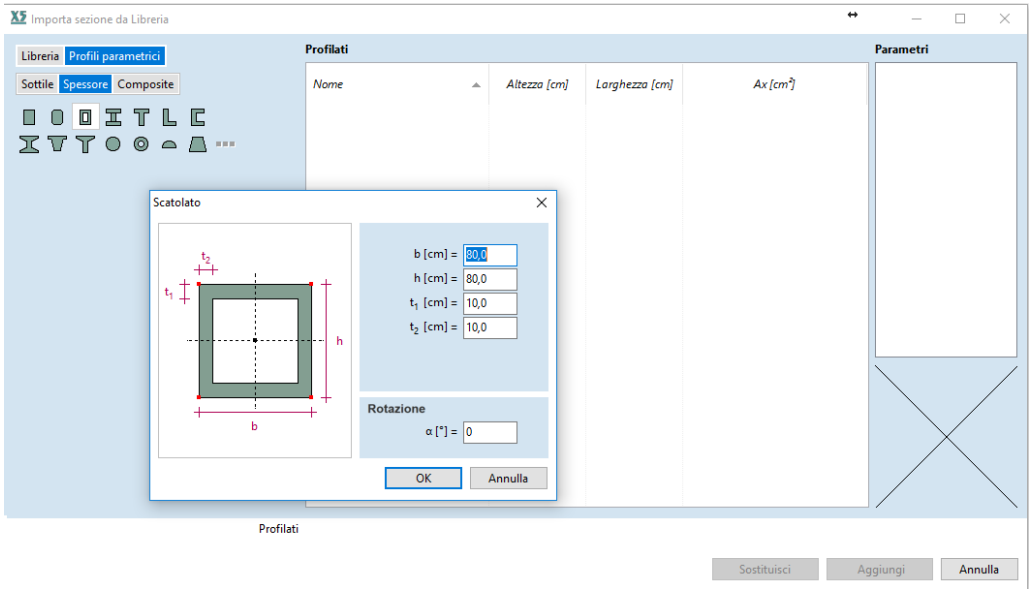
Un altro pulsante Filtro si trova sotto la lista delle sezioni trasversali. Fare clic su di esso per impostare i criteri di filtraggio desiderati per l' altezza minima / massima, la larghezza o l' area della sezione trasversale.





Profili parametrici

Scegliere sezioni trasversali a pareti sottili, pareti spesse o compositi e fare clic sulla forma desiderata nella barra degli strumenti per aprire una finestra di dialogo. Impostare i parametri che descrivono la geometria e fare clic su OK per aggiungere la sezione trasversale all' elenco delle sezioni parametriche con un nome definito dall'utente. È possibile aggiungere forme parametriche diverse all' elenco.
Fare doppio clic sul nome per modificarlo. Premere il tasto *Elimina* per rimuovere una sezione trasversale selezionata dall' elenco.



Se nell' elenco è presente una sola sezione, cliccare sul pulsante *Sostituisci* per sostituire la riga selezionata nella tabella delle sezioni. Fare clic sul pulsante *Aggiungi* per aggiungere tutte le sezioni trasversali nell' elenco alla tabella delle sezioni trasversali. Se l' elenco contiene più di una sezione trasversale, l'opzione *Sostituisci* verrà disabilitata.

☞ ***Nel caso di forme parametriche non è necessario selezionare sezioni trasversali nell' elenco per importarle. L' intero elenco viene importato.***

4.9.3. Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)

AXISVM consente di costruire un modello stratigrafico a partire dai dati dei campioni di trivellazione e un modello del terreno a elementi solidi generando una mesh 3D.

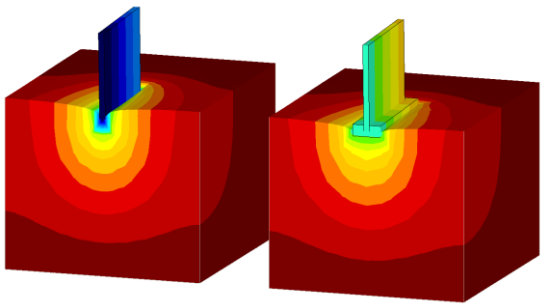
Modello stratigrafico

Il *modello stratigrafico* può essere utilizzato per interpolare il profilo del terreno sotto gli appoggi nodali, lineari o superficiali, per stimare la loro rigidezza (***vedere...*** *4.9.12.1.2 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dalla stratigrafia del suolo e dai parametri di fondazione*). Di conseguenza, per gli appoggi lineari e superficiali, la rigidezza può variare da elemento a elemento nella maglia degli elementi finiti.

Modello del terreno

Un modello più accurato dell'interazione terreno-struttura può essere creato costruendo un modello di terreno a partire da elementi solidi. Questo modello può essere utilizzato anche per seguire la distribuzione delle sollecitazioni e la deformazione del terreno. In questo caso, la sovrastruttura non è sostenuta da supporti nodali, lineari o superficiali, ma dal modello del terreno.

Le fondazioni a platea e a trave devono essere modellate come domini individuali, considerando le loro reali dimensioni fisiche.
Per garantire un comportamento realistico, gli elementi strutturali non possono essere fissati direttamente al modello di terreno, in quanto ciò comporterebbe un assestamento irrealistico e picchi di sollecitazione singolari.
Nella parte inferiore e sui lati del modello di terreno, i nodi sono supportati rigidamente in direzione normale.
Per maggiori dettagli sulla costruzione di un modello di terreno, ***vedere...*** *4.9.9 Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL)*



Campioni di trivellazione

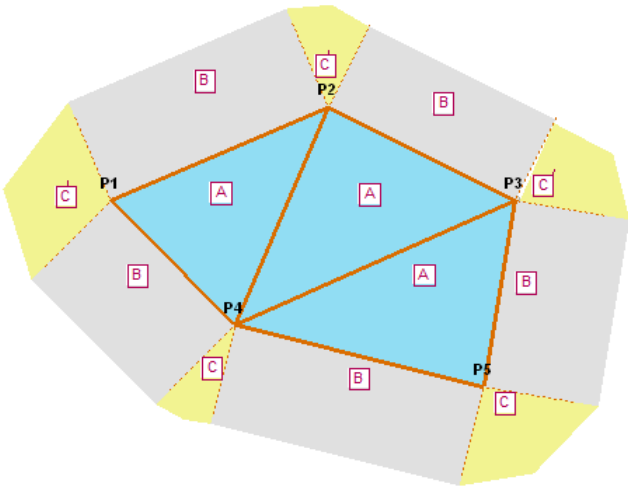
Un *campione di trivellazione* è un profilo del suolo determinato in una determinata posizione nello spazio del modello globale. La posizione rappresenta il punto più alto (zero) del profilo del suolo. È possibile definire un solo campione di trivellazione in una determinata posizione.

Modello del terreno

I campioni di trivellazione definiti in diverse posizioni sono collegati da una triangolazione, chiamata *modello del terreno*. Il programma costruisce un modello stratigrafico che consente di individuare il profilo del suolo in una data posizione P. Se la coordinata Z del punto P si trova al di sopra della sommità del profilo del suolo, lo strato superiore viene esteso verso l'alto, mentre se è inferiore al fondo del profilo del suolo, lo strato inferiore viene esteso verso il basso. Per trovare il profilo del suolo, il modello del terreno e il punto P vengono proiettati sul piano di base dello spazio del modello globale (Z = 0) per determinare in quale triangolo del modello del terreno si trova P.

Modello stratigrafico

All'interno dei triangoli (regioni blu A) il profilo del suolo sotto il punto P è determinato per interpolazione tra i tre profili del suolo. Al di fuori del guscio convesso della proiezione del modello del terreno sul piano di base (regioni grigie B e gialle C) il profilo del suolo è determinato per estrapolazione.



Nelle regioni grigie B, si utilizza un'interpolazione lineare tra i due campioni di trivellazione (ad esempio, P1 e P4). Nelle regioni giallo-basso C, si utilizza il profilo del suolo del singolo campione di foro nella regione.

Se i campioni di trivellazione cadono su una singola linea retta, si utilizza un'interpolazione lineare tra i punti di campionamento e un'estrapolazione oltre i punti iniziali e finali.

Se nel modello è presente un solo campione di trivellazione, il profilo del suolo viene determinato in base a quello. Il modello del terreno viene anche visualizzato nel modello per mostrare le regioni di interpolazione ed estrapolazione.

Interpolazione tra gli strati del suolo

Se gli strati di terreno di due campioni di trivellazione hanno le stesse proprietà e sono nello stesso ordine (cioè solo il loro spessore è diverso), la procedura di interpolazione è inequivocabile.



Quando si interpola tra strati con proprietà diverse (lo strato superiore dei campioni di trivellazione P1 e P2 nella figura è diverso), non è possibile determinare se lo strato superiore del campione P1 o P2 si trova in alto nei punti intermedi. In questo caso, il programma sceglie semplicemente una di queste opzioni.

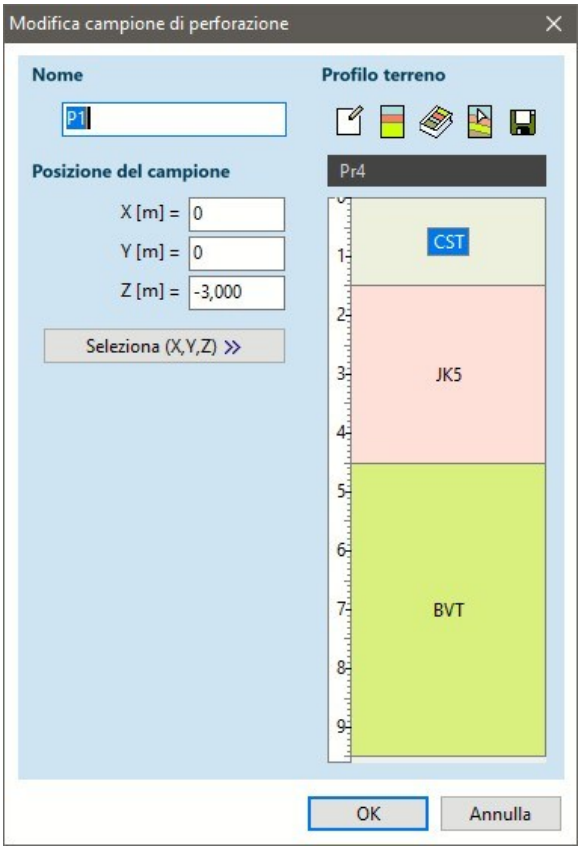


Se da altre considerazioni si sa che lo strato superiore di P2 si trova in cima ai punti intermedi, si può aggiungere uno strato di 1 mm dallo strato superiore di P2 a quello di P1, il che non influisce significativamente sul comportamento del terreno, ma garantisce che lo strato superiore di P2 si trovi in cima ai punti intermedi.

Aggiungere campioni di trivellazione

Per aggiungere un campione di trivellazione, inserire un nome per il campione e la sua posizione nello spazio globale del modello (si può anche selezionare un punto facendo clic sul pulsante *Pick up (X,Y,Z)*, e impostare il profilo del suolo utilizzando la barra degli strumenti a destra.





Profilo del terreno

Esistono diversi modi per impostare o modificare il profilo del terreno.



Crea un nuovo profilo del terreno
Aggiungere livelli e impostare le loro proprietà, ***vedere...*** *6.5.15.3 Editor del profilo del terreno*



Caricamento del profilo del terreno
Scegliere dall'elenco dei profili del terreno disponibili nel modello..



Libreria di profili del terreno
Selezionare un profilo di terreno dalla libreria di profili dei terreni indipendente dal modello.
Vedere... *6.5.15.4 Libreria dei profili del terreno*



Rileva il profilo del terreno interpolato nella posizione indicata
Facendo clic su questo pulsante, viene calcolato un profilo del terreno interpolato nella posizione di campionamento specificata, sulla base del modello del terreno dei campioni di trivellazione esistenti. Può essere utilizzato principalmente per scopi di verifica.



Salva il profilo del terreno nella libreria
Il profilo del terreno attivo può essere salvato nella libreria dei profili del terreno, accessibile da qualsiasi modello. ***Vedere...*** *6.5.15.4 Libreria dei profili del terreno*

Eliminare i campioni di trivellazione

I campioni di trivellazione possono essere eliminati nel Browser tabelle (DATI MODELLO / Campioni di trivellazione).

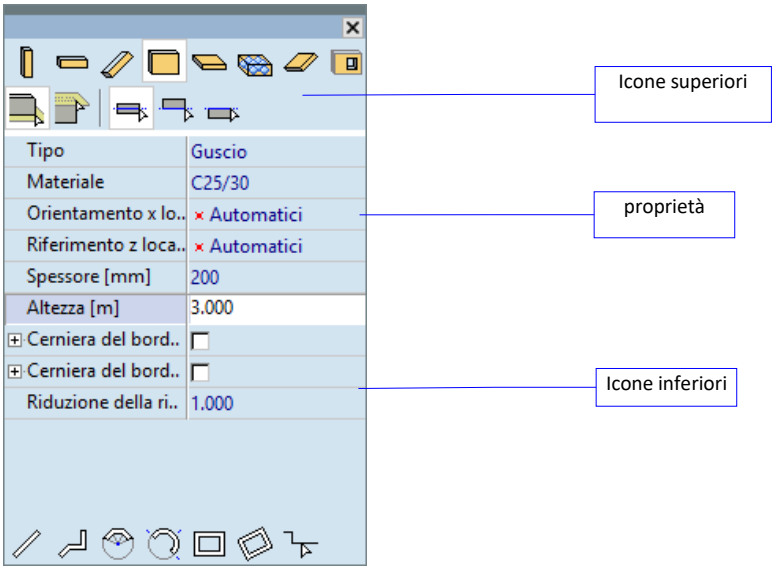
Uso del modello stratigrafico

Il modello stratigrafico determinato dal modello del terreno basato su campioni di trivellazione può essere utilizzato da solo senza creare un dominio di modellazione del suolo. Può essere utilizzato per interpolare il profilo del terreno sotto i supporti nodali, lineari o superficiali, per stimare la loro rigidezza (***vedere...*** *4.9.12.1.2, 4.9.13.1.2, 4.9.14.1.1 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dalla stratigrafia del suolo e dai parametri di* fondazione). Di conseguenza, per gli appoggi lineari e di superficie, la rigidezza può variare da elemento a elemento della mesh.
Quando si progetta una fondazione, non è necessario inserire i diversi profili del terreno uno per uno se si abilita l'interpolazione automatica dei profili del terreno (***vedi...*** *6.5.15.1 Progettazione del piede della fondazione*).

Per la creazione di un modello 3D del terreno, vedere le sezioni *4.9.9 Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL)* e *4.12.1.3 Mesh dei domini di modellazione del terreno*.

4.9.4. Disegno diretto degli oggetti





Dopo avere cliccato sull'icona per l'inserimento diretto degli oggetti compare una finestra con le proprietà dell'oggetto selezionato. Le proprietà possono essere regolate precedentemente ed essere cambiate in qualunque momento durante l'inserimento.
La toolbar superiore mostra i tipi di oggetto che è possibile disegnare ed il loro punto di inserimento.
La toolbar inferiore mostra le modalità d'inserimento dei vari oggetti (linea, polilinea, poligono, rettangolo ecc...)
Cliccando il contorno di un dominio prima dell'inserimento si può forzare il posizionamento degli oggetti su quel piano.

Tipi di oggetti


Colonna (in direzione globale Z)


Trave (nel piano globale X-Y plane)


Trave (spaziale)


Muro (sempre verticale con altezza costante, il bordo superiore ed inferiore è sempre parallelo al piano globale X-Y)


Piano orizzontale (parallelo al piano globale X-Y)

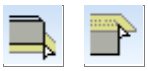

Dominio della soletta AIRDECK (parallela al piano globale X-Y)

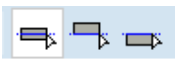

Superficie (spaziale)


Foro

Punti di trascinamento dell'oggetto


Colonna base/testa


Muro base/testa


Giustificazione della parete: durante il disegno delle pareti è possibile impostare la linea di inizio del disegno della parete, se è il centro o il lato sinistro / destro della parete (o lato interno / esterno in caso di archi e reticoli).

Geometria dell'oggetto


Colonna


Linea per trave o muro


Polilinea per trave o muro


Arco per trave, dando centro punto iniziale e finale


Arco per trave, dando tre punti


Poligonale per trave e muro


Rettangolo per muro


Rettangolo inclinato per muro


Muro lungo una linea esistente di AxisVm o su una linea dei layer di sfondo



Soletta rettangolare



Soletta a forma di parallelogramma



Soletta poligonale



Soletta circolare

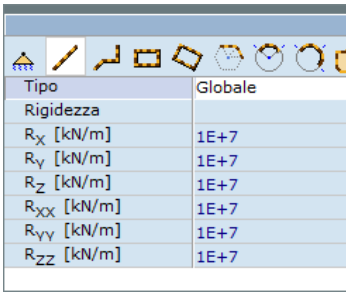


Soletta complessa

4.9.5. Disegno diretto appoggi elastici



Questa funzione consente l'assegnazione diretta deggli appoggi nodali e lineari con proprietà predefinite.




Appoggio elastico nodale


Appoggio elastico lineare, linea


Appoggio elastico lineare, polilinea


Appoggio elastico lineare, rettangolo


Appoggio elastico lineare, rettangolo inclinato


Appoggio elastico lineare, poligono definito dal centro e due punti di passaggio


Appoggio elastico lineare, arco definito dal centro e due punti di passaggio

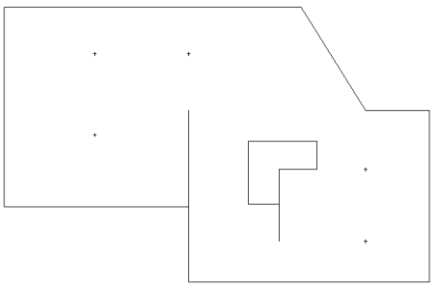

Appoggio elastico lineare, arco definito da tre punti di passaggio


Appoggio elastico lineare applicato ai bordi del dominio

4.9.6. Dominio



Un dominio è un elemento strutturale piano con una forma geometrica complessa descritta da un poligono chiuso fatto di linee e archi.
Un dominio può contenere fori, linee e punti interni. Vertici del poligono, fori e linee interne devono stare in uno stesso piano.



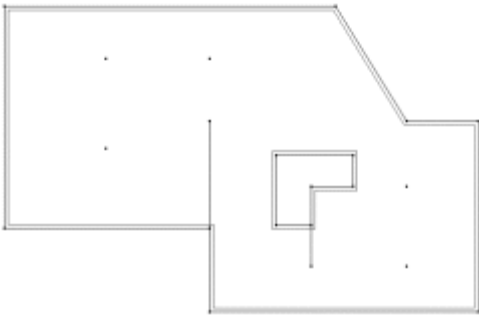
Un dominio è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Tipo di elemento (membrana, piastra, guscio)
- Materiale
- Spessore
- Eccentricità
- Sistema di coordinate locali
- Colore personalizzato per la vista renderizzata

I seguenti parametri possono essere assegnati ad un poligono, bordi dei fori, linee interne e punti di un dominio:

- Punti di supporto, linee di supporto e superfici di supporto (supporti intesi come vincoli)
- Elementi di irrigidimento (nervature)
- Carichi distribuiti
- Peso proprio
- Carichi termici
- Gradi di libertà nodali (DOF)

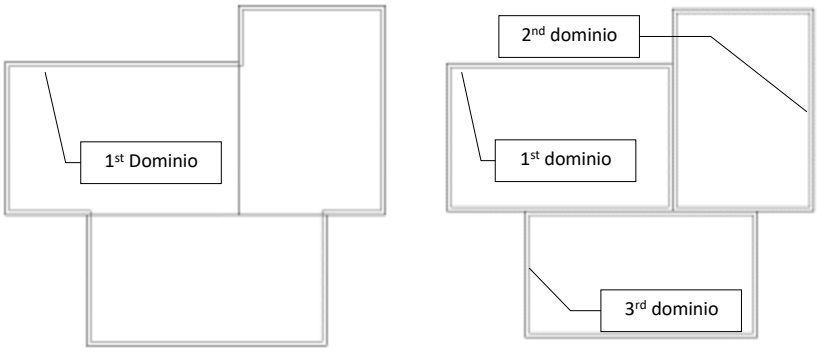
Un dominio è evidenziato a video da una linea di contorno interna al poligono del dominio, con un colore corrispondente al tipo di elemento del dominio (blue per membrane, rosso per piastre, e verde per gusci).



Possiamo definire un dominio per elementi di superficie complessi tipo pavimenti (solai), muri ed altri elementi bidimensionali (superficiali) complessi.

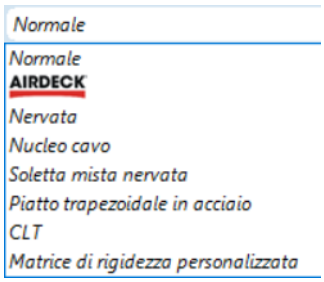
La suddivisione del dominio in maglie più piccole può essere effettuata in automatico.
Vedere… *4.12.1.2 Generazione della mesh sul dominio*

Per modellare un elemento strutturale possiamo usare più di un dominio contemporaneamente.



Un dominio può contenere altri (sotto) domini.

Sono disponibili diversi tipi di dominio



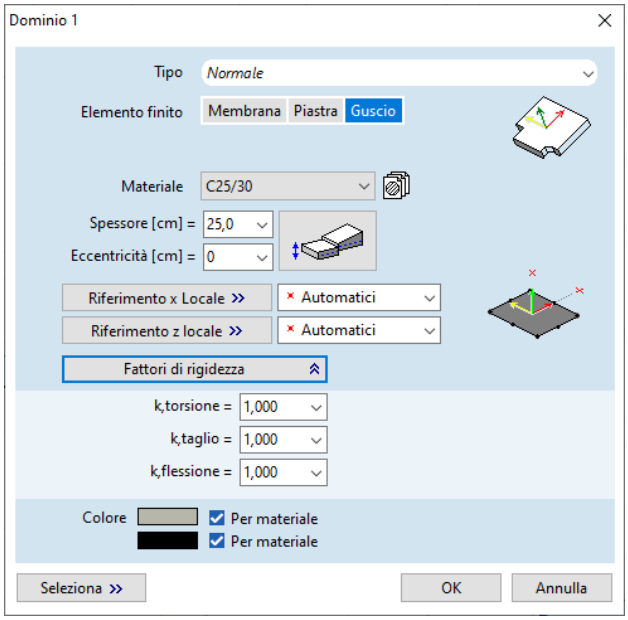
- *Dominio normale* (per solette piene, muri, etc.)
- *Dominio Airdeck* (per solette alleggerite, richiede il modulo **ADK**)
- *Dominio Ribbed* (per solette nervate parametricamente)
- *Dominio a nucleo cavo* (per solai alveolari)
- *Dominio nervato composito (per solai nervati compositi)*
- *Piatto trapezoidale in acciaio*
- *Dominio CLT* (per pannelli in legno a strati incrociati)
- *Matrice di rigidezza pesonalizzata*

4.9.6.1. Definizione del dominio

Elemento finito

I domini possono essere modellati con diversi tipi di elementi finiti (membrana, piastra, guscio).

Per una descrizione più dettagliata vedere *4.9.11 Elementi bidimensionali*



Selezionare le linee di contorno del dominio da definire. Selezionando più linee o linee appartenenti a differenti piani, AXISVM cercherà i piani ed il contorno dei poligoni del dominio. Il programma applica i parametri da voi inseriti nella finestra di dialogo. Le linee di uno stesso dominio, devono appartenere allo stesso piano.

Materiale Selezionare un materiale dalla lista dei materiali utilizzati nel modello o sceglierne uno dalla libreria dei materiali.

Spessore, Eccentricità Per definire un dominio a spessore ed eccentricità costante devono essere inseriti solo i due valori rispettivi.
Domini a spessore variabile e / o domini con eccentricità variabile possono essere definiti facendo clic sul pulsante accanto alle caselle di input.



I domini rastremati e/o con eccentricità variabile possono essere definiti cliccando sul pulsante accanto alle caselle di modifica.

k,taglio Se il materiale è di tipo muratura, è possibile ridurre la resistenza al taglio.
Se viene selezionato un materiale in muratura, è possibile inserire un fattore k,taglio (nel range 0.1-1.0) riducendo la resistenza al taglio del muro relativa al materiale isotropo elastico del modello.
Se viene selezionato un materiale in calcestruzzo, è possibile inserire un fattore k,taglio (nel range 0.1-1.0) riducendo la resistenza al taglio del muro relativa al materiale isotropo elastico del modello.

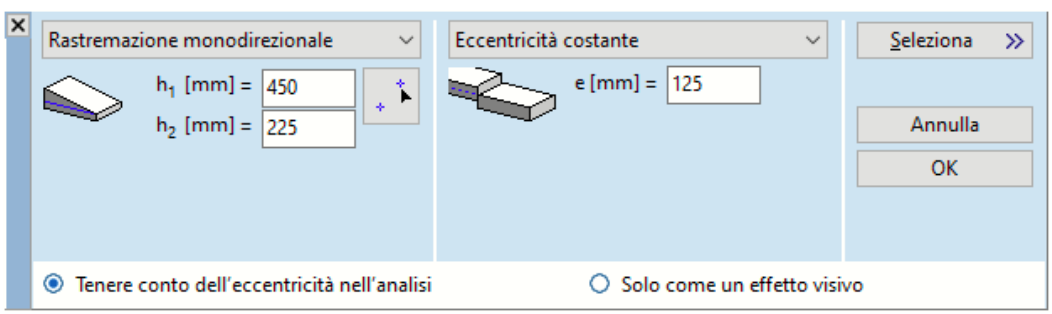
k,torsione el caso del materiale muratura, è possibile impostare una resistenza a taglio ridotta.
k, il fattore di taglio deve essere compreso tra 10-6 e 1,0, cioè la resistenza al taglio della membrana o del guscio in muratura può essere 0-4%-100% rispetto al materiale elastico e isotropo.
Se il materiale è il calcestruzzo, è possibile impostare una resistenza al taglio ridotta della membrana o del guscio c.a.
k, il fattore di taglio deve essere compreso tra 10-6 e 1,0, cioè la resistenza al taglio della membrana o del guscio c.a. può essere 10-4%-100% rispetto al materiale elastico e isotropo.

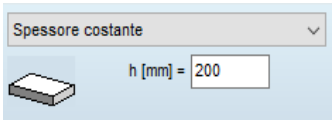
k,flessione Se il materiale è calcestruzzo, è possibile ridurre la resistenza alla flessione della parete.

k, il fattore di flessione factor deve essere compreso tra 0,1 e 1, cioè la resistenza alla flessione della parete in calcestruzzo può essere del 10%-100% rispetto al materiale elastico isotropo.

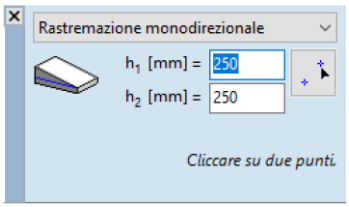
☞ ***Nel caso di superfici in calcestruzzo con armatura, l' analisi non lineare non tiene conto di k,taglio e k,torsione; i fattori vengono presi in considerazione se viene considerata l' armatura nell' analisi*** **(*vedere...*** *Analisi non lineare di superfici CA*).



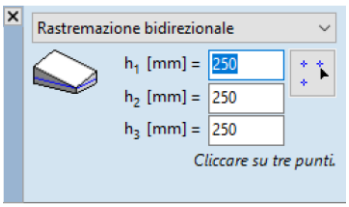




In caso di *Spessore costante* nel dominio deve essere inserito lo spessore h.



Per i domini con *Rastremazione monodirezionale* inserire h_1, h_2 e fare clic sul pulsante quindi selezionare i due punti del modello con diverso spessore. Lo spessore del dominio cambierà linearmente tra i due punti di riferimento, essegnando h1 al primo punto e h2 al secondo.



Per I domini con *Rastremazione bidirezionale* inserire h_1, h_2, h_3 e fare clic sul pulsante quindi selezionare i tre punti del modello con diverso spessore. Lo spessore del dominio cambierà linearmente tra i due punti di riferimento, essegnando h1 al primo punto, h2 al secondo e h3 al terzo. I tre punti di riferimento non possono essere sulla stessa linea.

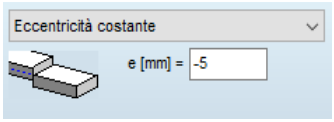
☞ ***Se lo spessore dominio viene ridotto a zero in alcuni punti verrà visualizzato un avviso.***

☞ ***Se I diversi valori di spessore generano superfici con un angolo d'inclinazione superiore al 5% non sarà possibile calcolare l'armatura.***

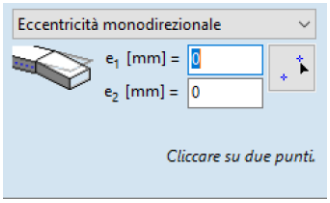
☞ ***Il piano di riferimento del modello statico è il piano centrale del dominio. L'eccentricità è relativa a questo piano.***

Eccentricity

Impostare l'eccentricità è opzionale. Lasciando come valore *e = 0,* il piano medio del dominio sarà lo stesso della superficie del modello di calcolo. Se si seleziona l'opzione *Tenere conto dell'eccentricità nell'analisi*, il programma calcola tenendo conto dei domini collegati in modo eccentrico. Se si seleziona l'opzione *Solo come effetto visivo,* l programma ignora l'eccentricità specificata nell'analisi. Altre opzioni sono:

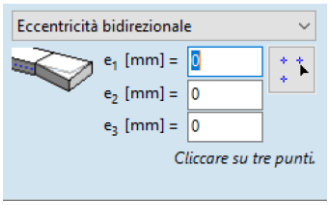


Eccentricità constante: Dal piano medio del dominio viene assegnato un offset in direzione Z locale.

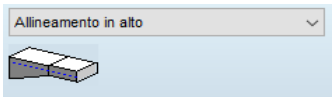


Eccentricità monodirezionale: Inserire e_1, e_2, e fare clic sul pulsante quindi selezionare i due punti del modello con diversa eccentricità.

L'eccentricità del piano medio cambierà linearmente tra il primo punto di riferimento e_1 e il secondo punto e_2.

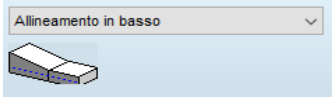


Eccentricità bidirezionale: Inserire e_1, e_2, e_3, e fare clic sul pulsante quindi selezionare i tre punti del modello con diversa eccentricità. L'eccentricità del piano medio cambierà linearmente tra il primo punto di riferimento e_1, il secondo punto e_2 e il terzo punto e_3.



Allineamento in alto/basso questo tipo di eccentricità è utilizzata per allineare su una faccia domini a spessore variabile.

Allineamento in alto utile per allineare lungo la faccia superiore domini con spessore rastremato o differente. In questo modo le eccentricità vengono calcolate automaticamente ed hanno valore nullo in corrispondenza dello spessore minore, valore negativo in corrispondenza dello spessore maggiore.



Allineamento in basso utile per allineare lungo la faccia inferiore domini con spessore rastremato o differente. In questo modo le eccentricità vengono calcolate automaticamente ed hanno valore nullo in corrispondenza dello spessore minore, valore positivo in corrispondenza dello spessore maggiore.

Se si selezionano più domini e l'opzione *Gruppo d'eccentricità* è attivata l'eccentricità del dominio verranno impostate per rendere allineati i piani superiori o inferiori del domini. Modifica dello spessore di un dominio nel gruppo aggiornerà l'eccentricità di altri domini all'interno del gruppo per mantenere i piani allineati.
Il pulsante Pick up permette la lettura di spessore ed eccentricità da un altro dominio..
Eccentricità e gruppi di eccentricità possono essere visualizzati tramite base la codifica del colore (***vedi...*** *2.16.5 Codici colori*), i gruppi d'eccentricità possono essere visualizzati come parti (***vedi...*** *2.16.17 Parti*).

☞ ***Quando viene effettuata la regolazione dell'eccentricità, durante il calcolo della matrice di rigidezza, gli elementi eccentrici sono collegati al telaio statico per mezzo di elementi rigidi. Le forze aggiuntive derivanti dall'eccentricità influenzano i risultati dell'analisi, e questo effetto deve essere preso in considerazione nel corso della valutazione dei risultati.***

Riferimento locale x e z Le direzioni locali *x* e *z* del dominio possono essere impostate scegliendo gli elementi di riferimento, vedi parte *4.9.23 Riferimenti* oppure possono essere impostate su *Auto*. La direzione locale *y* deriva dalla regola della mano destra

Colore I domini possono avere il proprio riempimento e colore del contorno usato nella modalità di visualizzazione a rendering. I valori predefiniti sono presi dai colori dei materiali. Se viene applicato un codice colore il colore del dominio è determinato dal codice colore sia in modalità a linea nascosta che render. ***Vedi...*** *2.16.5 Codici colori*

Modifica Selezionare il dominio (cliccare sul contorno del dominio) da modificare e fare le modifiche nella finestra di dialogo che appare.

Cancellazione Premere il tasto **[Del]**, selezionare il dominio (o i domini) cliccando sul contorno del dominio da cancellare e cliccare su OK nella finestra di dialogo.

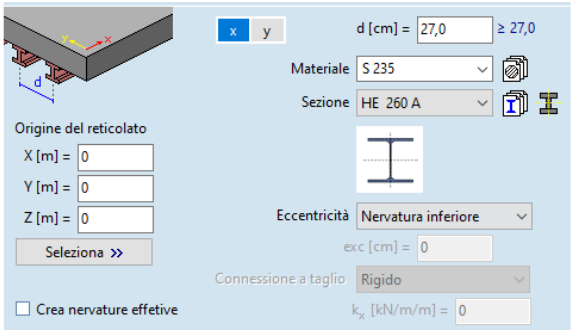
4.9.6.2. Dominio nervato composito

Definire un dominio nervato composito è un modo più semplice per inserire un sistema di nervature su un dominio. A differenza dei solai nervati parametrici 1) le nervature possono correre in direzione locale x o y ma non entrambe 2) possono correre in direzione x o y locale, ma non entrambe, 3) il loro materiale può essere diverso da quello del dominio 4) possono avere una sezione trasversale presa dalla libreria di sezione o essere creati nell'editor delle sezioni trasversali.
Al di là dei parametri di dominio di base (***vedi...*** *4.9.6.1 Definizione del dominio*) possono essere specificati i seguenti parametri:

☞ ***Il dominio misto nervato richiede l'elemento finito di tipo guscioo piastra.***

Origine della griglia Le nervature possono correre nella direzione locale x o y. L'origine di questa griglia può essere specificata numericamente o con un click sul modello.

La distanza delle nervature *(d)* non può essere inferiore alla larghezza della sezione trasversale.
Può essere impostata l'eccentricità delle nervature, la connessione a taglio può essere impostata come elastica o rigida con una determinata rigidità kx



Crea nervature effettive

Nel caso di nervature in acciaio gettate parzialmente o interamente in calcestruzzo, l'opzione *Crea nervature* non deve essere controllata. Se le nervature superiori o inferiori sono fissate alla superficie della lastra, o la distanza è elevata rispetto alle dimensioni del dominio, si raccomanda di attivare questa opzione.

☞ ***Il piano di riferimento del modello statico è il piano centrale della soletta di calcestruzzo.***

Applicazione di nervature logiche

Se si lascia deselezionata l' opzione *Creazione di nervature effettive*, le nervature saranno rappresentate come entità logiche, non verranno creati elementi finiti. Quando si crea la matrice di rigidezza del materiale della piastra si tiene conto delle nervature. Dalla geometria 3D si calcolano le costanti elastiche ortotrope reali del materiale, adatte a rappresentare la rigidezza di un elemento con un modello periodico 2D. Questo è effettuato secondo la teoria dell' omogeneizzazione asintotica. L' efficacia di tale metodo è influenzata principalmente dal rapporto tra la lunghezza del periodo e la dimensione dominante del dominio modellato (in questo caso il rapporto tra il parametro *d* e l' estensione del dominio lungo la direzione perpendicolare alla nervatura).

☞ ***Come linea guida generale possiamo dire che la spaziatura delle nervature è molto più piccola della dimensione dominante nel piano del dominio in questione.***

La matrice di rigidezza del materiale di un elemento generico di tipo guscio:

$$\begin{Bmatrix}\{N\}\\ \{M\}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathcal{A} & \mathcal{B}\\ \mathcal{B}^{\mathrm{T}} & \mathcal{D}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\{\epsilon_0\}\\ \{\kappa\}\end{Bmatrix},$$

$$\begin{Bmatrix}Q_x\\ Q_y\end{Bmatrix} = K_s\begin{bmatrix}A_{44} & A_{45}\\ A_{45} & A_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_x\\ \gamma_y\end{Bmatrix}$$

dove le matrici

$$\mathcal{A} = \begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16}\\ A_{12} & A_{22} & A_{26}\\ A_{16} & A_{26} & A_{66}\end{bmatrix};\ \mathcal{B} = \begin{bmatrix}B_{11} & B_{12} & B_{16}\\ B_{12} & B_{22} & B_{26}\\ B_{16} & B_{26} & B_{66}\end{bmatrix};\ \mathcal{D} = \begin{bmatrix}D_{11} & D_{12} & D_{16}\\ D_{12} & D_{22} & D_{26}\\ D_{16} & D_{26} & D_{66}\end{bmatrix}$$

può essere originato dalla matrice di rigidezza 6x6 della legge generale di Hooke. La matrice $\mathcal{B}$ rappresenta l' effetto di accoppiamento tra flessione e membrana o, in altre parole, gli effetti eccentrici. Questa matrice può essere zero se e solo se le nervature hanno entrambe l' eccentricità pari a zero. In tutti gli altri casi, la struttura deve essere modellata utilizzando elementi di guscio per evitare una grave perdita di informazioni. Le immissioni delle matrici vengono determinate applicando stati di deformazione indipendenti su un modello 3D e adattando il campo di sollecitazione ottenuto. Poiché un guscio ha 8 componenti di deformazione generalizzati, è necessario eseguire 8 calcoli a elementi finiti in background. Un guscio dotato delle proprietà di rigidezza così calcolate è equivalente al problema originale in modo tale che il lavoro necessario per deformare il corpo ad un certo livello rimane lo stesso, ma non comporta l' equivalenza di tutti i componenti di spostamento in tutti i punti.

☞ ***Le nervature logiche sono più efficaci quando la spaziatura delle nervature è elevata o la piastra viene caricata principalmente da carichi distribuiti. Ciò è dovuto agli effetti locali di forze concentrate.***

4.9.6.3. **Dominio nucleo cavo**

Al di là dei parametri del dominio base possono essere specificati i seguenti parametri:

☞ ***I domini a nucleo cavo richiedono come materiale il calcestruzzo e tipo di elemento finito il guscio.***

Tipo di vuoto



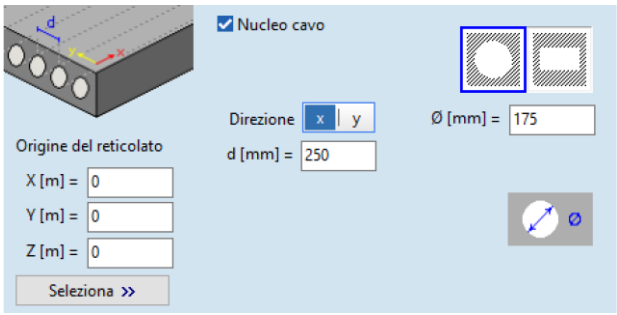
Tubolare



Rettangolare

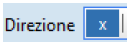
Origine della griglia

I nuclei vuoti corrono in direzione locale x o y lungo una griglia.
L'origine di questa griglia può essere specificata numericamente o con un click sul modello.



Nuclei vuoti in direzione x / y

Qui si può scegliere la direzione dei nuclei vuoti.



☞ ***Il piano di riferimento del modello statico è il piano centrale della soletta di calcestruzzo.***

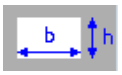
Vuoti tubolari

Parameteri: Ø è il diametro del vuoto, *d* è la distanza di interasse tra i vuoti.



Vuoti rettangolari

Parameteri: *b* è la larghezza del vuoto, *h* è l'altezza del vuoto, *d* è la distanza di interasse tra i vuoti.



Calcolo

Il metodo di calcolo è lo stesso come si può vedere *Dominio nervato composito* in quanto le configurazioni attuali possono essere considerate dei casi speciali di questo. Di conseguenza tutte le proprietà del metodo descritto valgono anche per questo tipo di dominio.

☞ ***Come linea guida generale possiamo dire che la spaziatura delle bucature è molto più piccola rispetto alle dimensioni dominanti del dominio nel piano.***

Nel contesto di anisotropia elastica, la rigidezza del materiale (matrice ABD) di un elemento guscio generico può essere descritta con il seguente sistema di equazioni

$$\begin{Bmatrix}\{N\}\\{M}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}\mathcal{A} & \mathcal{B}\\ \mathcal{B}^{\mathrm{T}} & \mathcal{D}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\{\epsilon_0\}\\{\kappa}\end{Bmatrix};\ \begin{Bmatrix}Q_y\\Q_x\end{Bmatrix}=K_s\begin{bmatrix}A_{44} & A_{45}\\A_{45} & A_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_y\\\gamma_x\end{Bmatrix}$$

dove

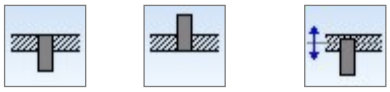
$$\mathcal{A}=\begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16}\\A_{12} & A_{22} & A_{26}\\A_{16} & A_{26} & A_{66}\end{bmatrix};\ \mathcal{B}=\begin{bmatrix}B_{11} & B_{12} & B_{16}\\B_{12} & B_{22} & B_{26}\\B_{16} & B_{26} & B_{66}\end{bmatrix};\ \mathcal{D}=\begin{bmatrix}D_{11} & D_{12} & D_{16}\\D_{12} & D_{22} & D_{26}\\D_{16} & D_{26} & D_{66}\end{bmatrix}$$

Le matrici possono essere derivate dalla matrice di rigidezza 6x6 della legge generalizzata di Hooke. B che rappresenta la relazione del materiale tra forze normali e flessione, la quale ha solo valori zero nel caso presente. I valori di rigidezza non-zero sono determinati dal calcolo delle sollecitazioni medie, dovute a stati di puro sforzo applicati sull'elemento di volume rappresentativo del materiale.

4.9.6.4. Piastre nervate parametricamente

Oltre ai parametri del dominio base possono essere specificati i seguenti parametri:

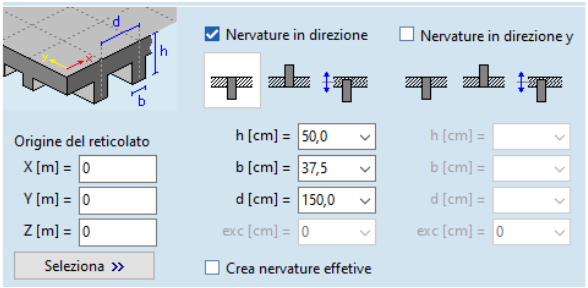
Tipo nervatura



Ribassata *Rialzata* *Eccentricità*

Origine reticolo delle nervature

Le nervature possono essere create lungo le direzioni dei due assi locali del dominio, x e y. L'origine di questa griglia può essere definita numericamente o direttamente sul modello.



Nervature in direzionen x / y

Le nervature lungo le direzioni x e y sono definiti da parametri geometrici *h* l'altezza, *b* la larghezza, *d* è l'interasse tra le nervature, *exc* è l'eccentricità (attiva quando è selezionata eccentricità utente).

☞ ***Il valore di eccentricità massima delle nervature = (spessore lastra + h) / 2***

☞ ***Il piano di riferimento del modello statico è il piano centrale della soletta di calcestruzzo.***

Calcolo

Il metodo di calcolo è lo stesso come si può vedere *Dominio nervato composito* in quanto le configurazioni attuali possono essere considerate dei casi speciali di questo. Di conseguenza tutte le proprietà del metodo scritto valgono anche per questo tipo di dominio.

☞ ***Come linea guida generale possiamo dire che la spaziatura delle nervature è molto più piccola rispetto alle dimensioni dominanti del dominio nel piano.***

Another Un' altra conseguenza dell' omogeneizzazione è che i picchi di rigidezza alle intersezioni delle nervature saranno smussati, il che può portare ad una progettazione insufficiente. I limiti di applicazione relativi ad una lastra nervata omogenea sono raccolti nella norma Eurocode 2, capitolo 5.3.1. Il programma rileva automaticamente se questi criteri non vengono soddisfatti.

☞ ***In caso di inosservanza delle restrizioni geometriche, l' utente viene informato con una finestra d' avviso.***

Crea nervature effettive The Il metodo di omogeneizzazione non è applicabile nell' analisi non lineare. Per ottenere risultati non lineari corretti è necessario creare delle nervature reali. Questa opzione consente la generazione automatica degli elementi di nervatura in base ai parametri.

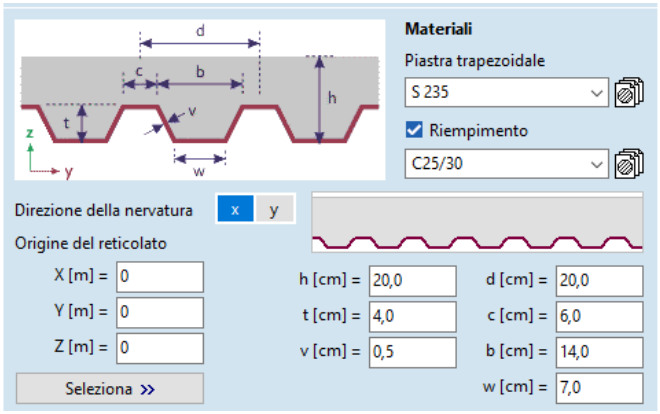
4.9.6.5. Lamiera grecata

Per la definizione dei parametri di base, ***vedi...*** *Dominio nervato composito*

☞ ***La lamiera grecata deve essere in acciaio, il riempimento deve essere in calcestruzzo.***

Riempimento Se questo campo è deselezionato il dominio è solo una lamiera grecata. Se spuntata è una piastra composita in cui una piastra di acciaio è riempita di calcestruzzo.

Origine della griglia Le nervature della lamiera grecata possono funzionare nella direzione locale x o y del dominio a seconda dello stato dell'interruttore di direzione della nervatura. Inserire le coordinate globali X, Y, Z per definire l'origine del sistema di nervature o fare clic sul pulsante *Pick up* per definirla cliccando su.
La direzione delle nervature è segnata sul dominio, se la visualizzazione dei sistemi locali del dominio è attivata (le linee del reticolo dei domini parametrici devono essere selezionate tra le opzioni di visualizzazione).

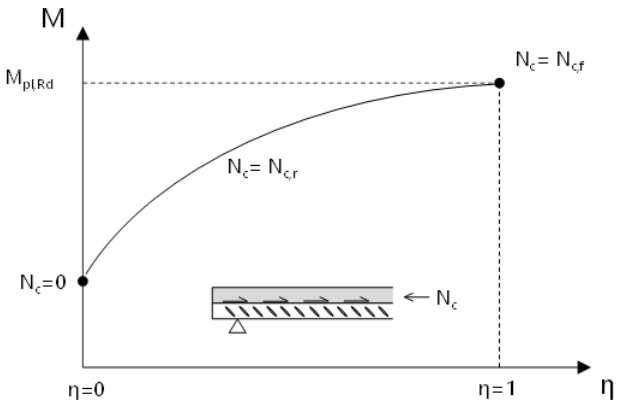


Parametri La figura sopra mostra i principali parametri geometrici della lastra composita. I rilievi geometrici e gli ancoraggi di estremità assicurano generalmente la connessione a taglio tra la lastra e il calcestruzzo. I parametri η e p costituiscono il grado/efficacia della connessione a taglio e la larghezza dei rilievi geometrici. Il software ignora gli elementi di rinforzo inclinati nel corso del calcolo della resistenza alla flessione della lamiera grecata.

η esprime la proporzione della resistenza a compressione completa *($N_{c,f}$)* dello strato superiore di calcestruzzo trasferita alla lastra. Se η è inferiore a 1,0, la resistenza alla flessione della lastra composita sarà inferiore al caso della connessione completa a taglio.

$$N_{c,f} = 0.85 f_{cd}(h - t),$$

dove f_{cd} è la resistenza alla compressione del calcestruzzo.



Se vengono applicati solo gli elementi di rinforzo inclinati per la connessione a taglio, il grado di connessione a taglio è 0 ai supporti e aumenta con la distanza dai supporti. In questo caso, si raccomanda di dividere il dominio parallelamente ai supporti e di definire diversi valori discreti di η per i sottodomini. I valori esatti possono essere calcolati dalla forza della connessione a taglio ($\tau_{u,Rd}$) che dipende significativamente dalla geometria dei rinforzi inclinati, quindi può variare per le diverse lastre. Se $\tau_{u,Rd}$ è noto, il grado di connessione a taglio può essere calcolato nel modo seguente:

$$\eta = \frac{\tau_{u,Rd} L}{N_{c,f}} \leq 1,$$

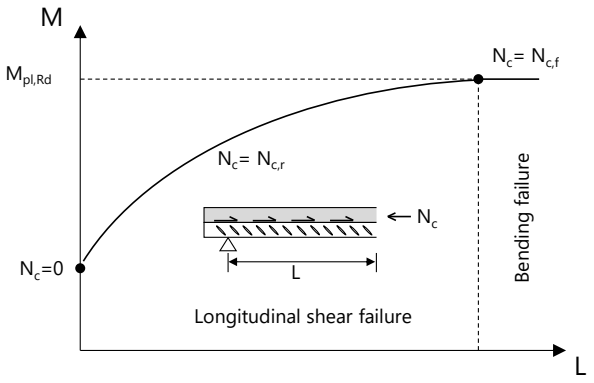
dove L é la distanza dai supporti.

Se si applicano solo gli ancoraggi di estremità, il grado di connessione a taglio può essere calcolato nel modo seguente per l'intero dominio:

$$\eta = \frac{V_{ld}}{N_{c,f}} \leq 1,$$

dove V_{ld} è la resistenza degli ancoraggi finali.

Se vengono applicati sia gli ancoraggi di estremità che gli elementi di rinforzo inclinati, il grado di connessione a taglio può essere calcolato come la somma dei valori di η indicati sopra.



☞ ***Se non viene applicato alcun riempimento, il piano di riferimento del modello statico è il piano centrale della lastra d'acciaio (t/2), altrimenti il piano centrale della lastra composita totale (h/2).***

Analisi

Il metodo di calcolo è lo stesso che si può vedere nel *Dominio nervato composito*, poiché le configurazioni attuali possono essere considerate come casi particolari. Di conseguenza tutte le proprietà del metodo scritto lì si applicano anche a questo tipo di dominio.

4.9.6.6. Dominio con matrice di rigidezza personalizzata

L' inserimento di una matrice di rigidezza personalizzata fornisce il pieno controllo sulle relazioni tra i componenti di forza interni e le deformazioni. Questa soluzione è consigliata in ogni caso quando altre soluzioni di modellazione non sono possibili e l' utente è in grado di generare i valori necessari, o è in possesso dei valori suggeriti da un fornitore. Il termine comune per questa matrice è matrice ABD. Le matrici ABD devono essere definite positive, questo criterio viene verificato dal programma. Gli indici degli elementi della matrice seguono la notazione Voigt con la leggera modifica dell' interscambio degli indici di τ_{xz} e τ_{yz}. Pertanto

$$\sigma_1 = \sigma_{11},\ \sigma_2 = \sigma_{22},\ \sigma_3 = \sigma_{33},\ \sigma_4 = \sigma_{23},\ \sigma_5 = \sigma_{13},\ \sigma_6 = \sigma_{12}$$

e

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{11},\ \varepsilon_2 = \varepsilon_{22},\ \varepsilon_3 = \varepsilon_{33},\ \varepsilon_4 = \varepsilon_{23},\ \varepsilon_5 = \varepsilon_{13},\ \varepsilon_6 = \varepsilon_{12}.$$

Quindi la mappatura dalle deformazioni alle sollecitazioni è data con la formulazione generica della legge di Hooke per i materiali anisotropi:

$$\begin{Bmatrix}\sigma_1\\ \sigma_2\\ \sigma_3\\ \sigma_4\\ \sigma_5\\ \sigma_6\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} & C_{16}\\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} & C_{26}\\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} & C_{36}\\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} & C_{46}\\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} & C_{56}\\ C_{61} & C_{62} & C_{63} & C_{64} & C_{65} & C_{66}\end{bmatrix} \begin{Bmatrix}\varepsilon_1\\ \varepsilon_2\\ \varepsilon_3\\ \varepsilon_4\\ \varepsilon_5\\ \varepsilon_6\end{Bmatrix}$$

dove una coppia di Indici si riferisce all' elemento della matrice di rigidezza del materiale correlato alla componente di rigidità data.

Il significato delle matrici può essere descritto come segue:
A_{ij} - rigidezza della membrana (forze normali - ceppo relativo)
Di_j - rigidezza della piastra (momenti - piegatura)
S_{ij} - rigidezza di taglio regolata (forze di taglio - tensione di taglio relativa)
B_{ij} - rigidezza di collegamento (forze normali - flessione o momenti - forze relative)

$$\begin{bmatrix}n_x\\ n_y\\ n_{xy}\\ m_x\\ m_y\\ m_{xy}\\ v_{xz}\\ v_{yz}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16} & B_{11} & B_{12} & B_{16} & & \\ A_{12} & A_{22} & A_{26} & B_{12} & B_{22} & B_{26} & 0 & \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} & B_{16} & B_{26} & B_{66} & & \\ B_{11} & B_{12} & B_{16} & D_{11} & D_{12} & D_{16} & & \\ B_{12} & B_{22} & B_{26} & D_{12} & D_{22} & D_{26} & 0 & \\ B_{16} & B_{26} & B_{66} & D_{16} & D_{26} & D_{66} & & \\ & 0 & & & 0 & & S_{44} & S_{45}\\ & & & & & & S_{45} & S_{55}\end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \gamma_{xy}\\ \kappa_x\\ \kappa_y\\ \kappa_{xy}\\ \gamma_{xz}\\ \gamma_{yz}\end{bmatrix}$$

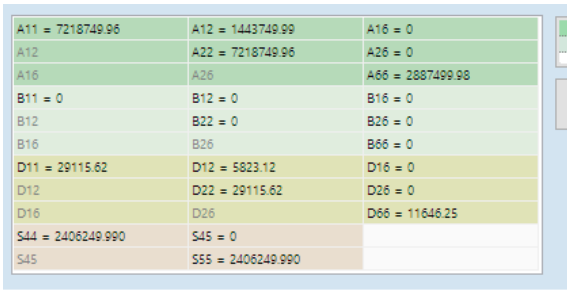
È possibile immettere le proprietà di base del dominio come per i domini normali. Questi parametri influenzano solo la rappresentazione visiva poiché le proprietà fisiche sono controllate dalla matrice di rigidezza.

☞ ***Le componenti di rigidezza di taglio corretto devono comprendere i fattori di correzione della tensione come descritto nel capitolo sui domini CLT. In generale questi possono essere diversi da 5/6, utilizzati per sezioni omogenee, e possono essere diverse in direzioni locali. La determinazione dei fattori di correzione del taglio è responsabilità dell'utente.***

☞ ***Il significato dei diversi parametri di rigidezza è spiegato in una guida teorica dedicata.***

Matrice di rigidezza

Vengono visualizzati nella parte inferiore i valori di rigidità assegnati agli elementi sottomatriciali A, B, D, S.





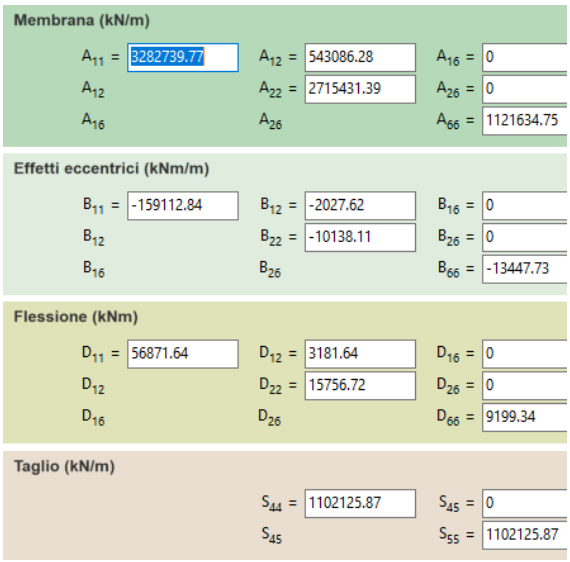
Modifica matrice di rigidezza

Questo pulsante permette di modificare gli elementi della matrice.
La matrice può essere salvata in un file smx facendo clic su Salva ... e caricandola da un file smx facendo clic su Carica ....
Questo file è un semplice file di testo con i valori della rigidezza. E' anche possibile creare file smx , o da altri programmi.
Per impostare tutti i componenti di rigidità su zero bisogna fare clic su 0.



Seleziona matrice di rigidezza

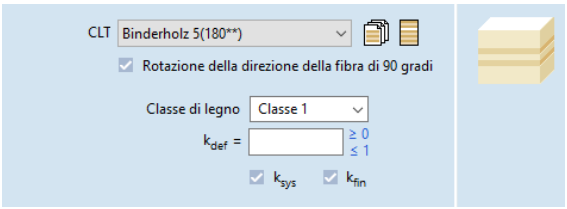
Questo pulsante permette di selezionare la matrice di rigidezza di altri domini (anche se non hanno rigidezza personalizzata).



Per maggiori informazioni consultare la *Guida/Matrice della rigidezza personalizzata.*

4.9.6.7. Dominio CLT – modulo CLT

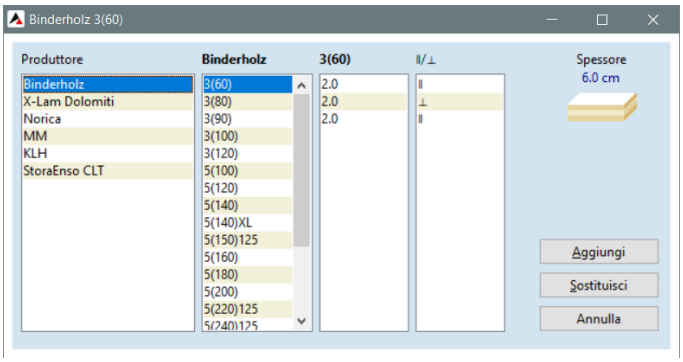
Per definire questo tipo di dominio è richiesto il modulo CLT, progettazione di pannelli CLT (pannelli in legno lamellare a strati incrociati). AXISVM mette a disposizione una libreria dei vari produttori più comuni, la struttura dei pannelli può essere anche personalizzata dall'utente.



L'analisi fornisce spostamenti, forze, tensioni e utilizzi nei domini CLT.

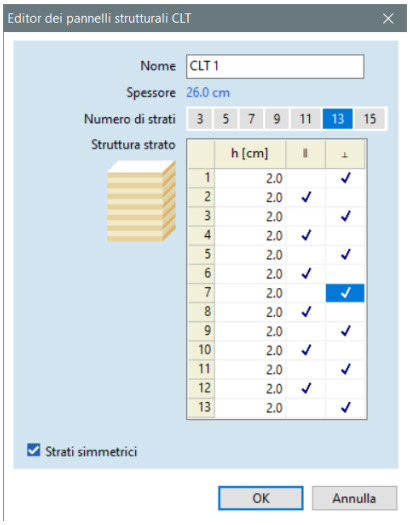
Definizione

Visualizzatore librerie CLT



La struttura di pannelli CLT può essere caricata nel modello scegliendo una delle tipologie proposte nella libreria.

Editor Struttura Pannello



Questo editor consente di definire la struttura del livello personalizzata.

Il campo *Nome* contiene il nome della struttura del pannello.
Lo Spessore è lo spessore totale calcolato del pannello.
Il *Numero dei livelli* è sempre dispari, la struttura del livello può essere simmetrica o asimmetrica. Oltre agli spessori dei singoli livelli, l'utente può anche cambiare l'orientamento.

Classe di legno

Questa è una classificazione basata sul contenuto di umidità del materiale e sull'umidità relativa. Per dettagli vedere **La classe di servizio** *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*

Ruotare la direzione delle fibre di 90°

Se questa opzione è selezionata, la direzione delle fibre viene ruotata di 90°. Per impostazione predefinita, la grana parallela del pannello CLT è orientata nella direzione x locale. La direzione dello strato superiore è segnata sul dominio se la visualizzazione dei sistemi locali del dominio è attivata (le linee di griglia dei domini parametrici devono essere selezionate tra le opzioni di visualizzazione).

Direzione fibra strato esterno

La direzione delle fibre dello strato esterno deve essere specificata, può essere in direzione x o y locale.

k_{sys}

Se selezionato, il fattore di resistenza del sistema viene preso in considerazione quando si calcolano le proprietà di resistenza dell'elemento. Per ulteriori informazioni consultare la "Teoria CLT e la Guida alla progettazione".

k_{fin}

Se selezionato, la resistenza a flessione viene presa in considerazione con un valore ridotto. Verificare se le lamelle sono giuntate. Per ulteriori informazioni consultare la "Teoria CLT e la Guida alla progettazione".

Calcolo

E' possibile calcolare una matrice per la rigidezza equivalente del materiale ortotropo da una struttura realizzata da strati omogenei. Questo metodo converte la disomogeneità geometrica nell'ortotro pia del materiale.
La rigidezza del materiale di un elemento di superficie di tipo guscio può essere descritta con il seguente sistema di equazioni

$$\begin{Bmatrix}\{N\}\\ \{M\}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}\mathbf{A} & \mathbf{B}\\ \mathbf{B}^T & \mathbf{D}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\{\varepsilon_0\}\\ \{\kappa\}\end{Bmatrix},\quad \begin{Bmatrix}Q_y\\ Q_x\end{Bmatrix}=K_s\begin{bmatrix}A_{44} & A_{45}\\ A_{45} & A_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_y\\ \gamma_x\end{Bmatrix},$$

dove

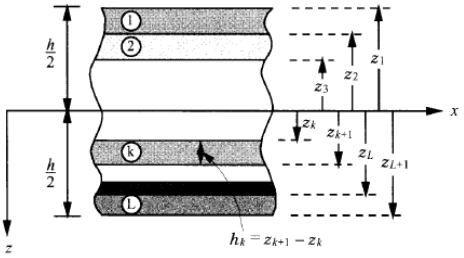
$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16}\\ A_{12} & A_{22} & A_{26}\\ A_{16} & A_{26} & A_{66}\end{bmatrix},\quad \mathbf{B}=\begin{bmatrix}B_{11} & B_{12} & B_{16}\\ B_{12} & B_{22} & B_{26}\\ B_{16} & B_{26} & B_{66}\end{bmatrix},\quad \mathbf{D}=\begin{bmatrix}D_{11} & D_{12} & D_{16}\\ D_{12} & D_{22} & D_{26}\\ D_{16} & D_{26} & D_{66}\end{bmatrix}$$

le matrici possono essere derivate da matrici di rigidezza 6x6 secondo il modello di Hoke per I materiali ortotropi. **B** rappresenta la relazione tra le forze normali e piegature. K_s è il fattore di correzione di taglio, che è univocamente determinato per ciascun strato del laminato
AXISVM gestisce anche casi simmetrici e asimmetrici, gli orientamenti dei livelli devono essere allineati con una delle direzioni delle coordinate locali del dominio.
Le matrici di cui sopra sono calcolate come segue

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^{L} (\bar{Q}_{ij})_{(k)} (z_{k+1} - z_k),$$

$$B_{ij} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{L} (\bar{Q}_{ij})_{(k)} ({z_{k+1}}^2 - {z_k}^2) = 0,$$

$$D_{ij} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^{L} (\bar{Q}_{ij})_{(k)} ({z_{k+1}}^3 - {z_k}^3).$$



Lamination pattern. (Reddy, J. *Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells.* CRC Press, 2004.)

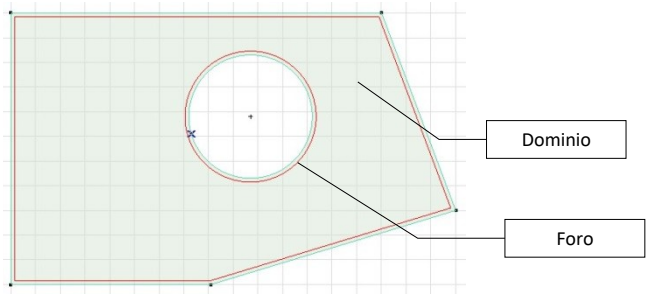
dove $\bar{Q}_{ij}$ è il valore del modello di Hooke trasformato nel Sistema di coordinate del pannello.
Per ulteriori dettagli sulla procedura di calcolo della rigidezza, leggilo *Aiuto / Guida alla matrice con rigidezza personalizzata.*

4.9.7. Fori



In un dominio possono essere definiti dei fori. I fori devono stare all'interno del dominio e nello stesso piano.

Selezionare i poligoni (chiusi) che sono i bordi dei fori che si desidera definire. Può essere selezionato più di un contorno. Se una struttura non è nel piano del dominio non verrà creato nessun foro. È possibile spostare i fori da un dominio all'altro o cambiare la loro forma. Se il contorno del foro interseca il contorno del dominio il foro viene eliminato.



I fori sono visualizzati mediante una linea di contorno al foro di colore uguale a quello che rappresenta il dominio in cui il foro è inserito.

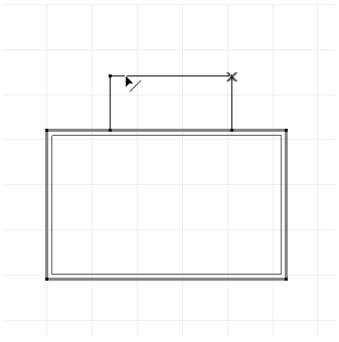
4.9.8. Operazioni sui Domini

Si possono modificare i contorni dei domini, tagliare ed unire domini.

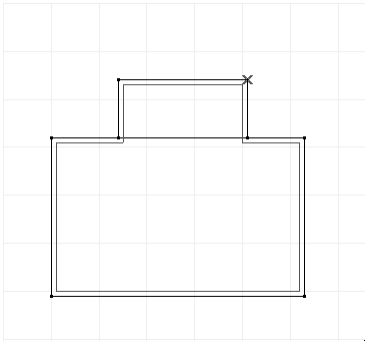
Cambia il contorno dei domini



1. Cliccare l'icona sulla toolbar *Cambia contorno domini*
2. Selezionare un dominio da modificare. Il contorno del dominio sarà selezionato.
3. Cambia selezione per modificare il contorno del dominio e clicca **OK** sulla barra di selezione.



Prima



Dopo

☞ ***Saranno mantenuti i dati relativi alle proprietà del dominio (materiale, spessore, sistema locale) ma la mesh di elementi finiti sarà rimossa.***

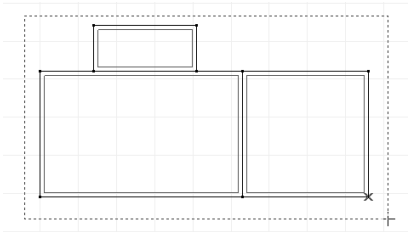
Se è rimossa l'area caricata sul dominio, anche i carichi saranno automaticamente rimossi.

Unione di Domini

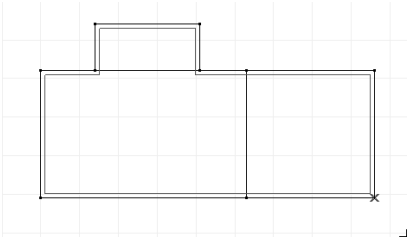


L'unione può essere creata da domini adiacenti.

1. Cliccare l'icona *Unione di domini* presente sulla barra degli strumenti.
2. Selezionare i domini e cliccare **OK** sulla barra di selezione.
   Se i domini hanno proprietà diverse (spessore, materiale o sistema locale), deve essere selezionato uno dei domini. L'unione dei domini avrà le proprietà del dominio selezionato.



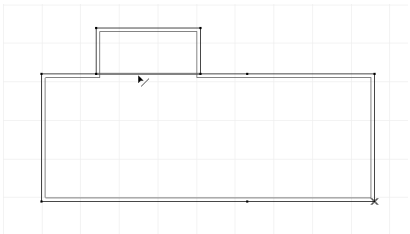
Prima



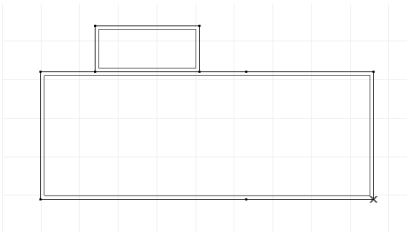
Dopo

Per tagliare i domini lungo la linea esistente:

1. Cliccare l'icona *Taglia domini* sulla barra degli strumenti.
2. Seleziona i domini.
3. Selezionare la linea di taglia e cliccare sul tasto OK sulla barra degli strumenti.



Prima



Dopo

4.9.9. Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL)



Dopo aver inserito i campioni di trivellazione (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*), è possibile costruire un modello di terreno 3D con elementi solidi.
L'utilizzo di un modello 3D del terreno consente di ottenere risultati sulla distribuzione delle sollecitazioni e sulla deformazione del terreno e di costruire un modello più accurato dell'interazione terreno-struttura.

Modello del terreno

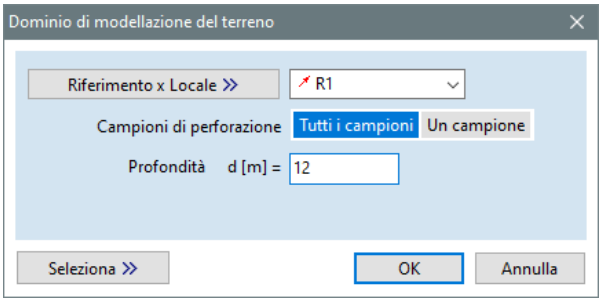
Costruire un modello del terreno significa che la sovrastruttura non è sostenuta da supporti nodali, di linea o di superficie, ma da un modello del terreno. Le fondazioni e le piastre devono essere modellate come domini individuali con le loro dimensioni fisiche reali. Sul fondo e sui lati del blocco di modellazione del terreno, i nodi sono rigidamente supportati nella direzione normale.

Modellazione del dominio del terreno

La costruzione di un modello di terreno richiede la definizione di almeno un dominio di modellazione del terreno. Si tratta di un poligono planare, proprio come un dominio usato per modellare elementi di superficie (*4.9.6 Dominio*). Si definisce selezionando le linee di confine e assegnando alcuni parametri..
Il modello del terreno è una regione di spazio definita da un poligono e da una profondità costante. È retinato con elementi solidi, le cui proprietà seguono il modello stratigrafico ottenuto dai campioni di trivellazione (o da un campione di trivellazione selezionato).
Le dimensioni del dominio del terreno devono sempre essere significativamente più grandi della sovrastruttura.
Le dimensioni richieste (dimensione orizzontale e profondità) dipendono dalla rigidezza del terreno e della struttura, dall'intensità del carico, dalla distribuzione delle sollecitazioni e dalla deformazione del terreno. È consigliabile scegliere le dimensioni del modello di terreno in modo tale che ulteriori aumenti delle dimensioni non comportino cambiamenti significativi nei risultati.
È possibile specificare più domini del modello del terreno per un modello, ma il programma utilizzerà gli stessi parametri di modellazione del terreno e di generazione della mesh per i domini che sono in contatto (vedi sotto).

Stato iniziale del terreno

Per il calcolo dello stato iniziale del terreno si rimanda alla parte *5.1 Analisi Statica*



Riferimento locale x

La direzione x locale del dominio di modellazione del terreno può essere determinata dagli elementi di riferimento, si veda la sezione *4.9.23 Riferimenti* o può essere impostata automaticamente. La direzione z locale è sempre perpendicolare al piano del dominio. La direzione y locale deriva dalla regola della mano destra.

Campioni di trivellazione

I domini di modellazione del terreno possono prendere in considerazione tutti i campioni di trivellazione o un campione selezionato. Nel primo caso le proprietà del suolo sono determinate dal modello stratigrafico, nel secondo caso si assume lo stesso profilo del suolo in ogni posizione. Questa opzione si applica a tutti i domini di modellazione del suolo collegati.

Profondità

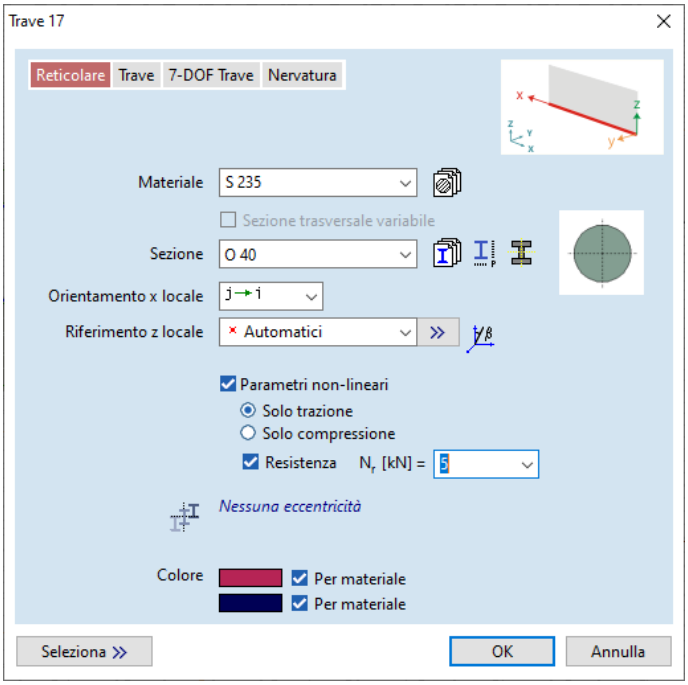
Il valore di d è la profondità minima del modello di terreno. La profondità effettiva può essere maggiore di questo valore, poiché la maglia di elementi soild sarà generata in base alla profondità massima dei domini collegati.
Questo vale anche per i parametri di generazione della mesh: il programma utilizza la stessa dimensione della mesh per i domini contigui per garantire la continuità della mesh. ***Vedere...*** *4.12.1.3 Mesh dei domini di modellazione del terreno*

4.9.10. Elementi Lineari

Gli elementi lineari sono definiti e modificati tramite una finestra comune. Dopo avere scelto il tipo di elemento si possono inserire i parametri di ogni elemento reticolare / trave / nervatura specifici.
Gli elementi lineari sono manipolabili come elementi strutturali e non come elementi finiti. Effettuando la mesh su elementi lineari si ottengono elementi trave o nervatura cioè elementi finiti.
Gli elementi di linea esistenti possono essere uniti per formare un singolo elemento se la geometria e le loro proprietà lo permettono. (*Edita/trova elementi strutturali*).
Le funzioni per numerare, etichettare considerano un singolo membro strutturale. (i membri strutturali possono essere suddivisi da *Edita/Spezza elementi strutturali*).
Vedi... *3.2.14 Cerca elementi strutturali, 3.2.15 Separa elementi strutturali*

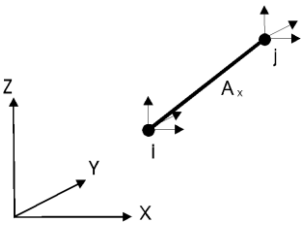
Colore Gli elementi possono avere il loro riempimento e colore del contorno usato nella modalità di visualizzazione a rendering. I colori predefiniti sono presi dal colore dei materiali. Se viene applicato un codice colore il colore di un elemento di linea è determinato dal codice colore sia in modalità a linea nascosta che render. ***Vedi...*** *2.16.5 Codici colori*

4.9.10.1. Reticolare



Gli elementi reticolari possono essere usati per modellare struttura reticolari. Gli elementi reticolari sono elementi retti a due nodi con proprietà di sezione costanti sulla lunghezza. Per ogni nodo dell'elemento è definito un massimo di tre gradi di libertà traslazionali. Agli estremi degli elementi ci sono cerniere sferiche. Per ogni elemento reticolare vengono calcolate le sollecitazioni assiali N_x.
La variazione delle forze assiali è costante lungo l'elemento. i denota l'estremo dell'elemento reticolare con l'indice del nodo più basso (primo nodo).

L'asse x predefinito dell'elemento va dal nodo i al nodo j. Può essere cambiato selezionando l'altro orientamento da Orientamento x Locale.



Definisci Si devono selezionare le linee alle quali si vogliono assegnare le stesse proprietà di materiale e sezione per definire gli elementi reticolari.
Scegliendo elementi di tipo diverso sarà attivata la definizione di elemento.

Definizione dei materiali e delle sezioni trasversali

I materiali e le sezioni trasversali possono essere scelti dalle rispettive librerie o da un elenco dei materiali/sezioni trasversali già definiti per altri elementi.



Consente la consultazione della libreria dei materiali per poter assegnare ad un elemento il relativo materiale. I materiali selezionati verranno aggiunti alla tabella dei materiali del modello.



Cliccando sull'icona si possono modificare le sezioni parametricamente, ovvero se la sezione corrente è stata selezionata dalla libreria o inserita parametricamente, si possono cambiare i parametri geometrici secondo il tipo predefinito, creando una nuova sezione nel modello.



Consente la navigazione nella libreria delle sezioni trasversali per assegnare una sezione trasversale all' elemento. Per i dettagli ***vedere...*** *4.9.2.1 Esplora le librerie di sezioni trasversali*. È possibile selezionare solo una sezione trasversale dalla libreria o creare una sola forma parametrica.



Permette di entrare nell'editor delle sezioni trasversali per assegnare una sezione all'elemento. La nuova sezione sarà aggiunta alla tabelle delle sezioni del modello.



Gli elementi reticolari sono visualizzati sullo schermo come linee rosse.

Classe di servizio

Se l'attuale codice di progettazione è l'Eurocodice o SIA e se viene selezionato un materiale in legno dalla rispettiva banca dati, la classe di servizio può essere impostata qui. Per maggiori dettagli ***vedere...*** *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*

Orientamento asse x locale

La direzione della x locale nella trave può essere settata dal nodo *i* al nodo *j* o vice versa.

i → ***j*** : l'asse ***locale*** x è diretto dal nodo con un numero inferiore al nodo con numerazione superiore

j → ***i*** **: l'**asse locale x è diretto dal nodo con un numero superiore al nodo con numerazione inferiore

I Settaggi automatici del programma impostano questo parametro in riferimento al punto finale.
L'orientamento può essere invertito in qualunque momento usando la combinazione di tasti **[Ctrl+E]** o attraverso la finestra delle proprietà**.**
L'orientamento locale della trave può essere cambiato. Le opzioni sono: *da i a j* o *da j a i* o *automatico*.
L'orientamento automatico è basato sulle coordinate del punto terminale

i → ***j*** : l'asse locale x è diretto dal nodo con un numero inferiore al nodo con numerazione superiore

j → ***i*** : l'asse locale x è diretto dal nodo con un numero superiore al nodo con numerazione inferiore

Sezione

Nel calcolo della rigidezza degli elementi , delle proprietà della sezione viene presa in considerazione solo l'area trasversale A_x.

Riferimento Locale z

Per definire l'orientamento degli elementi si può assegnare un punto di riferimento (***vedere...*** *4.9.23 Riferimenti*). Ciò permette una visualizzazione corretta della sezione sullo schermo.

Angolo di Riferimento



La rotazione di sezioni trasversali per elementi reticolari, travi, elementi nervatura è facilitata dalla gestione dell'angolo di riferimento. Il sistema di coordinate locale automatico (e la sezione trasversale) possono essere fatti ruotare intorno all'asse dell'elemento di un angolo definito. Se l'elemento è parallelo alla direzione globale Z, l'angolo è assunto rispetto all'asse globale X. In ogni altro caso l'angolo è rispetto all'asse globale Z.

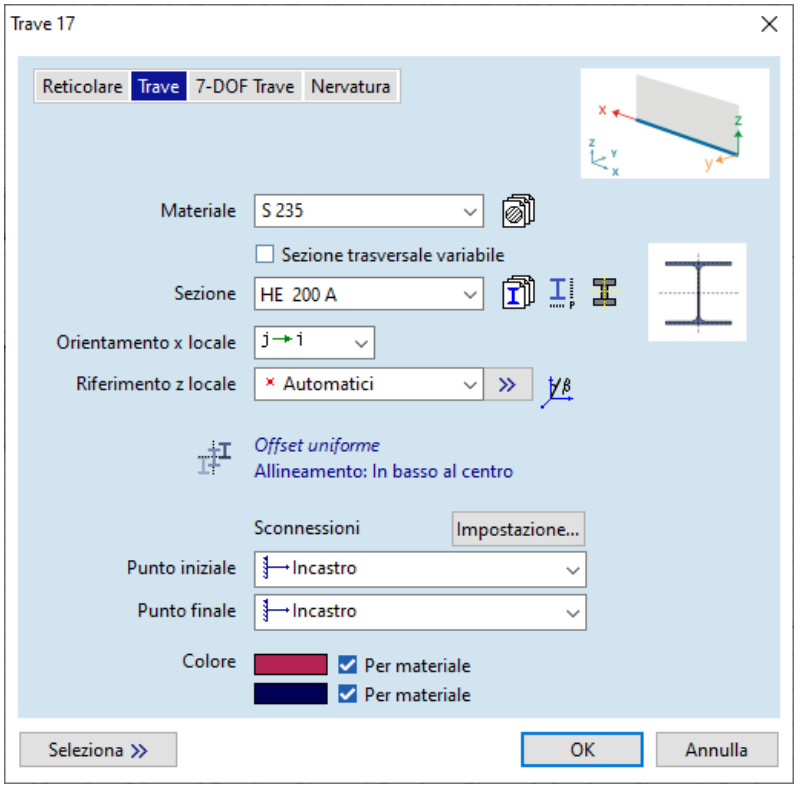
Parametri non lineari

In un'analisi non lineare si può impostare per un elemento reticolare una rigidezza solo a trazione o solo a compressione. Opzionalmente si può anche inserire un valore di resistenza.
Si assume per gli elementi reticolari un comportamento non elastico.

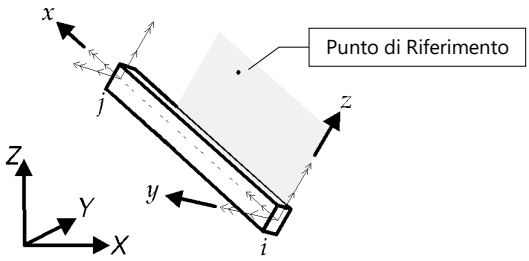
☞ ***I parametri non lineari sono presi in considerazioni solo in una analisi non lineare.***

Se si esegue una analisi statica lineare, dinamica o di instabilità viene presa in considerazione solo la rigidezza elastica iniziale dell'elemento reticolare, senza alcuna considerazione per i parametri non lineari.

4.9.10.2. **Trave**



Gli elementi trave possono essere utilizzati per modellare strutture a telaio.
Le travi sono elementi retti a due nodi e con proprietà di sezione costante o variabile (variazione lineare) lungo l'asse della trave. Per orientare arbitrariamente l'elemento nello spazio tridimensionale si utilizza un punto di riferimento (per definire il piano x-z locale). Per ogni nodo dell'elemento è definito un massimo di tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.
Gli estremi degli elementi possono avere sconnessioni arbitrarie Per ogni sezione di ogni elemento vengono calcolate tre sollecitazioni trasversali, uno assiale e due tagli (N_x, V_y, V_z), e tre momenti, uno torsionale e due flessionali (T_x, M_y, M_z).



i denota L'estremo della trave con l'indice di nodo inferiore (primo nodo). L'asse x predefinito dell'elemento va dal nodo (i) al nodo(j). Esso può essere modificato selezionando l'altro orientamento da *Orientamento x Locale*.

Definisci

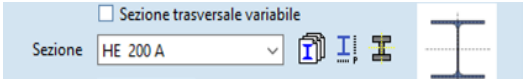
Si devono assegnare le seguenti proprietà:

Materiale, sezione trasversale, orientamenti locale x

La definizione di materiale, sezione trasversale e direzione locale X sono simili agli elementi reticolari. Nella verifica della *sezione trasversale variabile* la sezione iniziale e quella finale possono differire. Per calcolare correttamente le sezioni trasversali intermedie devono essere soddisfatti alcuni criteri.
1. Entrambe le sezioni trasversali devono avere un profilo in spessore o sottile.
2. Le sezioni con profilo in spessore devono avere lo stesso numero di aperture e i rispettivi poligoni devono avere lo stesso numero di punti.
3. Le sezioni a profilo piatto devono essere dello stesso tipo.

Profili I per cuneo

Scegliendo la modifica parametrica della sezione trasversale per profili a I, profili I per cuneo o a doppio cuneo si visualizza una piccola tavolozza per scegliere un tipo parametrico.





Se si sceglie un tipo diverso da quello attuale, il programma importerà i parametri appropriati dalla sezione trasversale corrente. Se si seleziona una forma a I semplice invece di una forma per cuneo, il dialogo parametrico visualizza la sezione trasversale principale. La sezione trasversale principale è la I superiore del profilo per il cuneo e la I centrale di quello a doppio cuneo.
Quando si specifica un profilo a I di sezione variabile, è comune che la sezione a I in un punto finale dell'elemento sia ridotta quasi a zero. Poiché le sezioni I iniziale e finale devono essere dello stesso tipo, l'estremità senza flangia può essere approssimata solo impostando l'altezza minima della flangia. La finestra di dialogo parametrica per i profili a cuneo fornisce un pulsante separato Chiudi risega per impostare una tale sezione finale (*3.1.16 Libreria Sezioni*).

Riferimenti automatici

I vettori di riferimento saranno generati dal programma secondo quanto spiegato nel paragrafo *4.9.23 Riferimenti*
L'orientamento dell'asse locale x di un elemento può essere capovolto o scelto in automatico il che significa che la direzione x locale sarà determinata automaticamente sulla base delle coordinate finali di una trave.

Angolo di Riferimento



La rotazione di sezioni trasversali per elementi reticolari, travi, elementi nervatura è facilitata dalla gestione dell'angolo di riferimento. Il sistema di coordinate locale automatico (e la sezione trasversale) possono essere fatti ruotare intorno all'asse dell'elemento di un angolo definito. Se l'elemento è parallelo alla direzione globale Z, l'angolo è assunto rispetto all'asse globale X. In ogni altro caso l'angolo è rispetto all'asse globale Z.

Gli elementi trave vengono mostrati a video come linee blu.

Eccentricitá



Gli elementi trave possono avere eccentricità nelle direzioni locali y e z rispetto all'asse logico che collega i nodi di estremità. ***Vedere...*** *4.9.10.2.1 Eccentricitá di travi e nervature*

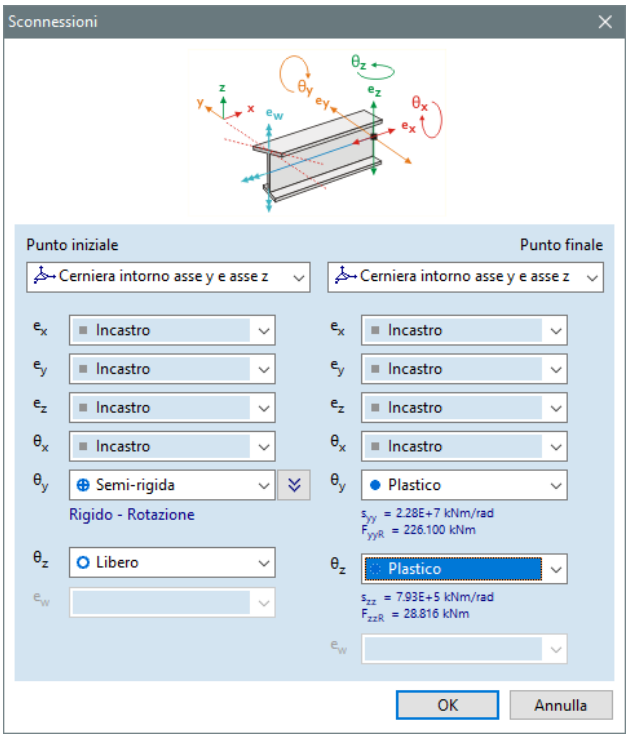
☞ ***Quando viene effettuata la regolazione dell'eccentricità, durante il calcolo della matrice di rigidezza, gli elementi eccentrici sono collegati al telaio statico per mezzo di elementi rigidi. Le forze aggiuntive derivanti dall'eccentricità influenzano i risultati dell'analisi, e questo effetto deve essere preso in considerazione nel corso della valutazione dei risultati.***

Rilasci vincoli interni

Si possono specificare sconnessioni che rimuovono la sconnessione tra i gradi di libertà dell'elemento selezionato e i nodi.Si può anche assegnare una connessione semi-rigida alle componenti di rotazione nel piano dei nodi di estremità.

End releases

Cliccare sul pulsante *Impostazione...* per impostare le sconnessioni finali degli elementi selezionati. Le sconnessioni rimuovono Le sconnessioni finali definiscono la rigidezza tra gli elementi selezionati (nel sistema di coordinate locali) e i nodi. Le sconnessioni di estremità sono definite da sei o sette (per 7DOF trave, ***vedere...*** *4.9.10.3 Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF)* diciture per ogni estremità: *ex, ey, ez, θx, θy, θz, ew*. E Ogni dicitura corrisponde a una componente di forza interna locale, ew rappresenta la deformazione. Per default le estremità della trave sono considerate rigidamente connesse (tutte le rigidezze sono impostate come incastrate) ai nodi. Impostando un dei valori come connessione libera, la corrispondente componente di forza interna della rispettiva estremità sarà nulla. Un valore di connessione semi-rigida può essere assegnato alle componenti di rotazione di piano alle estremità della trave.
I tipi di sconnessione di estremità sono visualizzati nelle tabelle di *Travi* o *Nervature*, ma vengono anche create tabelle separate per le sconnessioni di estremità per *Travi e Nervature* con tutti i dettagli.



Simbolo grafico di una connessione rigida (la corrispondente componente di spostamento locale o deformazione dell'estremo della trave viene trasferita al nodo).

Simbolo grafico di una connessione incernierata (la corrispondente componente di spostamento locale o deformazione dell'estremo della trave non viene trasferita al nodo). La connessione semirigida richiede delle caratteristiche elastiche, come nel caso di molle e elementi di supporto nodali. Il menu a tendina contiene solo le caratteristiche applicabili della molla. Il menu a tendina contiene solo le caratteristiche della molla applicabili. Una nuova caratteristica può essere definita cliccando sull'icona della molla, ***vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle*.

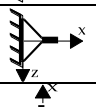
Le caratteristiche possono essere qualsiasi funzione crescente monotona.

Simbolo grafico di una connessione semi-rigida (la corrispondente componente di spostamento locale o deformazione dell'estremo della trave viene trasferita parzialmente al nodo).

Simbolo grafico della cerniera plastica per elementi in acciaio: il valore massimo del momento agli estremi è calcolato dal materiale e dalle proprietà della sezione trasversale. Disponibile solo per gli elementi in acciaio e solo per le componenti *ex, θy, θz*.

Simbolo grafico della cerniera plastica personalizzabile per elementi in c.a.: il rapporto corrispondente momento -rotazione viene definito dall'utente. Fare clic sulla doppia freccia per selezionare, caricare o modificare la curva di rotazione del momento. Disponibile solo per le componenti *θy, θz*.

La tabella sotto (codici numerici: 0=connessione rigida; 1=connessione sferica) mostra l'uso delle sconnessioni agli estremi per alcuni casi comuni:

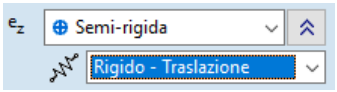
Fine rilascio	**Simbolo**
Cerniera nel piano x- y. Non si trasmette momento M_z.	
Cerniera nel piano x- z. Non si trasmette momento M_y.	
Cerniera nei piani x-y e x-z. Non si trasmettono momenti M_z e M_y.	
Cerniera nei piani x-y e x-z rotazione libera intorno all'asse locale x (cerniera sferica). Non si trasmettono momenti M_x, M_y, e M_z.	
Traslazione libera lungo l'asse locale y. Non si trasmette sollecitazione di taglio V_y.	
Traslazione libera lungo l'asse locale z. Non si trasmette sollecitazione di taglio Vz	

☞ ***Occorre prestare attenzione a non sconnettere un elemento o gruppo di elementi in modo da introdurre traslazioni o rotazioni di corpo rigido.***

Per esempio, se si specificano cerniere sferiche a entrambi gli estremi* (codice 000111) *si introduce una rotazione di corpo rigido intorno all'asse dell'elemento. In questo caso in almeno uno degli estremi non si deve sconnettere il grado di libertà dell'elemento corrispondente alla rotazione intorno all'asse x.

Esempio: Nodo iniziale ■ ■ ■ ■ ○ ○ Nodo finale ■ ■ ■ ○ ○ ○

Collegamento Semi-rigido



Per definire una componente semirigida scegliere *Semi-rigida* dall'elenco a tendina e inserire il corrispondente valore translazionale o rotazionale caratteristico della molla. Per modificarlo cliccate sulla doppia freccia per mostrare il pulsante e il secondo elenco a tendina. Le cerniere semi-rigide possono essere assegnate a tutte le componenti (3 componenti traslazionali e 3 componenti rotazionali).

Cliccare sull'icona della molla per modificare una caratteristica della molla o selezionarne una di quelle predefinite.

Il diagramma momento-rotazione relativa ad un collegamento è modellato da una molla rotazionale elastica lineare o non lineare. La caratteristica non lineare può essere utilizzata solo in un'analisi statica non lineare. In un'analisi statica lineare, di vibrazione o di instabilità, viene presa in considerazione la rigidezza iniziale del collegamento.

Se deve essere definita una nuova caratteristica, i valori di rigidezza predefiniti (K_u traslazionale, e Kr rigidezze ritazionali) vengono calcolati sulla base delle caratteristiche della sezione trasversale, *ma vengono moltiplicati per 1000* come segue.

K_u rigidezza traslazionale:

$$x\text{: } K_u == 1000 \cdot \frac{A_x \cdot E_x}{\ell}$$

dove *Ax* è l'area della sezione trasversale, *Ex* è il modulo di Young e *l* è la lunghezza dell'elemento,

K_r rigidezza rotazionale:

$$yy\text{: } K_r == 1000 \cdot \frac{4 \cdot E_x \cdot I_y}{\ell}$$

$$zz\text{: } K_r = 1000 \cdot \frac{4 \cdot E_x \cdot I_z}{\ell}$$

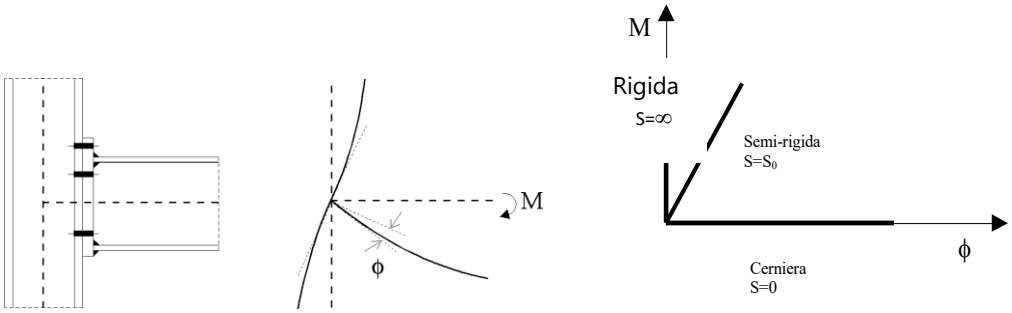
dove *Iy* e *Iz* sono le inerzie flessionali della sezione trasversale.

Il programma non calcola un valore predefinito per i componenti di deformazione a taglio y e z e per il componente torsionale.

La rigidezza dei giunti deve essere determinata in base al suo sistema di coordinate locale. Generalmente, viene data la rigidezza iniziale (o il suo certo quoziente) delle caratteristiche non lineari.

L'esempio seguente mostra come interpretare la rigidezza rotazionale di un giunto in acciaio:

Connessione: Modello: Diagramma Momento-Rotazione Relativa:



☞ ***Per esempio, nel caso di telai in acciaio, l'Eurocodice 3 Annex j ?Eurocode EN 1993-1-8 fornisce i dettagli dell'applicazione.***

Resistenza

Ai giunti semirigidi può essere assegnata una resistenza, ovvero la forza/ momento massimo che può svilupparsi nella connessione. Il valore può essere definito nella finestra delle caratteristiche della molla.

☞ ***Nel caso del materiale in acciaio, i valori predefiniti per i valori di resistenza F_u, M_y e M_z sono calcolati in base alle caratteristiche della sezione trasversale e alla resistenza di snervamento del materiale. In caso di qualsiasi altro materiale, nessun valore di resistenza predefinito viene calcolato dal programma.***

☞ ***Il parametro di resistenza viene utilizzato solo in caso di analisi statica/dinamica non lineare.***

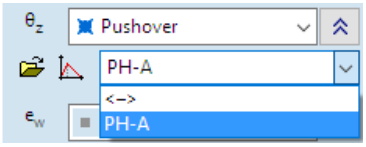
Cerniera plastica in acciaio



Per definire le cerniere plastiche in acciaio, scegliere *Plastica* dall'elenco a tendina
La cerniera plastica può essere definita solo per spostamento direzionale *x* e componenti rotazionali *y*, *z*. Le resistenze assiale e flessionali calcolate verranno visualizzate ma non possono essere modificate.
Se vengono selezionati elementi con materiali o sezioni diversi, non verrà visualizzato alcun valore nel campo di modifica, ma le cerniere verranno definite con la resistenza appropriata.
Dopo aver completato l'analisi non lineare e aver visualizzato i diagrammi di forza interna della trave, le cerniere che sono entrate in plasticizzazione nella fase di carico corrente diventano rosse. Il numero accanto alla cerniera mostra l'ordine di entrare in uno stato di plasticità. La cerniera con il numero 1 è la cerniera che ottiene prima la plasticità. Quando le cerniere non sono rosse, il momento limite di plasticità non è ancora stato raggiunto.

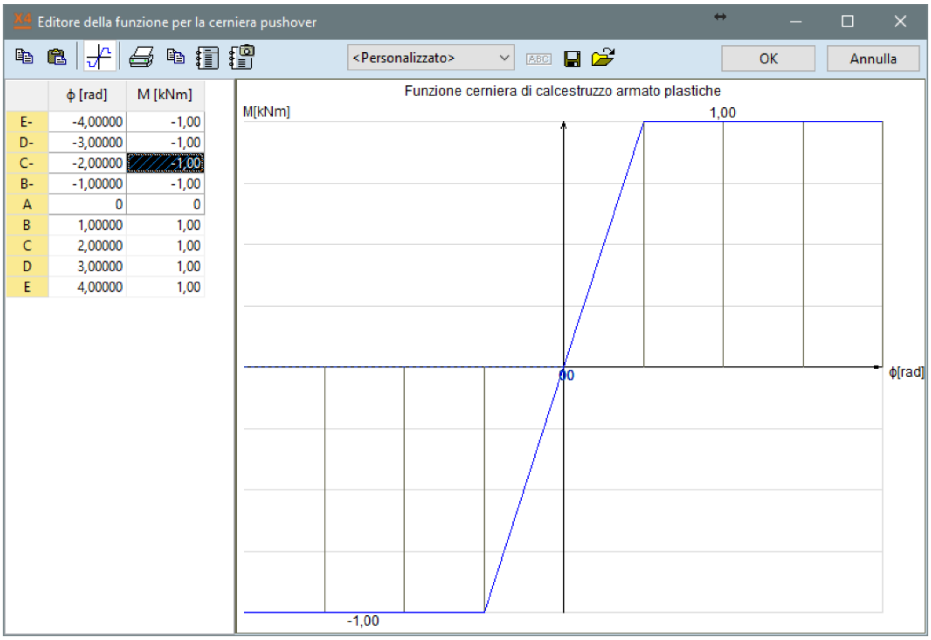
☞ ***Le cerniere plastiche in acciaio possono essere utilizzate soltanto con travi in acciaio ma solo in analisi statiche/dinamiche non lineari.***

Cerniera plastica in calcestruzzo



Per definire le cerniere plastiche in calcestruzzo bisogna, scegliere *Pushover* dall'elenco a tendina. Una relazione momento-resistenza personalizzata può essere definita cliccando sul pulsante Editor funzione sotto l'apposito titolo della caratteristica della cerniera pushover. Per modificare una cerniera pushover cliccate sulla doppia freccia per mostrare i pulsanti e il secondo elenco a tendina
Un totale di cinque punti può essere definito per entrambe le direzioni del diagramma momento-rotazione. Ciò consente la modellazione di un collegamento con comportamento complesso compresa la possibilità di indurimento, plastificazione e degrado della resistenza. Il comportamento dopo l'ultimo punto viene estrapolato basandosi su i punti D ed E. Lo schema viene definito specificando le corrispondenti coordinate momento - rotazione nella tabella sulla sinistra della finestra. Il digaramma creato è simmetrico secondo l'impostazione predefinita, ma ciò può essere sovrascritto cliccando sul bottone *funzione simmetrica*.

I diagrammi creati possono essere memorizzati e utilizzati per altri elementi del modello.
Per facilitare l'analisi numerica e prevenire le difficoltà di convergenza, si raccomanda di evitare improvvise cadute di capacità e sezioni perfettamente plastiche nel diagramma. Bisogna invece, modificare il diagramma spostando leggermente la linea fuori dal piano verticale, facendo in modo che vi sia almeno una piccola differenza in entrambe le coordinate dei punti consecutivi. Questo non influisce su i risultati, ma migliora la stabilità numerica in modo significativo.

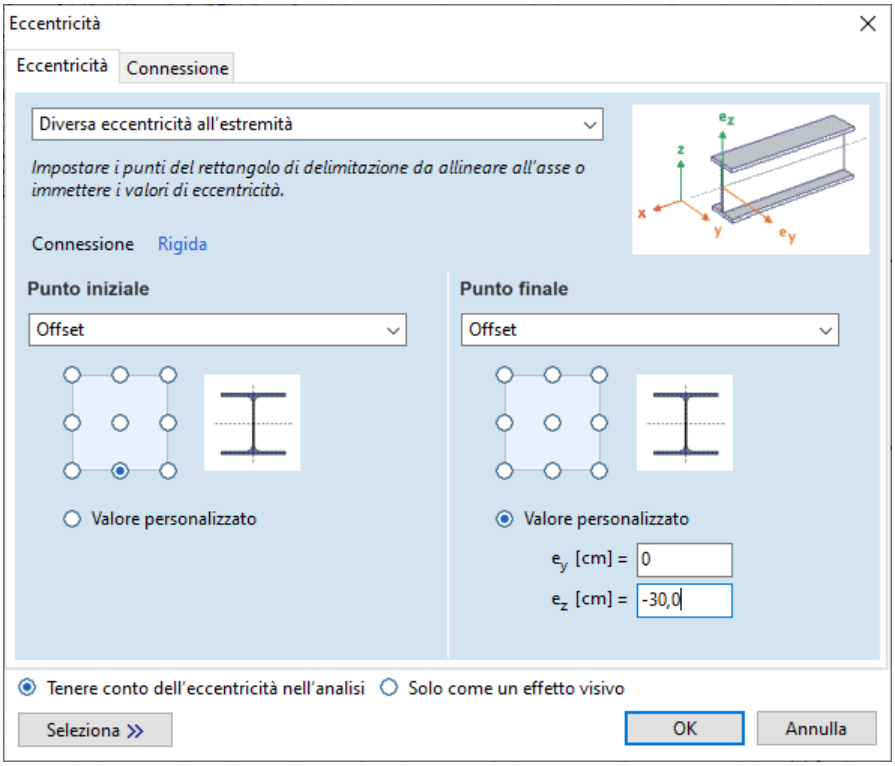


Se si introduce una qualsiasi cerniera all' estremità di un elemento trave,l'estremità viene visualizzata sullo schermo come un cerchio blu. Se si attribuisce ad essa un valore di rigidezza, viene inscritta nel cerchio una croce blu. se la sconnessione corrisponde a una cerniera sferica, l'estremità viene visualizzata come un cerchio rosso.
Le cerniere plastiche sono presentati come cerchi pieni.
Le travi definite appaiono come linee blu scure.

4.9.10.2.1 Eccentricitá di travi e nervature

Gli elementi trave o nervatura indipendenti possono avere eccentricità nelle direzioni locali *y* e *z* rispetto all'asse logico che collega i nodi di estremità. Le eccentricità assegnate ai punti terminali possono essere diverse, in questo caso l'eccentricità delle sezioni trasversali intermedie cambia linearmente tra i due valori.
L'eccentricità può essere modificata in due modi: o dalla finestra di dialogo delle travi o direttamente dalla barra degli strumenti nella scheda *Elementi*.
È possibile impostare se l'eccentricità deve essere impostata fisicamente sul modello *(Tenendo conto dell'eccentricità nell'analisi)*, o se lo scostamento deve apparire *Solo come un effetto visivo*. Questo può essere gestito utilizzando i pulsanti di opzione in basso

La finestra di dialogo ha due schede. *Eccentricitá* è per definire un'eccentricità *ey* e *ez*, mentre *Connessione* per mettere a punto le proprietà della connessione eccentrica..



Eccentricitá

Metodi di definizione

Il metodo appropriato può essere selezionato dall'elenco a tendina.

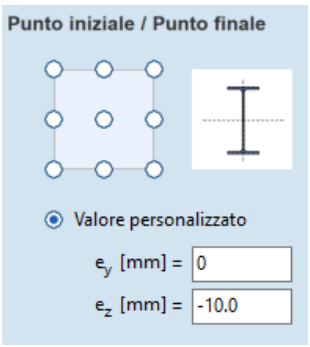
- *Nessuna eccentricitá*
- *Offset uniforme*
- *Allineamento al gruppo di eccentricitá*
- *Allineamento ad un altro element strutturale*
- *Diversa eccentricita all'estremitá*

Nessuna eccentricitá

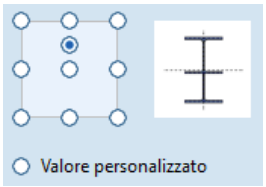
Cancella le eccentricità dell'elemento strutturale.

Offset uniforme

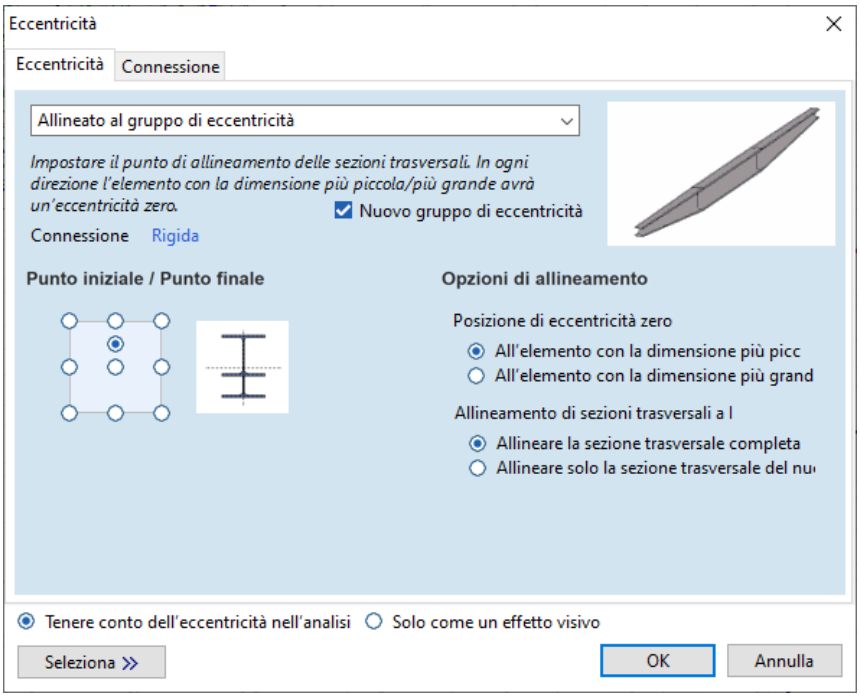
Le eccentricità e_y e e_z sono costanti lungo l'elemento strutturale. L'offset può essere impostato cliccando sui pulsanti radio posti sui punti prescelti del rettangolo di delimitazione della sezione trasversale, facendo così rientrare il punto selezionato sull'asse logico dell'elemento o scegliendo *Valore personalizzato* e inserendo i dati.
Il rettangolo di delimitazione viene visualizzato nel solito sistema locale y-z, cioè l'asse y punta orizzontalmente a destra mentre l'asse z punta verticalmente verso l'alto.



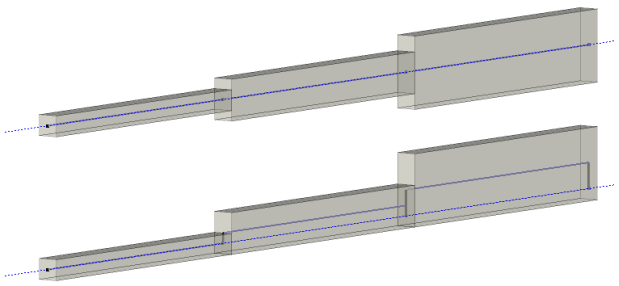
Se l'elemento è una trave a I a forma di cuneo o a doppio cuneo, appare una posizione aggiuntiva tra le opzioni, il centro di gravità della sezione trasversale dell'anima. La sezione trasversale dell'anima è la I superiore del profilo a cuneo e la I centrale di quello a doppio cuneo.



Allineamento al gruppo di eccentricitá

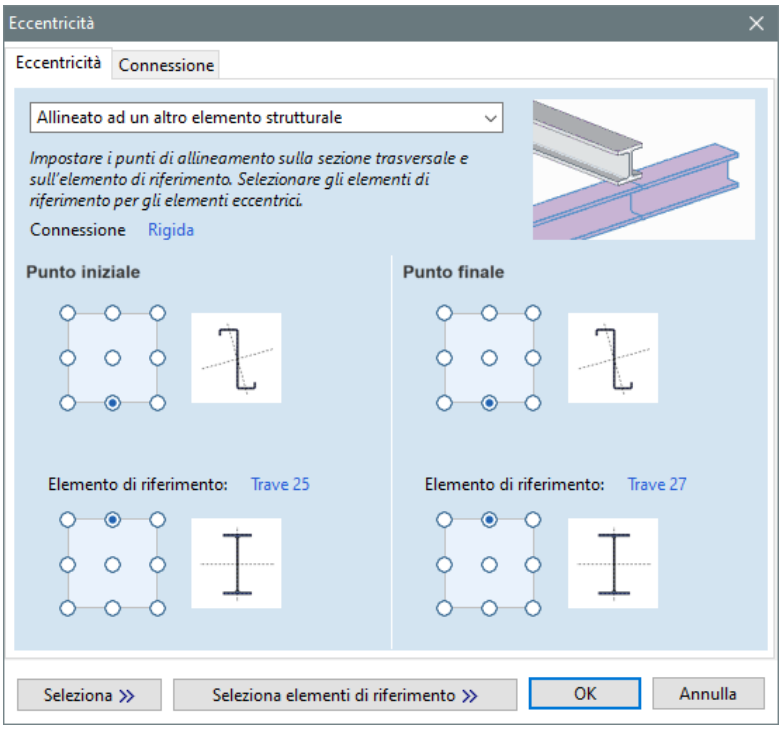


I membri strutturali selezionati formano un gruppo di eccentricità proprio come i domini. L'eccentricità e_y e e_z dell'elemento più piccolo/più grande nella rispettiva direzione (vedere *Opzioni di allineamento*) sarà impostata a zero, mentre gli altri elementi si sposteranno in modo che il loro punto selezionato sul rettangolo di delimitazione rimanga allineato. Sono disponibili opzioni di allineamento speciali per i profili I a forma di cuneo. Quando si seleziona *Allineare la sezione trasversale complete*, l'allineamento sarà calcolato come per le altre sezioni trasversali. Se è selezionato *Allinea solo la sezione trasversale del nucleo*, i cunei saranno ignorati nel calcolo dell'allineamento.



Allineamento ad un altro elemento strutturale

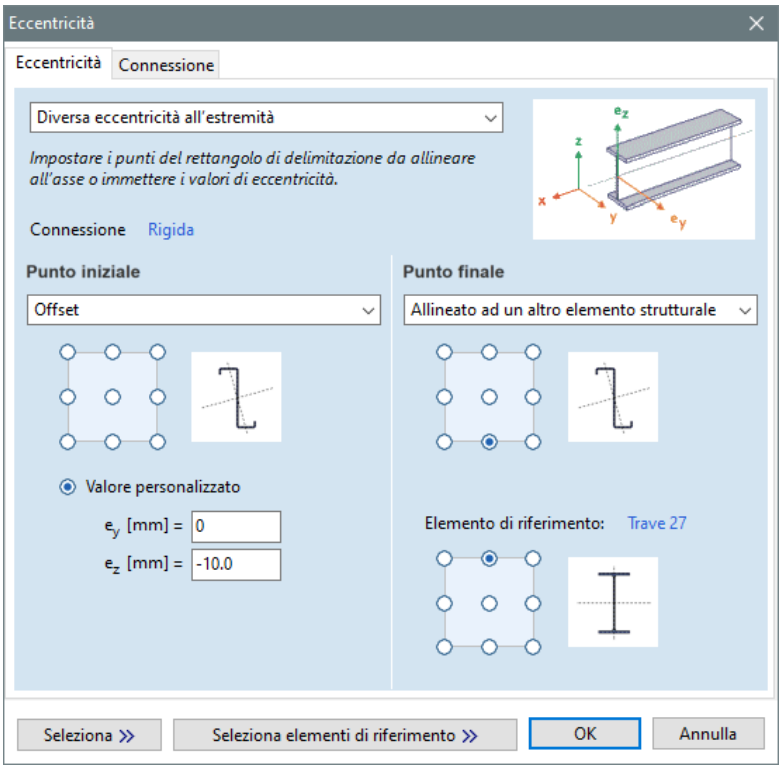
È una situazione comune quando una trave poggia su un'altra. Scegliere *Allineamento ad un altro elemento strutturale* per impostare l'eccentricità appropriata.



Nella parte superiore della maschera si impostano gli allineamenti iniziale e finale dell'elemento strutturale, nella parte inferiore della maschera si impostano gli allineamenti per gli elementi di riferimento collegati ai rispettivi punti.
Cliccando sul pulsante *Seleziona elementi di riferimento* si possono selezionare reticolari, travi o nervature che possono essere usate come elementi di riferimento. Un elemento di riferimento deve avere un nodo comune con gli elementi da modificare. L'elemento di riferimento può avere delle eccentricità, ma non deve essere allineato ad un altro elemento strutturale.
Se gli elementi di riferimento selezionati soddisfano i criteri di cui sopra, l'eccentricità dell'elemento viene modificata facendo corrispondere i punti specificati nei due rettangoli di delimitazione.
La modifica dell'eccentricità o della sezione di un elemento di riferimento aggiorna automaticamente l'eccentricità degli elementi allineati ad esso.

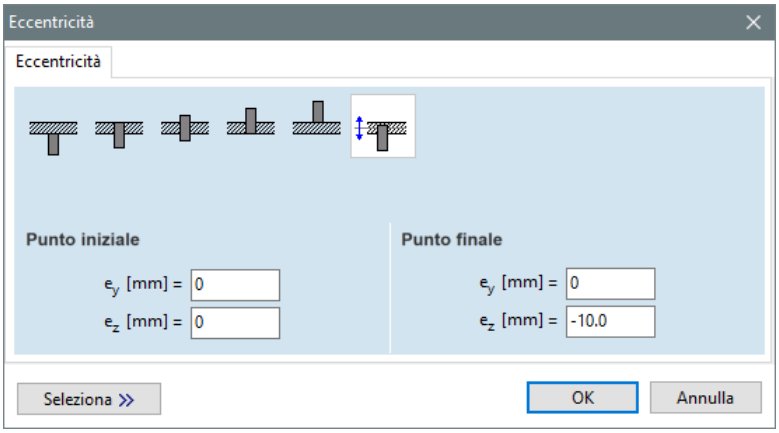
Diversa eccentricitá all'estremitá

Permette di definire una eccentricità diversa nei punti di estremità impostando un Offset o rendendo il punto di estremità *Alllineato ad un altro membro strutturale*.
Per i dettagli vedere la descrizione di questi metodi sopra.



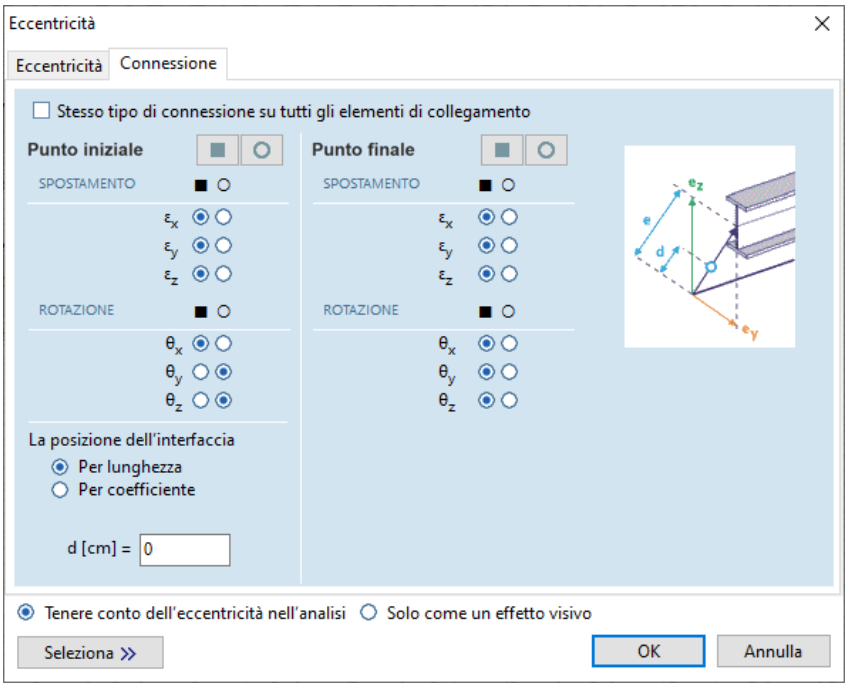
Eccentricità delle nervature collegate agli elementi di superficie

Nel caso di nervature collegate a elementi di superficie, l'ultima opzione sulla barra degli strumenti è *Valore personalizzato*, dove le eccentricità locali *y* e *z* possono essere impostate indipendentemente dai punti di estremità. Negli altri casi, e_y = 0. ***Vedere...*** *4.9.10.4 Nervatura*



Connessioni

Una connessione eccentrica può essere rigida o incernierata a seconda delle rigidezze di spostamento o rotazione.
Legenda: ■ = collegamento rigido, ○ = spostamento (ε) o rotazione (θ) libera.
Se la connessione non è rigida, viene generato automaticamente un elemento di collegamento tra il nodo di estremità e il punto eccentrico relativo.
La posizione dell'elemento di collegamento può essere definita *Per lunghezza* o *Per coefficiente*. Se l'elemento è allineato a un elemento di riferimento è disponibile anche una terza opzione: *Calcolare*. Conoscendo la sezione trasversale dei due membri strutturali, il programma calcola la posizione dell'elemento di collegamento.



I due pulsanti impostano un tipo di connessione predefinito



Connessione rigida
Imposta tutte le componenti come rigide.



Connessione a cerniera
Imposta tutte le componenti come rigide, tranne la rotazione intorno agli assi *y* e *z*.

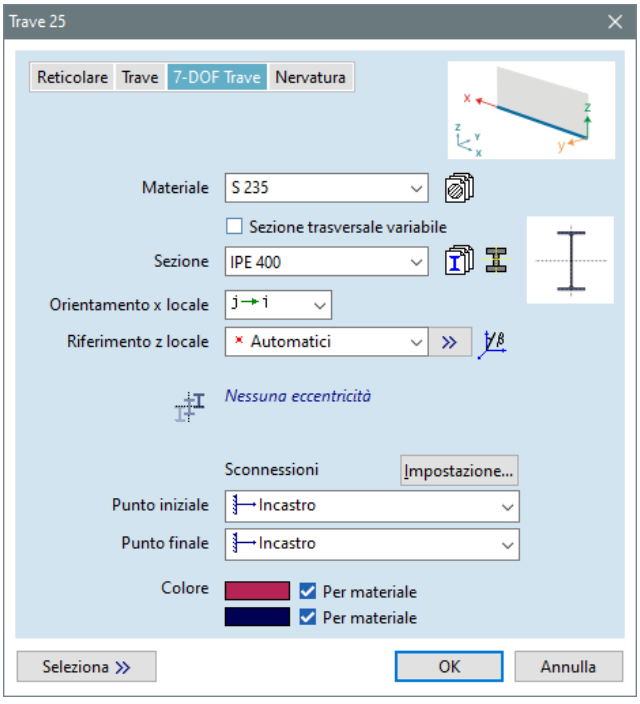
Stesso tipo di connessione su tutti gli elementi di collegamento
Se l'elemento eccentrico è collegato a più di un elemento, questa opzione imposta lo stesso collegamento in ogni punto di collegamento.

Seleziona Eccentricità di travi e nervature possono essere copiate da un'altra trave o nervatura se quell'eccentricità non è determinata dall'allineamento a un elemento di riferimento.

4.9.10.3. **Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF**



Le travi 7 DOF sono elementi rettilinei a due nodi con proprietà di sezione costante o variabile (che cambia linearmente) lungo la lunghezza della trave. Viene utilizzato un punto di riferimento per orientare arbitrariamente l'elemento nello spazio tridimensionale (per definire il piano x-z locale). Oltre ai suoi tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali, un settimo grado di libertà relativo alla deformazione è definito per ogni nodo dell' elemento. Le estremità degli elementi possono avere sconnessioni arbitrarie.



Tre forze interne ortogonali, una assiale e due di taglio (N_x, V_y, V_z), e tre momenti interni, uno torsionale e due flessionali (T_x, M_y, M_z) e un bimomento (B) sono calcolati in ogni sezione dell'elemento. [16, 24, 39, 40, 41].
Gli altri parametri sono gli stessi di quelli degli elementi trave.

Per le forme a I variabili a simmetria singola e doppia, di tipo singola e doppia ala, l'effetto della variabilità è preso in considerazione dall'elemento, cfr. [45].

Sconnessioni

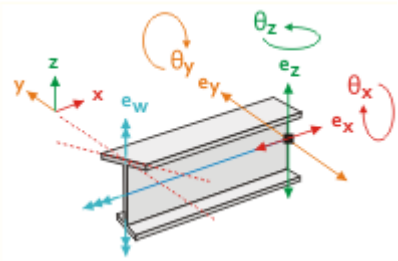
Nelle sconnessioni é possibile definire il grado di libertà della deformazione *(e_w)*.



Continuo: Il grado di libertà di deformazione all'estremità della trave è uguale a quello del nodo.

Libero: La trave può deformarsi liberamente all' estremità.

Semi-rigido: Questo tipo di connessione serve a controllare il trasferimento della deformazione sulla base degli studi di*Basaglia.* [39] Queste speciali caratteristiche della molla sono definite da un coefficiente che descrive la trasmissione della deformazione tra il nodo e l'estremità della trave, quindi le travi collegate possono avere deformazioni diverse. Il vincolo applicato alla trasmissione della deformazione è il seguente

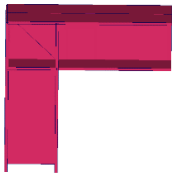


$$w_{beam\ end} = WF \cdot w_{node}$$

Il valore di *WF* dipende dal tipo di giunto. I tipi più comuni sono:



Diagonale



Box



Box-diagonale

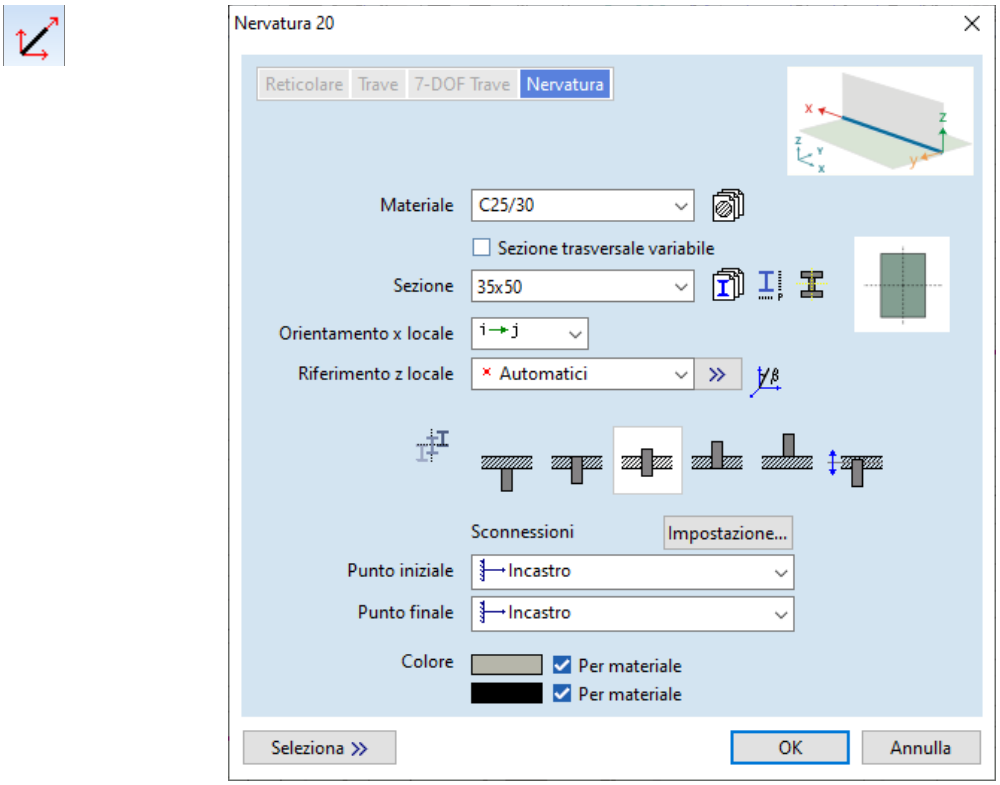
Un giunto diagonale fornisce una trasmissione di deformazione completa e diretta, un giunto a box fornisce una trasmissione di deformazione completa e inversa, mentre un giunto box-diagonale non fornisce trasmissione.
I rispettivi coefficienti *WF* sono

Completo, diretto (diagonale):	*WF* = 1
Completo, inverso (box):	*WF* = –1
Rigido (box-diagonale):	*WF* = 0

Per altri tipi di giunti, il WF può essere determinato costruendo un modello a shell del giunto.

☞ ***Lo svergolamento libero all'estremità di una trave non collegata a un'altra trave può essere definito da WF = 0 caratteristica di trasmissione dello svergolamento rigido.***

4.9.10.4. **Nervatura**



Gli elementi nervatura possono essere utilizzati, indipendentemente o in congiunzione con elementi bidimensionali (piastre, membrane o gusci) per modellare strutture bidimensionali nervate. quando vengono usate in congiunzione con elementi bidimensionali, esse possono essere connesse in maniera concentrica o eccentrica agli elementi bidimensionali. Le proprietà degli elementi bidimensionali corrispondenti sono usate per orientare l'elemento nello spazio 3D(per definire il piano x-z locale). Quando vengono usate indipendentemente, le nervature possono modellare strutture a telaio in modo simile agli elementi trave, ma possono prendere in considerazione anche le deformazioni di taglio. Si richiede un punto di riferimento per orientare arbitrariamente l'elemento nello spazio 3D.

Gli elementi nervatura sono elementi retti, isoparametrici a tre nodi con proprietà di sezione costanti o variabile (cambiamento lineare) lungo l'asse con funzioni di interpolazione quadratiche. Sono definiti tre gradi di libertà rotazionali e tre traslazionali per ogni nodo dell'elemento.

Ad ogni nodo sono calcolate tre sollecitazioni ortogonali, una assiale e due di taglio (N_x, V_y, V_z) e tre momenti , uno torsionale e due flessionali (T_x, M_y, M_z) La variazione delle sollecitazioni all'interno dell'elemento può essere vista come lineare.

Definisci

Si devono assegnare le seguenti proprietà:

Materiale, sezione trasversale, orientamento locale x

La definizione di materiale, sezione trasversale e direzione locale X sono simili agli elementi reticolari. Nella verifica della *sezione trasversale variabile* la sezione iniziale e quella finale possono differire. Per calcolare correttamente le sezioni trasversali intermedie devono essere soddisfatti alcuni criteri.

1. Entrambe le sezioni trasversali devono avere un profilo in spessore o sottile.
2. Le sezioni con profilo in spessore devono avere lo stesso numero di aperture e i rispettivi poligoni devono avere lo stesso numero di punti.
3. Le sezioni a profilo piatto devono essere dello stesso tipo.

Materiale

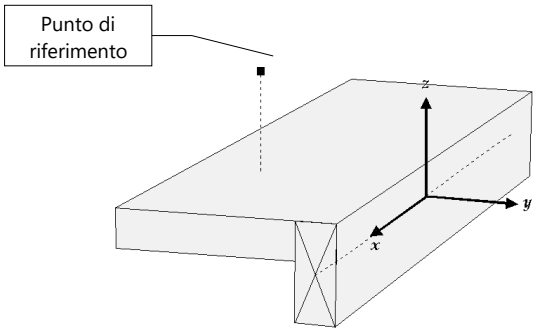
Il materiale della nervatura può essere differente dal materiale dell'elemento bidimensionale (se è connessa a un elemento bidimensionale).

Sezione

La sezione dell'elemento nervatura è presa in considerazione come mostrato nella figura sottostante.

Riferimenti automatici

I vettori di riferimento saranno generati dal programma secondo quanto spiegato nel paragrafo *4.9.23 Riferimenti*



Riferimento

Nervatura indipendente:

Il sistema di riferimento locale è definito come segue:

l'asse dell'elemento definisce l'asse x locale; l'asse locale z è definito dal punto o dal vettore di riferimento; da essi consegue l'asse locale x sulla base della regola della mano destra.

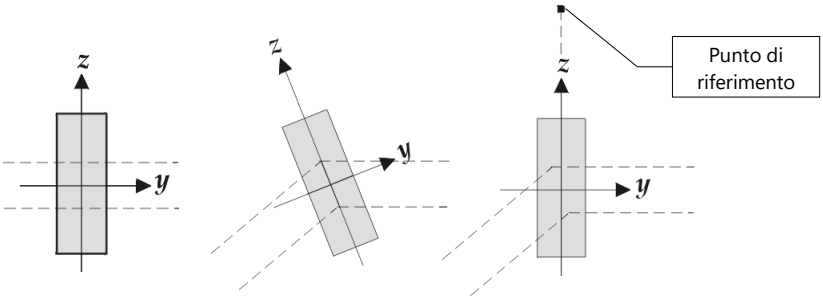
Nervatura collegata a un dominio:

Il sistema di coordinate locali è definito come segue: l'asse dell'elemento definisce l'asse locale x; l'asse locale z è parallelo all'asse z dell'elemento bidimensionale; l'asse locale y è parallelo al piano dell'elemento bidimensionale, orientato secondo la regola della mano destra.

La figura seguente mostra che quando la nervatura i trova sul bordo di due elementi di superficie che formano un angolo, l'asse z locale è orientato in base alla media degli assi normali delle superfici. Se più di due superfici sono collegate al bordo e si selezionano una o due di esse, verrà creato in automatico un riferimento alla definizione della nervatura.

Se più domini sono collegati alla nervatura, selezionare un dominio (o due domini) prima di definire una nervatura per registrare la nervatura su quel dominio. I domini registrati per la nervatura possono essere controllati nel tooltip dell'elemento che appare se la scheda Elementi è attiva e il mouse passa sopra l'elemento.

La registrazione del dominio tiene conto anche delle parti visibili. Se una nervatura si trova sul bordo di più domini, e solo uno di questi domini è visibile (le parti a cui appartengono gli altri domini sono spente), la nervatura sarà registrata all'unico dominio visibile.



Angolo di Riferimento

La rotazione di sezioni trasversali per elementi reticolari, travi, elementi nervatura è facilitata dalla gestione dell'angolo di riferimento. Il sistema di coordinate locale automatico (e la sezione trasversale) possono essere fatti ruotare intorno all'asse dell'elemento di un angolo definito. Se l'elemento

è parallelo alla direzione globale Z, l'angolo è assunto rispetto all'asse globale X. In ogni altro caso l'angolo è rispetto all'asse globale Z.

Rilasci

Si possono definire rilasci ai nodi (vincoli interni) per le nervature come per le travi.

Inizialmente i vincoli interni sono fissi. I tipi di sconnessione finale sono visualizzati nella tabella delle *Nervature*, ma viene anche creata una tabella separata per le *Sconnessioni finali delle nervature* con tutti i dettagli.

Eccentricità

Le nervature sono usate per lo più collegate a elementi di superficie (domini) ma possono essere definite anche come elementi di lineari indipendenti. n quest'ultimo caso la loro eccentricità può essere definita allo stesso modo delle travi (***vedere...*** *4.9.10.2.1 Eccentricitá di travi e nervature*). Se le nervature sono collegate a elementi di superficie (domini) la loro eccentricità può essere impostata come segue.

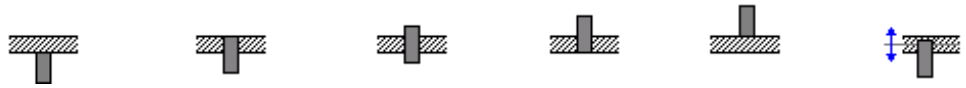
Se più di due superfici sono connesse al bordo e si seleziona una o due di esse, si può definire un'eccentricità per la nervatura

L'eccentricità (ecc) di una nervatura è data dalla distanza del centro di gravità della sua sezione dal piano del modello della superficie (piano neutrale). È positiva se il centro di gravità è sulla direzione positiva del suo asse locale z.

Ci sono quattro opzioni per impostare l'eccentricità della nervatura: nervatura inferiore, nervatura superiore, nervatura di mezzeria ed eccentricità personalizzata.

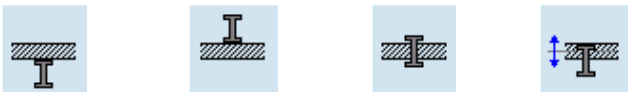
Nei primi tre casi l'eccentricità attuale è calcolata dalla sezione e lo spessore della piastra.

Tipi di nervature in caso di soletta in calcestruzzo e nervatura in calcestruzzo



Nervatura inferiore | *Nervatura inferiore (incassata)* | *Nervatura in mezzeria* | *Nervatura superiore (incassata)* | *Nervatura superiore* | *Eccentricità personalizzata*

Tipi di nervature in caso di soletta in calcestruzzo e nervatura di un materiale diverso

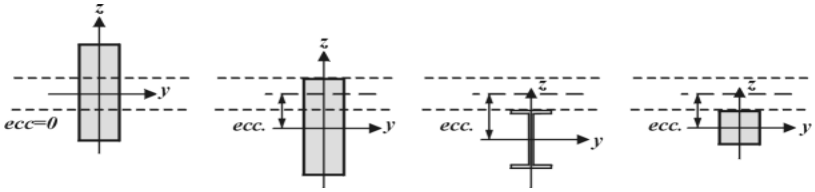


Nervatura inferiore | *Nervatura superiore* | *Nervatura in mezzeria* | *Eccentricità personalizzata*

Se la nervatura è fatta di calcestruzzo, la definizione della nervatura superiore e inferiore è diversa, così le immagini inferiori cambiano secondo il materiale della nervatura. Se la sezione della nervatura e lo spessore della piastra cambiano, l'eccentricità viene ricalcolata automaticamente.

Se la nervatura è in acciaio o in legno, collegata ad un elemento guscio ed è definita come una nervatura superiore o inferiore, può essere definita una connessione assiale rigida aggiuntiva.

☞ ***In caso di collegamenti della piastra di nervatura in cemento armato, la sezione della nervatura deve comprendere lo spessore della piastra. In altri casi (in acciaio o strutture in legno), la sezione trasversale è collegata al piano superiore o inferiore della piastra.***



☞ ***Per piastre, l'eccentricità della nervatura modificherà la sua inerzia flessionale come segue:***

$$I_y^* = I_y + A * exc^2$$

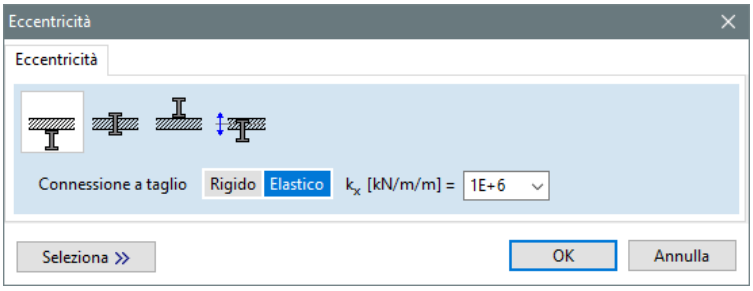
☞ ***Per i gusci,a causa della connessione eccentrica della nervatura al guscio, appariranno forze assiali nella nervatura e nel guscio.***

☞ ***Quando viene effettuata la regolazione dell'eccentricità, durante il calcolo della matrice di rigidezza, gli elementi eccentrici sono collegati al telaio statico per mezzo di elementi rigidi. Le forze aggiuntive derivanti dall'eccentricità influenzano i risultati dell'analisi, e questo effetto deve essere preso in considerazione nel corso della valutazione dei risultati.***

Connessione a taglio

In caso di nervature superiori e inferiori (eccetto per la struttura in calcestruzzo), è possibile impostare il collegamento a taglio tra la soletta e la nervatura, che può essere Rigida o Elastica. La rigidezza elastica - componente kx - deve essere impostata dall'utente, non viene calcolata dal programma (il valore predefinito è 1E+6 kN/m/m).

Usando l'impostazione Elastico, viene calcolata anche la forza di collegamento longitudinale specifica (componente Vxz) (questo non viene calcolato con impostazioni rigide).



Riduzione della rigidezza

Utilizzando l'Eurocodice, la riduzione della rigidezza può essere impostata per alcuni elementi architettonici (come colonne, travi, muri, solai e altri tipi di elementi) per l'analisi dello spettro di risposta modale. Per dettagli vedere capitolo *3.3.10 Riduzione della rigidezza*. In caso di nervature in calcestruzzo è possibile impostare due tipi di fattori di riduzione: kA e kI.

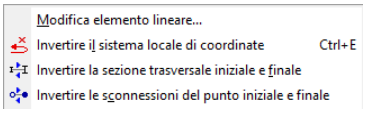
Il fattore k_A abbassa l'area della sezione trasversale del calcestruzzo. Ha effetto solo sulla rigidezza dell'allungamento e non ha alcun effetto sulla rigidezza a taglio. Il fattore k_I riduce solo la rigidezza alla flessione della sezione trasversale.

Le nervature appaiono come linee blu.

Copia caratteristiche >>

Le proprietà di un altro elemento possono essere raccolte e possono essere assegnate agli elementi scelti. Cliccando sull'opzione Copia proprietà si chiude la finestra. Cliccando su di un elemento ne acquisisce il valore e mostra di nuovo la finestra.
Saranno copiate solo quelle proprietà dove è attiva la casella di controllo.

Menu contestuale



Se la scheda *Elementi* è attiva, cliccando con il tasto destro del mouse sugli elementi lineari, si trovano altri utili strumenti che operano sugli elementi lineari selezionati. Se non è stato selezionato nessun altro elemento, queste funzioni cambieranno solo l'elemento su cui avete cliccato.

Invertire il sistema locale di coordinate

Imposta la direzione locale x dell'elemento lineare selezionato nella direzione inversa. Le sezioni trasversali iniziali e finali delle travi rastremate e le loro sconnessioni finali rimarranno nella loro posizione originale solo la loro interpretazione sarà diversa.

Invertire la sezione trasversale iniziale e finale

Scambia le sezioni trasversali iniziali e finali delle travi/nervature selezionate a sezione variabile.
La direzione locale x rimane invariata.

Invertire le sconnessioni del punto iniziale e finale

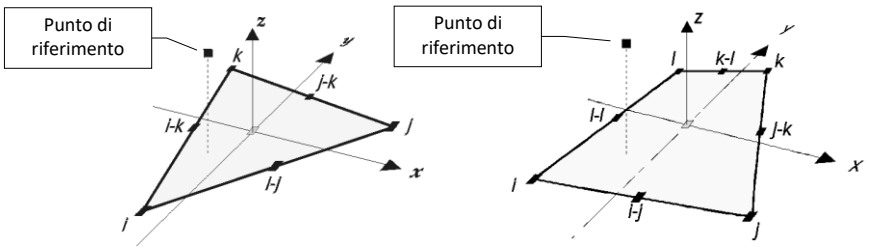
Inverte le sconnessioni finali di travi/nervature selezionate.
La direzione locale x rimane invariata

4.9.11. Elementi bidimensionali

Gli elementi bidimensionali possono essere usati per modellare membrane (elementi membrana), sottile e spesso piastre (elementi piastra) e gusci (elementi guscio) assumendo che gli spostamenti siano piccoli.
Come elementi bidimensionali si possono usare elementi finiti triangolari a sei nodi o quadrilateri a otto/nove nodi, formulati in maniera isoparametrica. Gli elementi bidimensionali sono piani e hanno spessore costante.
L'introduzione di domini e la mesh automatica ha reso la definizione di elementi superficiali obsoleti

È preferibile che lo spessore dell'elemento non sia superiore a un decimo della dimensione caratteristica più piccola dell'elemento strutturale modellato, e che la freccia (w) degli elementi piastra o guscio sia inferiore al 20% dello spessore (cioè spostamenti piccoli rispetto allo spessore).

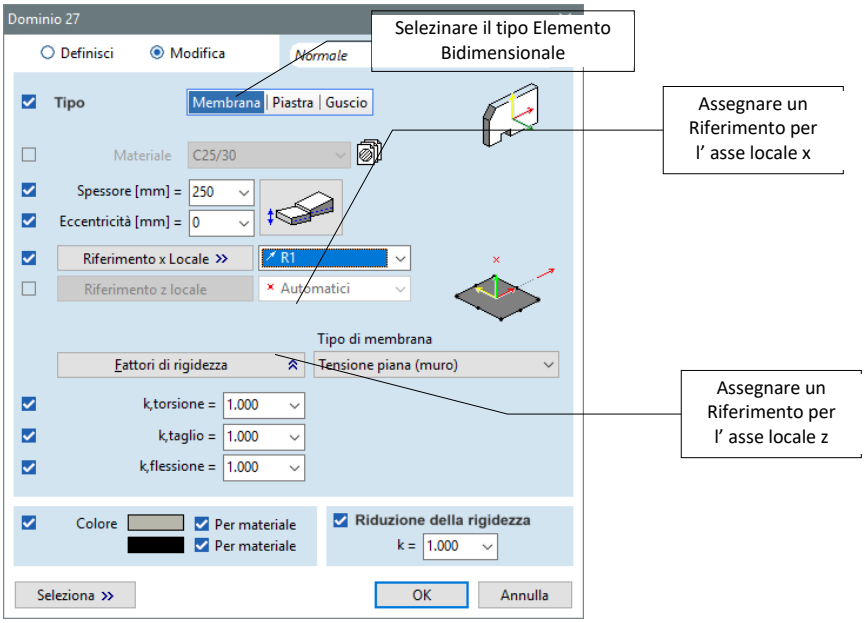
Si sconsiglia l'uso di elementi con rapporto tra la lunghezza del lato maggiore e quella del lato minore superiore a 5 o con rapporto tra lunghezza del lato maggiore e spessore superiore a 100 In alcuni casi, quando gli elementi (che sono piani e con bordi retti) vengono usati per approssimare superfici curve o vincoli, si possono ottenere risultati scarsi.



Bisogna assegnare e definire le seguenti proprietà:

1. Tensione piana/ deformazione piana
2. Materiale
3. Spessore
4. Punto di riferimento
5. Vettore di riferimento

4.9.11.1. **Membrana**



Gli elementi membrana possono essere usati per modellare strutture piane il cui comportamento è dominato da effetti membranali nel piano. Gli elementi membranali includono solo sforzi membranali (nessun effetto flessionale).

☞ ***L'elemento può essere caricato solo nel suo piano***

AXISVM usa un elemento membrana Serendipity a otto nodi, con tensione piana ($\sigma_{zz} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0, \varepsilon_{zz} \neq 0$) o deformazione piana ($\varepsilon_{zz} = \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0, \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \sigma_{zz} \neq 0$),.
Le sollecitazioni membranali sono: n_x, n_y, e n_{xy}. Inoltre vengono calcolate le sollecitazioni interne principali n_1, n_2, e l'angolo α_n.
La variazione delle sollecitazioni interne entro un elemento può essere considerata come lineare.

Vanno specificati i seguenti parametri:

Piano di tensione o di sollecitazione
Materiale
Spessore
Riferimenti (punto/vettore/asse/piano) per l'asse locale x
Riferimenti (punto/vettore) per l'asse locale z

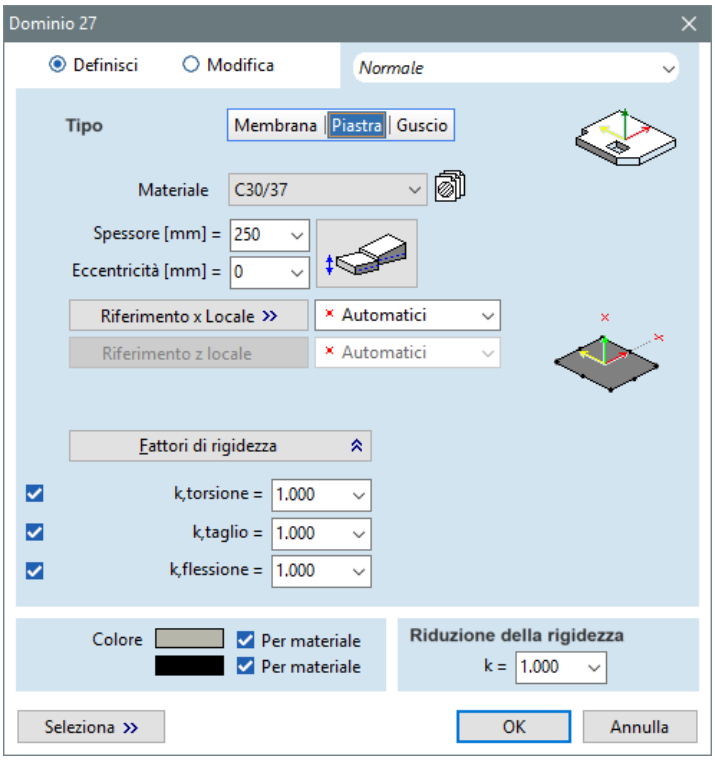


Consente la consultazione della libreria dei materiali per poter assegnare ad un elemento il relativo materiale. I materiali selezionati verranno aggiunti alla tabella dei materiali del modello.

Riferimenti automatici:
Gli assi locali degli elementi per le direzioni x e z possono essere determinati da elementi di riferimento, vedere parte *4.9.23 Riferimenti* o definiti automaticamente.

Il centro delle membrane è visualizzato sullo schermo in blu.

4.9.11.2. **Piastra**



Gli elementi piastra possono essere usati per modellare strutture il cui comportamento è dominato dagli effetti flessionali
AXISVM usa un elemento finito piastra Heterosis a otto/nove nodi, basato sulla teoria delle piastre di Mindlin_Reissner che prende in considerazione gli effetti delle deformazioni di taglio trasversale. Questo elemento è adatto alla modellizzazione anche di piastre sottili e spesse. Gli elementi piastra includono il solo comportamento flessionale (nessun comportamento nel piano).

L'elemento può essere caricato solo perpendicolarmente al suo piano

Le sollecitazioni interne nella piastra sono: momenti m_x, m_y, m_{xy}, e sollecitazioni di taglio v_x, v_y (normali al piano dell'elemento). Inoltre vengono calcolati le sollecitazioni interne principali: m_1, m_2, l'angolo α_m e la sollecitazione di taglio risultante q_R.
La variazione delle sollecitazioni all'interno dell'elemento possono essere considerate come lineari.

Vanno specificati i seguenti parametri:

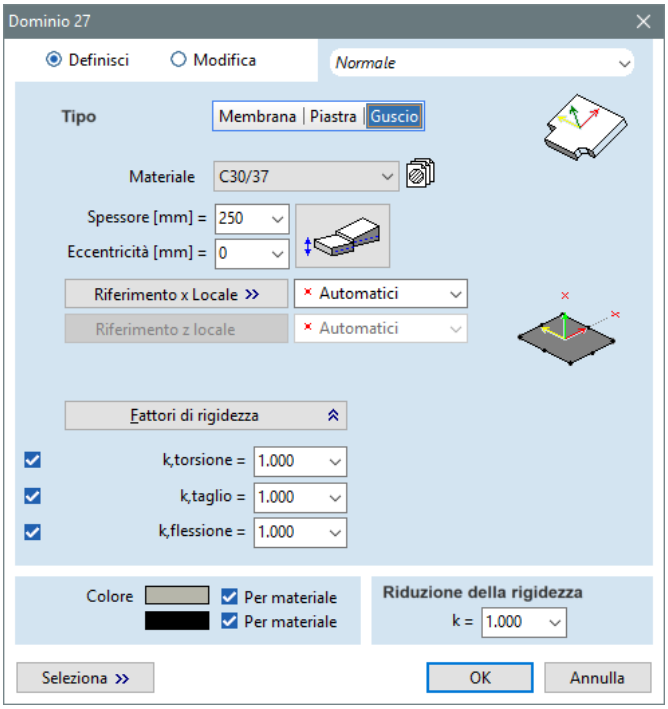
Piano di tensione o di sollecitazione
Materiale
Spessore
Riferimenti (punto/vettore/asse/piano) per l'asse locale x
Riferimenti (punto/vettore per l'asse locale z

Consente la consultazione della libreria dei materiali per poter assegnare ad un elemento il relativo materiale. I materiali selezionati verranno aggiunti alla tabella dei materiali del modello.

Riferimenti automatici:
Gli assi locali degli elementi per le direzioni x e z possono essere determinati da elementi di riferimento, vedere parte (*4.9.23 Riferimenti*) o definiti automaticamente.

Il centro della piastra è mostrato, sullo schermo, in rosso.

4.9.11.3. **Guscio**



Gli elementi guscio possono essere usati per modellare strutture con comportamento dipendente sia dagli effetti nel piano (membranali) che dagli effetti flessionali (di piastra) L'elemento guscio è una sovrapposizione dell'elemento membrana e dell'elemento piastra.
E' un elemento piano, in modo che gli effetti membranali e di piastra possano essere considerati indipendenti (al primo ordine).

☞ ***L'elemento può essere caricato sia nel suo piano che perpendicolarmente al suo piano.***

Le sollecitazioni interne nell'elemento guscio sono:forze n_x, n_y, e n_{xy} (componenti membranali) momenti m_x, m_y, e m_{xy}, e tagli q_x, q_y (componenti di piastra). Inoltre vengono calcolati le forze e i momenti principali n_1, n_2,l'angolo α_n, m_1, m_2, l'angolo α_m e la sollecitazione di taglio risultante q_R.
La variazione di sollecitazioni all'interno dell' elemento possono essere considerate lineari.

Il centro degli elementi guscio è visualizzato sullo schermo in verde.
Vanno specificati i seguenti parametri:

Piano di tensione o di sollecitazione
Materiale
Spessore
Riferimenti (punto/vettore/asse/piano) per l'asse locale x
Riferimenti (punto/vettore) per l'asse locale z

Consente la consultazione della libreria dei materiali per poter assegnare ad un elemento il relativo materiale. I materiali selezionati verranno aggiunti alla tabella dei materiali del modello.

Riferimenti automatici:
Gli assi locali degli elementi per le direzioni x e z possono essere determinati da elementi di riferimento, vedere parte (*4.9.23 Riferimenti*) o definiti automaticamente.

Il centro degli elementi guscio viene visualizzato sullo schermo in verde.

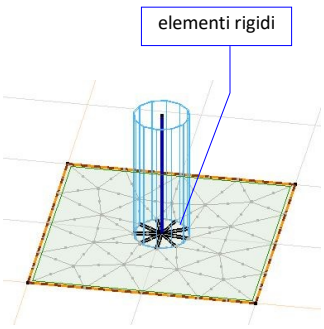
Modifica

Scegliendo elementi dello stesso tipo si attiva la funzione di Modifica. Le proprietà controllate possono essere cambiate o copiate da un altro elemento.
Selezionando elementi di vari tipi si attiva la Definizione.

Copia caratteristiche>>

Vedere *Copia caratteristiche* per elementi lineari (*4.9.10 Elementi Lineari*).

Il DOF di rotazione attorno all'asse normale alla superficie è un DOF speciale. È il terzo DOF degli elementi a membrana e il sesto DOF degli elementi gusci. Non è accoppiato con le traslazioni planari. Solo la foratura DOF dei nodi è collegata con una piccola rigidezza. In caso di elementi a guscio, l'obiettivo principale è quello di evitare singolarità nelle connessioni 3D (connessione a forma L o T di flangia e anima o modellazione di gusci curvi). Nel caso delle membrane lo scopo principale è ottenere gli stessi risultati come gusci caricati nel piano (***vedere...*** *Bibliografia* [2].)

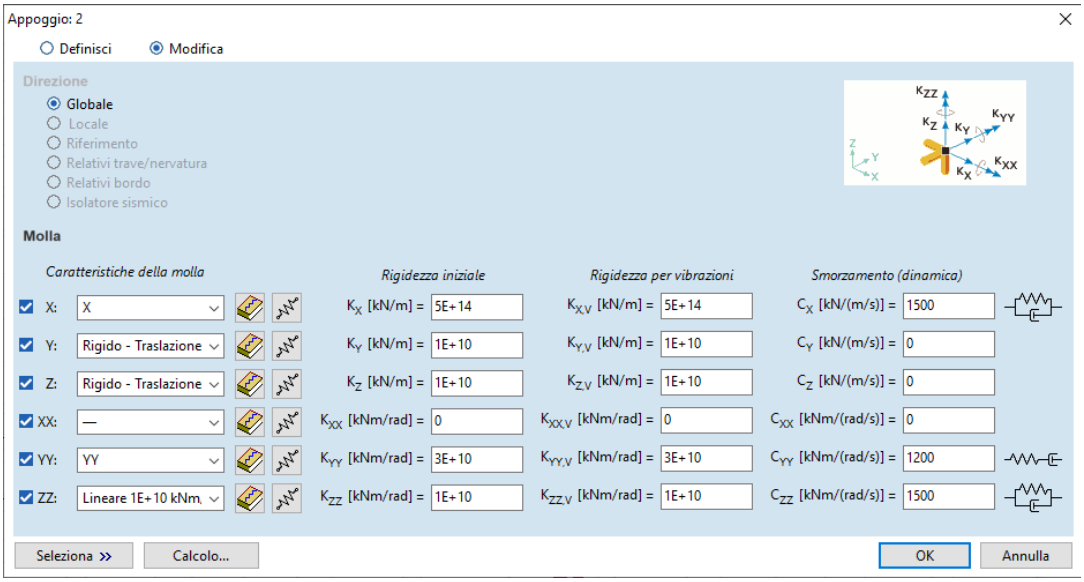


Poiché la perforazione DOF ha solo una piccola rigidezza, un nodo caricato direttamente di una membrana o di un elemento a guscio funziona come se fosse rilasciato attorno all'asse normale alla superficie. Usando elementi rigidi la resistenza al momento di questo nodo può essere aumentata.

4.9.12. Appoggio elastico nodale



Gli elementi di appoggio elastico nodale possono essere usati per modellare condizioni di vincolo puntuali della struttura. Essi vincolano la struttura elasticamente; le forze interne sono le supposte reazioni vincolari.
Non possono essere vincolati i nodi medi dei bordi di superfici.
Si usano i riferimenti per orientare arbitrariamente gli assi x e z dell'elemento. L'asse x è diretto da un punto di riferimento al nodo vincolato (il nodo a cui è apposto il vincolo).
È possibile specificare le proprietà traslazionale e / o rotazionale (torsionale) attorno agli assi dell'elemento per caratteristica della molla. Vengono visualizzati anche i valori di rigidezza iniziale e di vibrazione e il coefficiente di smorzamento.
I componenti con caratteristiche di molla lineare hanno campi editabili per inserire direttamente la rigidezza e lo smorzamento. Chiudendo la finestra di dialogo si crea automaticamente una nuova molla caratteristica con i nuovi valori.
I parametri non lineari possono essere assegnati a ciascuna direzione. Per modificare le caratteristiche, fare clic sull'icona della caratteristica della molla (***vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle*).
I valori del coefficiente di smorzamento sono visibili se almeno uno di essi non è zero.



☞ ***I valori predefiniti di rigidezza sono*** **1.000E + 10 [Kn/M], [kNm/ rad].**

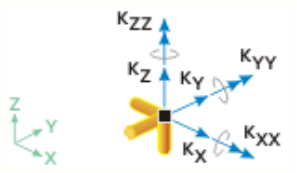
Gli elementi di appoggio sono visualizzati sullo schermo in giallo (molla traslazionale) o arancione (molla rotazionale).

Gli appoggi elastici nodali possono essere orientati nella direzione:

Globale
Locale
Riferimento
Relativi a Trave/Nervatura
Relativi a Bordo

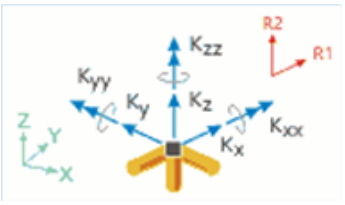
Globale

Definisce elementi di vincolo nodale paralleli agli assi coordinati globali.
È necessario selezionare i nodi che sono supportati in modo identico e specificare le rigidezze transazionali (K_X, K_Y, K_Z) e rotazionali (K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}) corrispondenti.



Locale

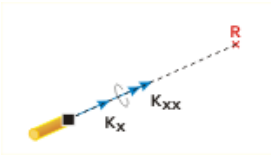
È necessario un minimo di due riferimenti applicabili per definire l'elemento di supporto nodale locale. Questo tipo di supporto nodale è in realtà una versione ruotata di quella globale. Il primo riferimento è la direzione dell'asse-x locale e il secondo riferimento insieme al primo deterimina il piano dell'asse-z locale. Oltre ai riferimenti, è necessario specificare la rigidezza corrispondente (caratteristica della molla).

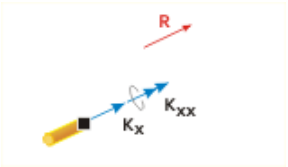


☞ ***È possibile definire solo un supporto locale per un nodo.***

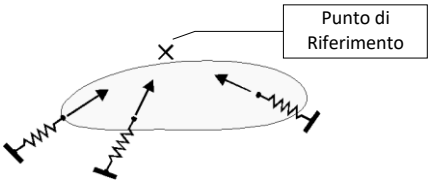
Riferimento

Definisce elementi di vincolo nodale nella direzione di un riferimento (punto o vettore). Si devono selezionare i nodi che sono vincolati nello stesso modo e specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale K_X e rotazionale K_{XX}).

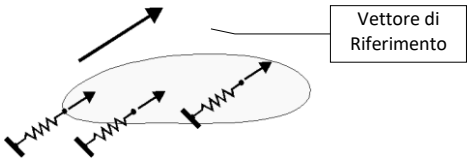




La direzione del vettore di riferimento è definita dal nodo degli elementi e dal punto di riferimento o vettore di riferimento nel modo seguente.



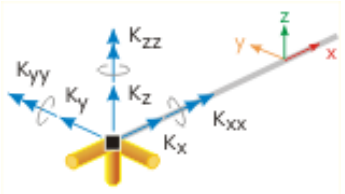
Gli elementi vincolari sono orientati verso un punto di riferimento.



Gli elementi vincolari sono paralleli al vettore di riferimento.

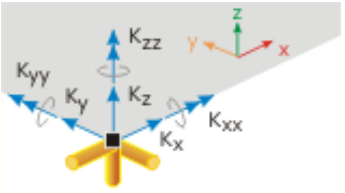
Relativa Trave/Nervatura

Definisce elementi di supporto nodale sugli assi delle coordinate locali degli elementi trave / nervatura. È necessario selezionare gli elementi trave / nervatura e i nodi che sono identicamente supportati e specificare le rigidezze traslazionali (K_X, K_Y, K_Z) e rotazionali (K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}) corrispondenti.



Relativi Bordo

Definisce elementi di supporto nodale sugli assi delle coordinate locali dei bordi degli elementi di superficie. È necessario selezionare i bordi dell'elemento di superficie e i nodi che sono appoggiati in modo identico e specificare le traslazioni relative (K_X, K_Y, K_Z) e rotazione (K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}) corrispondenti.

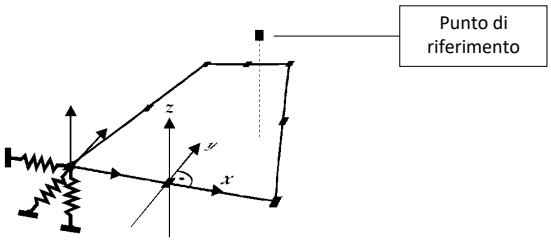


Se una sola superficie è connessa al bordo le coordinate locali del bordo sono:

x = asse del bordo
y= asse orientato verso l'interno dell'elemento bidimensionale nel suo piano
z= parallelo all'asse locale z dell'elemento

Se due superfici sono connesse al bordo la direzione dell'asse locale z è la bisecante dell' angolo tra le due superfici. L'asse y è determinato dalla regola della mano destra.

Se più di due superfici sono connesse al bordo e si seleziona una o due di esse il sistema locale del vincolo sarà basato sulle superfici selezionate.



Lo spostamento positivo allunga la molla di supporto causando una forza di trazione. Lo spostamento negativo accorcia la molla causando una forza di compressione.

Le caratteristiche non lineari sono prese in considerazione solo nell'analisi statica o dinamica con materiali non lineari. Le analisi statiche lineari, dinamiche lineari e di instabilità tengono conto solo della Rigidezza iniziale, mentre l'analisi alle vibrazioni tiene conto solo della Rigidezza di vibrazione.

I coefficienti di smorzamento sono considerati solo nell'analisi dinamica.

I supporti nodali appaiono come picchetti marroni (K_X, K_Y, K_Z) e arancioni (K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}) in 3 direzioni ortogonali.

Calcolo...

Vedere... *4.9.12.1 Calcolo della rigidezza dell'appoggio nodale*

Modifica

Scegliendo elementi dello stesso tipo si attiva la funzione di Modifica. Le proprietà controllate possono essere cambiate o copiate da un altro elemento. Selezionando elementi di vari tipi si attiva la Definizione.

Copia caratteristiche>>

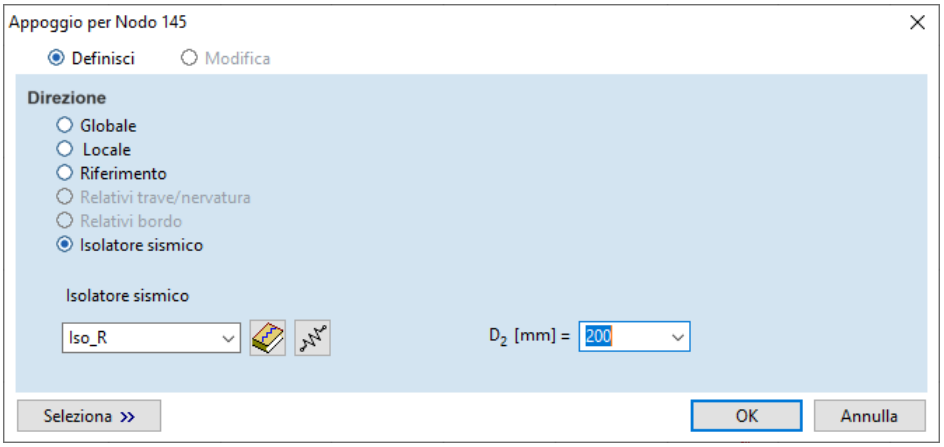
Vedere Copia caratteristiche per elementi lineari (*4.9.10 Elementi Lineari*)

Importazione dei valori di rigidezza dell' appoggio da un foglio Excel

I valori di rigidezza iniziale possono essere copiati da un foglio di calcolo Excel alla tabella degli appoggi dei nodi tramite gli appunti. In questo caso gli appoggi con caratteristiche lineari vengono creati con i valori di rigidezza iniziale che si trovano nel foglio Excel.
Le colonne della tabella copiata corrispondono rispettivamente ai valori K_x, K_y, K_z, K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}.

	A	B	C	D	E	F
1	2,00E+00	3,42E+02	2,34E+03	2,00E+00	2,22E+02	2,22E+02
2	3,00E+00	3,75E+04	1,21E+05	1,00E+10	4,22E+06	1,00E+10
3	3,52E+04	7,89E+04	1,00E+10	8,85E+04	8,68E+03	1,00E+10
4	2,35E+04	5,35E+05	1,00E+10	7,81E+06	7,57E+06	1,00E+10
5	1,00E+10	8,24E+04	7,68E+05	8,78E+02	2,45E+06	1,00E+10
6	1,00E+10	1,23E+07	1,00E+10	5,00E+00	4,58E+04	1,00E+10
7	1,00E+10	5,45E+04	1,00E+10	5,50E+01	8,75E+06	1,00E+10
8	1,00E+10	1,23E+02	1,00E+10	5,00E+00	4,45E+04	1,00E+10

Isolatore sismico



D_2 Spostamento massimo di progetto in ULS

Gli assi degli isolatori sismici sono paralleli agli assi delle coordinate globali.
Vedere... *3.1.17.2 Isolatori sismici*

Ad un nodo può essere assegnato un isolatore sismico o un appoggio nodale. La definizione di un isolatore sismico in un nodo cancella l'appoggio nodale da quel nodo. La definizione di un appoggio nodale in un nodo cancella l'isolatore sismico da quel nodo.

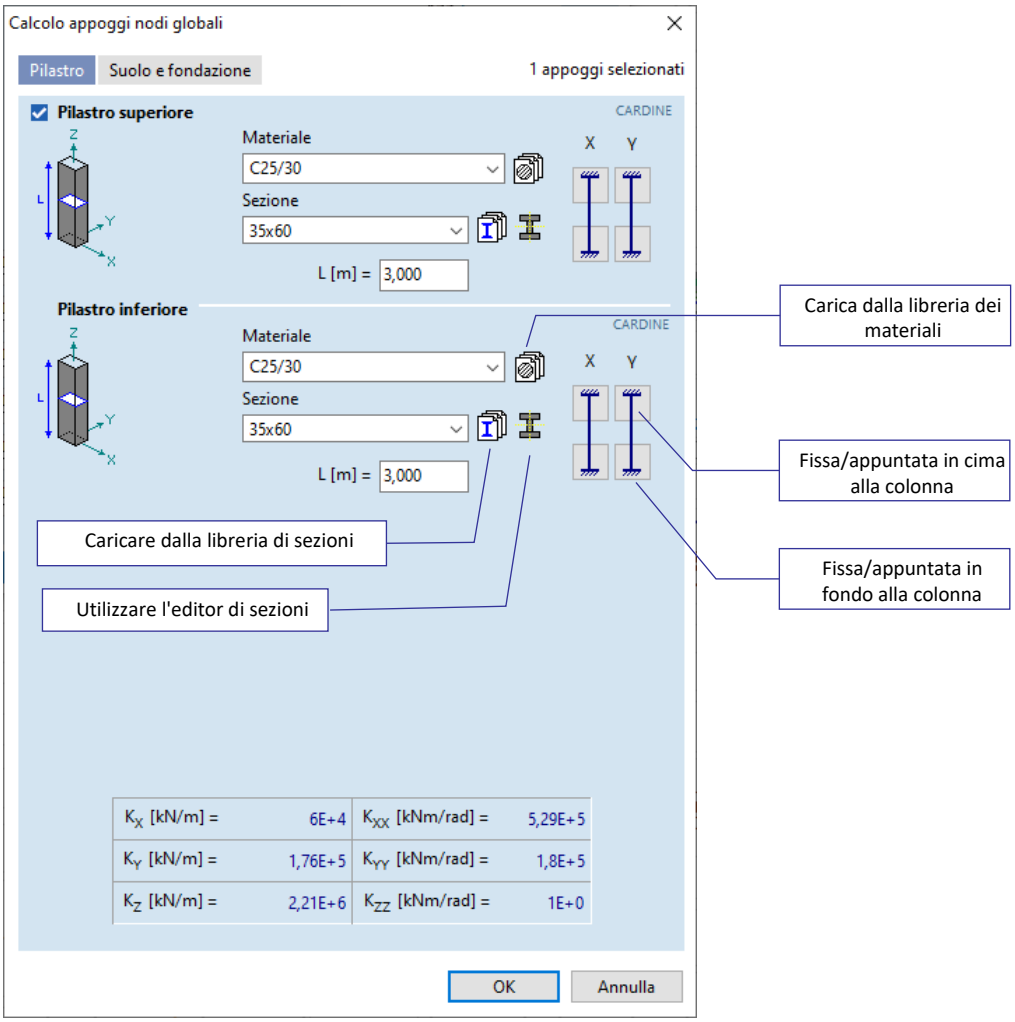
4.9.12.1. Calcolo della rigidezza dell'appoggio nodale

Utilizzare il pulsante *Calculo*... ella finestra di dialogo del appoggio per calcolare o stimare la rigidezza dell'appoggio.
Vengono implementati due metodi *Pilastro* o *Suolo e fondazione*. Nel primo caso il supporto nodale è modellato da una colonna di qualche materiale e sezione trasversale, nel secondo da un basamento su un suolo con una specifica stratigrafia.

4.9.12.1.1 Calcolo dai parametri del pilastro

Le rigidezze dell'appoggio sono determinate in base agli svincoli finali, al materiale e alla geometria della colonna. Utilizzando i parametri, le caratteristiche delle molle sono generate dal programma.

Calcolando la rigidezza dell' appoggio nodale, il pilastro sotto e il pilastro sopra il nodo possono essere specificati separatamente. I parametri di questi pilastri possono essere utilizzati anche nell'analisi di punzonamento (specialmente nel caso di solette intermedie). Le colonne e i muri che modellano gli appoggi possono essere visualizzati e il cursore può identificarli.



4.9.12.1.2 Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dalla stratigrafia del suolo e dai parametri di fondazione

Selezionando la voce Terreno e fondazione, il programma stima la rigidezza del supporto in direzione Z globale (K) in base ai parametri della fondazione e al profilo del terreno.

Se le direzioni locali del supporto sono significativamente diverse dalle direzioni globali (nessuna delle direzioni locali è più vicina di 10° alla direzione globale Z), la rigidezza del supporto non può essere calcolata con questo metodo..

Sono disponibili due metodi di calcolo: Dal carico stimato o Dall'assestamento alla capacità portante ultima.

Dal carico stimato

Il programma determina l'assestamento sotto il basamento a causa di una forza di compressione centrale stimata F sul terreno, poi calcola una rigidezza di appoggio stimata come $K = F/s$.
Il cedimento è calcolato nello stesso modo descritto in *6.5.15.1 Progettazione del piede della fondazione*.
Il calcolo presuppone che $F \leq R_{v,d}$, cioè che il carico non superi la capacità portante ultima del terreno sotto il basamento, quindi non è possibile inserire un valore di F superiore alla capacità ultima.

Dal cedimento alla capacità portante ultima

Se conosciamo la capacità portante ultima del suolo sotto il basamento e il cedimento associato s_{lim}, la rigidezza dell' appoggio può essere stimata come $K = R_{v,d}/s_{lim}$.

In entrambi i casi, è necessario determinare la capacità portante ultima. Nel primo metodo è necessario trovare il limite superiore di F, nel secondo metodo è necessario calcolare la rigidezza.
La formula generale è
Per condizioni drenate: $R_{v,d} = (c'N_c b_c s_c i_c g_c d_c + qN_q b_q s_q i_q g_q d_q + \frac{1}{2}\gamma B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma g_\gamma d_\gamma) \cdot A'$
er condizioni non drenate: $R_{v,d} = \left((\pi + 2)c_u b_c s_c i_c \gamma_c d_c + q\right) \cdot A'$
Dove *A'* è l'area effettiva del basamento, *B'* è la dimensione effettiva della fondazione, γ è il valore di progetto della densità del peso del suolo sotto il basamento, *c'* è il valore caratteristico della coesione del suolo, *q* è la pressione sotto il basamento. I fattori *N* sono i fattori di portanza che dipendono dall'angolo di atrito del terreno *φ'*, I fattori *b* ono i fattori di inclinazione della base, i fattori *s* sono i fattori di forma, i fattori *i* soni i fattori di inclinazione del carico, i fattori *g* sono i fattori di inclinazione del suolo, i fattori *d* sono i fattori di profondità.
Sono disponibili diversi metodi per il calcolo dei fattori *N, b, s, i, γ, d* : *EN 1997-1 Allegato D, Terzaghi (Bowles), Terzaghi (Sprangler-Handy), Meyerhof, Hansen, Vesic.*
D è lo spessore della fondazione, *θ* è l'angolo di inclinazione del carico rispetto alla verticale, *β* è l'angolo di inclinazione del terreno.

EN 1997-1 Allegato D

Il metodo che tiene conto della maggior parte dei fattori.

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg}\varphi'} \operatorname{tg}^2\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right), \quad N_c = \left(N_q - 1\right) \operatorname{tg}\varphi', \quad N_\gamma = 2\left(N_q - 1\right) \operatorname{ctg}\varphi'$$
$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \operatorname{tg}\varphi')^2, \quad b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \operatorname{tg}\varphi'}$$
$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} sin\,\varphi', \quad s_\gamma = 1 - 0{,}3\frac{B'}{L'}, \quad s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1}$$
$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \operatorname{tg}\varphi'}, \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A'c' \operatorname{ctg}\varphi'}\right)^m, \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A'c' \operatorname{ctg}\varphi'}\right)^{m+1},$$
dove $m_B = \frac{2 + B'/L'}{1 + B'/L'}, \quad m_L = \frac{2 + L'/B'}{1 + L'/B'}, \quad m = m_\theta = m_L \cos^2\theta + m_B \sin^2\theta$

Terzaghi (Bowles)

l metodo Terzaghi è usato principalmente per fondazioni poco profonde caricate centralmente, dove la profondità del piano di base della fondazione, *D* non supera la dimensione del basamento. L'inclinazione del basamento o del carico viene ignorata, quindi utilizza solo i seguenti fattori:

$$N_q = \frac{e^{2\left(0{,}75\pi - \frac{\varphi'}{2}\right)\operatorname{tg}\varphi'}}{2\cos^2\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right)}, \quad N_c = \left(N_q - 1\right) \operatorname{ctg}\varphi', \quad N_\gamma = \frac{\operatorname{tg}\varphi'}{2}\left(\frac{K_{pg}}{\cos^2\varphi'} - 1\right),$$
dove K_{pg} è il coefficiente di pressione passiva della terra, e
$$s_q = 1, \quad s_\gamma = 0{,}8, \quad s_c = 1{,}3$$

Terzaghi (Sprangler-Handy)

Il metodo*Terzaghi (Sprangler-Handy)* utilizza i fattori N della *EN 1997-1 Allegato D*, e i fattori *s* del metodo *Terzaghi (Bowles), ma*

$$N_\gamma = 1.1\left(N_q - 1\right) \operatorname{tg}(1{,}3\varphi')$$

Meyerhof

Prende in considerazione solo I fattori *N, s, i, d* :

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg}\varphi'} \operatorname{tg}^2\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right), \quad N_c = \left(N_q - 1\right) cot\,\varphi', \quad N_\gamma = \left(N_q - 1\right) tan(1{,}4\varphi')$$
$$s_c = 1 + 0{,}2K_p\frac{B'}{L'}, \quad s_\gamma = 1 + 0{,}1K_p\frac{B'}{L'}, \quad s_q = s_\gamma$$
$$i_c = 1 - \theta/90°, \quad i_\gamma = (1 - \theta\,/\,\varphi')^2, \quad i_q = i_c,$$
$$d_c = 1 - 0{,}2\sqrt{K_p}\frac{D}{B'}, \quad d_\gamma = 1 - 0{,}1\sqrt{K_p}\frac{D}{B'}, \quad d_q = d_\gamma,$$
dove $K_p = \operatorname{tg}^2(45° + \varphi')$

Hansen

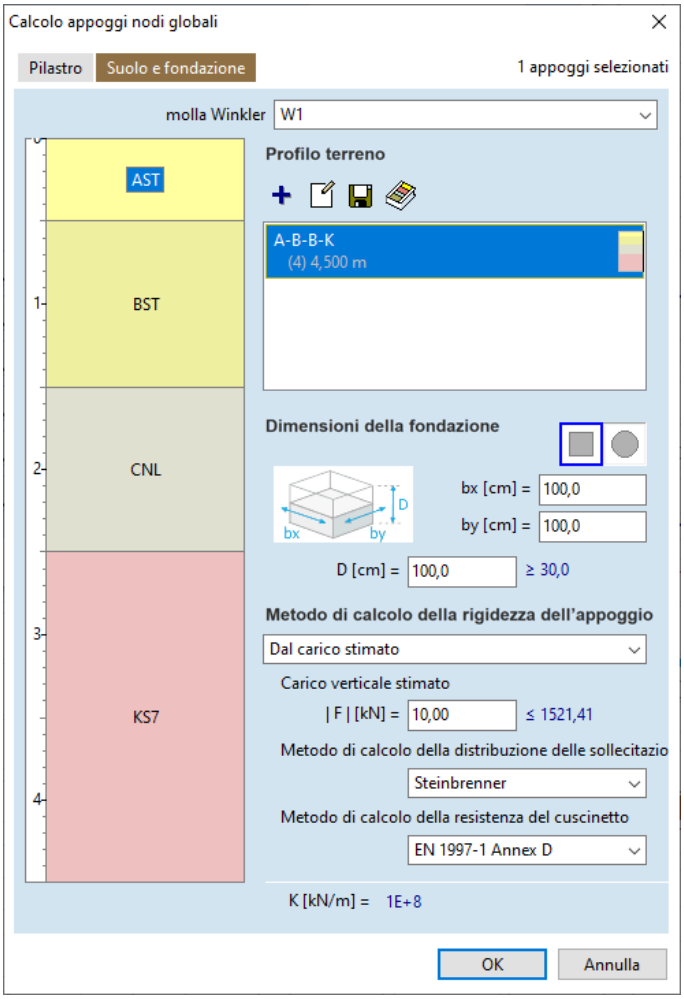
Descrive meglio i suoli coesivi, usando i fattori N di Mayerhof ma

$$N_\gamma = 1{,}5\left(N_q - 1\right) \operatorname{tg}\varphi'$$
$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{147°} \quad b_q = (1 - \alpha \operatorname{tg}\varphi')^2 \quad b_\gamma = b_q$$
$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c}\frac{B'}{L'} \quad s_q = 1 + \frac{B'}{L'}\operatorname{tg}\varphi' \quad s_\gamma = 1 - 0{,}4\frac{B'}{L'},$$
for purely cohesive soils: $s_c = 0{,}2B'/L'$
$$i_c = 1 - \theta/90°, \quad i_\gamma = (1 - \theta\,/\,\varphi')^2, \quad i_q = i_c,$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147^\circ}, \quad g_q = (1 - \text{tg}\,\beta)^2 \qquad g_\gamma = g_q$$
$$d_c = 1 + 0{,}4k, \quad d_q = 1 + 2\,\text{tg}\,\varphi'(1 - \sin\varphi')^2 k,$$
$$\text{dove } k = D/B', \text{ if } k > 1 \text{ then } k = \text{arc tg}\,(D\ /\ B')$$

Vesic Si usano i fattori del metodo Hansen, ma

$$N_\gamma = 2(N_q - 1)\,tg\,\varphi'$$



Molla Winkler

La combinazione tra: una stratigrafia del terreno, i parametri della fondazione e il calcolo determina una molla di Winkler che rappresenta la stima dell'appoggio. Le molle Winkler sono salvate nel modello con un nome. La stessa molla Winkler può essere assegnata a più appoggi. Le molle Winkler esistenti possono essere selezionate dalla lista a tendina in alto.

Stratigrafia del terreno

La barra degli strumenti sopra la lista dei profili del terreno disponibili offre le stesse funzioni descritte al *6.5.15.1 Progettazione del piede della fondazione*

Crea un nuovo profilo del terreno
Un nuovo profilo di terreno può essere costruito usando l'editor di profili di terreno (*6.5.15.3 Editor del profilo del terreno*)

Modifica il profilo del terreno
Modifica il profilo del terreno corrente nell'editor dei profili del terreno

Salva il profilo del terreno selezionato
Salva il profilo del terreno selezionato nella libreria dei profili del terreno

Importazione di profilo/i di terreno dalla libreria
La libreria dei profili del terreno (*6.5.15.4 Libreria dei profili del terreno*) è disponibile per qualsiasi modello.

Interpolazione automatica

Se sono stati inseriti dei campioni di trivellazione, il profilo del suolo può essere determinato in qualsiasi posizione del modello stratigrafico (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*). Se si seleziona l'opzione Interpolazione automatica, nel calcolo viene utilizzato il profilo del suolo interpolato nella posizione di appoggio.

In caso di cambiamenti nella posizione del supporto o dei campioni di trivellazione, la rigidezza della direzione Z globale viene aggiornata automaticamente.

Dimensioni della fondazione

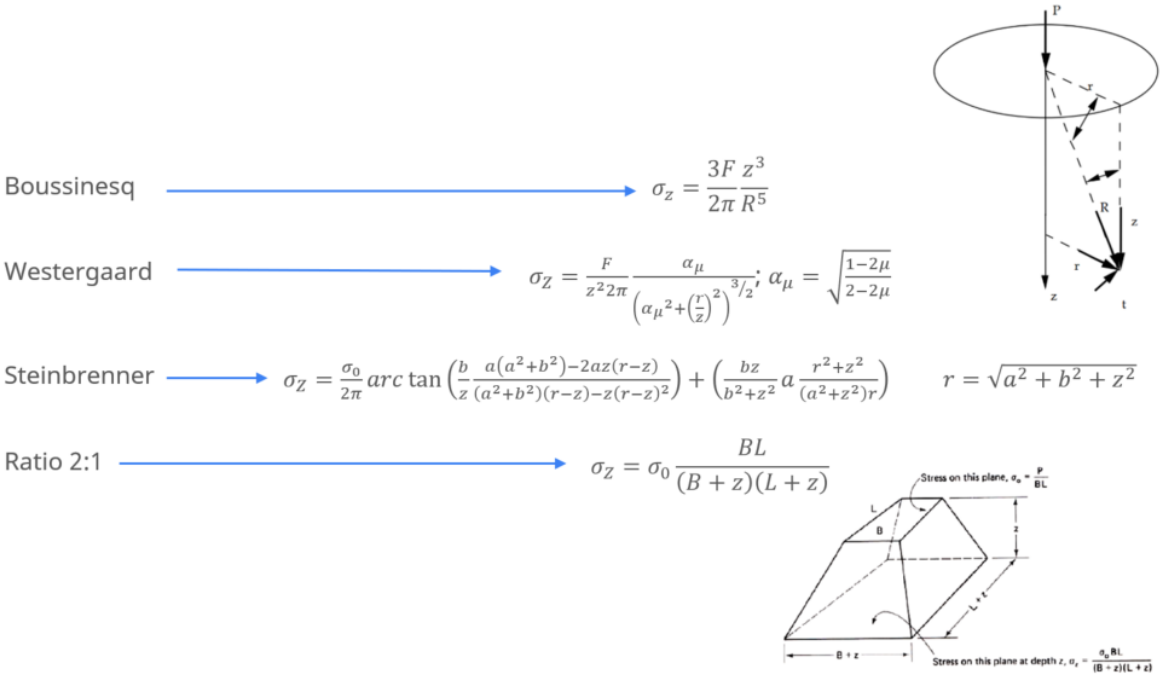
La forma del basamento può essere rettangolare o circolare.
Le fondazioni rettangolari sono definite dale dimensioni *bx* e *by*, quelle circolari dal diametro d_p. n entrambi i casi si deve stabilire la profondità della fondazione rispetto al livello zero del terreno *(D)*.

Calcolo della rigidezza

I calcolo può essere effettuato *Dal carico stimato,* o *Dal cedimento alla capacità portante ultima*.

Dal carico stimato

In questo caso si deve inserire un valore assoluto stimato del carico verticale sul terreno (F). Il programma calcola la capacità portante ultima del profilo del terreno, per verificare il limite massimo di questo carico.
Il metodo di calcolo della distribuzione delle sollecitazioni (Boussinesq, Westergaard, Steinbrenner, rapporto 2:1) e il metodo di calcolo della capacità portante ultima (vedi sopra) devono essere selezionati.



Dal cedimento alla capacità portante ultima

L'assestamento associato alla capacità portante ultima s_{lim} e il metodo di calcolo della capacità portante ultima (vedi sopra) devono essere selezionati.

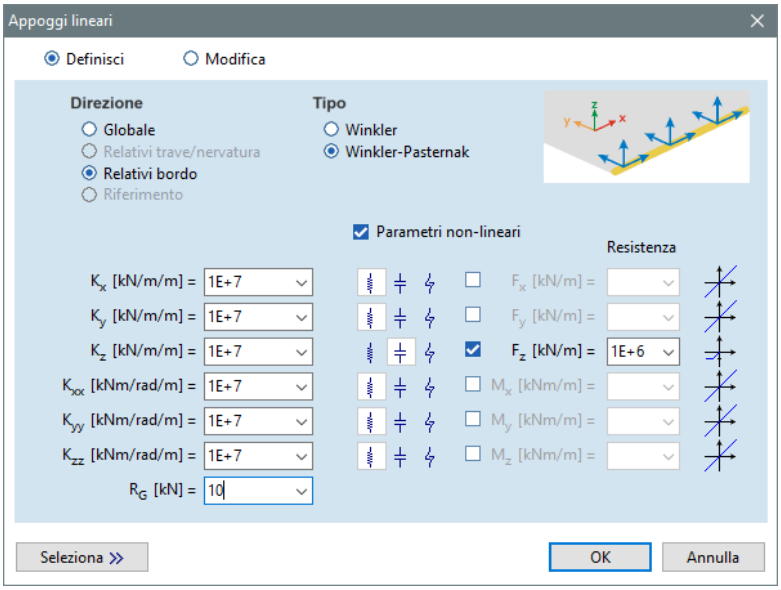
Una volta che tutti i parametri per il metodo scelto sono stati specificati, la rigidezza d'appoggio stimata K viene visualizzata nella parte inferiore della finestra di dialogo. Dopo aver fatto clic sul pulsante OK, il programma assegna una caratteristica di supporto alla componente corrispondente alla direzione Z globale sulla base della molla di Winkler. Il nome della molla generata è costruito a partire dal nome della molla di Winkler e dai caratteri _x, _y, _z che indicano il componente. Il programma imposta la rigidezza di questo componente, ma lascia invariati gli altri componenti.

Aggiornare i valori di appoggio in base al basamento effettivo

Se sono disponibili i risultati di un'analisi statica, si può procedere alla progettazione delle fondazioni (*6.5.15.1 Progettazione del piede della fondazione*). I parametri (dimensioni del basamento e profilo del terreno) utilizzati nella progettazione del basamento possono essere utilizzati per aggiornare i valori di rigidezza dell'appoggio attraverso il menu principale (*Modifica / Aggiorna parametri di appoggio in base alla fondazione effettiva*). Questo comando ricalcola la rigidezza degli appoggi nodali e lineari selezionati.
Questa operazione ovviamente invalida i risultati esistenti.

4.9.13. Appoggio lineari





Appoggio lineari

Gli appoggi elastici lineari possono essere usati per modellare le condizioni di vincolo lineare di una struttura.
Gli elementi d'appoggio lineare sono travi, nervature o bordi di superficie (dominio) che supportano elasticamente. Le forze interne sono le reazioni all' appoggio.
Selezionare i bordi del dominio, le travi o le nervature poi inserire i valori di rigidezza traslazionale e rotazionale.
I parametri non lineari possono essere assegnati a ogni direzione. Per cambiare le caratteristiche, scegliere uno dei tre pulsanti (*Attivo sia in compressione che in trazione, solo in compressione, solo in trazione*), settare la casella di resistenza e se è necessario specificare un valore.

Il vincolo lineare può essere orientato in direzione:
- Globale
- Relativa Trave/Nervatura
- Relativa Bordo
- Referenziale (prendendo direzione da un punto di riferimento o un vettore di riferimento)

Sono disponibili due tipi di appoggi: Winkler o Winkler-Pasternak.

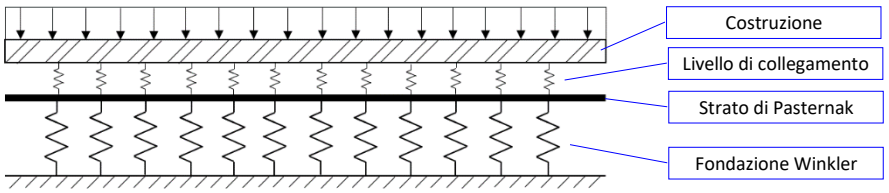
Appoggi tipo Winkler

Questi elementi di appoggio rappresentano una fondazione elastica di tipo Winkler. Selezionate i bordi del dominio, le travi o le nervature, poi inserite i valori di rigidezza traslazionale e rotazionale.

☞ ***I valori predefiniti di rigidezza sono* 1.000E+07 [kN/m/m], o [kNm/rad/m].**

Appoggi tipo Winkler-Pasternak

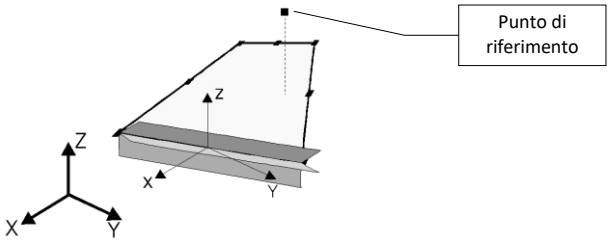
Questi elementi d'appoggio rappresentano una fondazione elastica di tipo Winkler nei confronti della rotazione e degli spostamenti nelle direzioni locali *x* e *y* ma la modellazione dell'appoggio nei confronti degli spostamenti nella direzione locale *z* è più sofisticata. Un nuovo strato di Pasternak che modella la rigidezza di taglio verticale del suolo è posto sopra la fondazione Winkler. Ha una resistenza al taglio R_G costante. Sopra lo strato di Pasternak viene generato uno strato di collegamento linea a linea con una rigidezza di $1000 \cdot K_z$. Nell'analisi lineare l'unica funzione di questo strato è di trasferire la reazione di appoggio *Rz* tra il terreno e la struttura.



☞ ***Sia gli elementi lineari che gli appoggi sui bordi dei domini sono considerati elementi strutturali, cioè quando si crea una mesh questi elementi saranno automaticamente divisi internamente ma tabelle ed etichette si riferiscono sempre agli elementi strutturali.***

Globale

Definisce vincoli lineari paralleli agli assi di coordinate globali. Bisogna specificare le rigidezze corrispondenti (traslazionale K_X, K_Y, K_Z e rotazionale K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}).



Relativa Trave/ Nervatura

Definisce vincoli lineari per elementi Trave / Nervatura nel loro sistema di coordinate locale agendo come una fondazione elastica. Bisogna specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale K_x, K_y, K_ze rotazionale K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}).

☞ ***Le Travi/nervature con vincoli lineari devono essere divise in almeno quattro elementi.***

Inoltre deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$L \le l_k = \frac{1}{2}\min\left(\sqrt[4]{\frac{4E_x I_z}{R_y}},\ \sqrt[4]{\frac{4E_x I_y}{R_z}}\right)$$

Dove L è la lunghezza della trave/nervatura.

☞ ***AXISVM dà un messaggio di avvertimento quando questa condizione non è soddisfatta (da uno o più elementi) In questo caso i moduli di Winkler degli elementi definiti sono posti pari a zero, quindi si possono dividere gli elementi e ripetere il processo di definizione / modifica.***

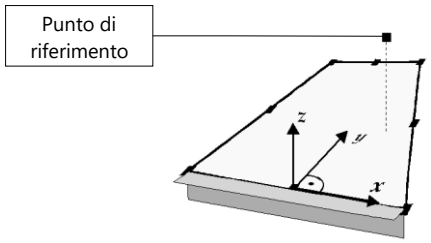
Se si specificano vincoli lineari le sollecitazioni interne vengono interpolate linearmente tra gli estremi dell'elemento, perciò si richiede la divisione degli elementi.

Relativa Bordo

Definisce vincoli di bordo relativi alle coordinate locali dei bordi. Bisogna specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale K_x, K_y, K_z e rotazionale K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}).
Se una sola superficie è connessa al bordo le coordinate locali del bordo sono:

- x= asse del bordo
- y= l'asse è orientato verso l'interno dell'elemento bidimensionale nel suo piano
- z= parallelo all'asse locale z dell'elemento bidimensionale

Se due superfici sono connesse al bordo la direzione dell'asse locale z è quella bisecante l'angolo tra le superfici. L'asse y è determinato secondo la regola della mano destra.
Se più di due superfici sono connesse al bordo e si seleziona una o due di esse il sistema di coordinate locali del vincolo sarà determinato sulla base delle superfici selezionate.



Referenziale

Definisce l'appoggio di bordo in un sistema di coordinate **x, y, z** di destra, dove

- ***x*** = direzione del bordo
- ***y*** = perpendicolare sia al bordo che alla direzione di riferimento *z*
- ***z*** = direzione definita dal punto di riferimento o vettore di riferimento

✍ Lo spostamento positivo si estende la molla di supporto creando una forza di trazione. Lo spostamento negativo comprime la molla creando una forza di compressione.

Comportamento non lineare

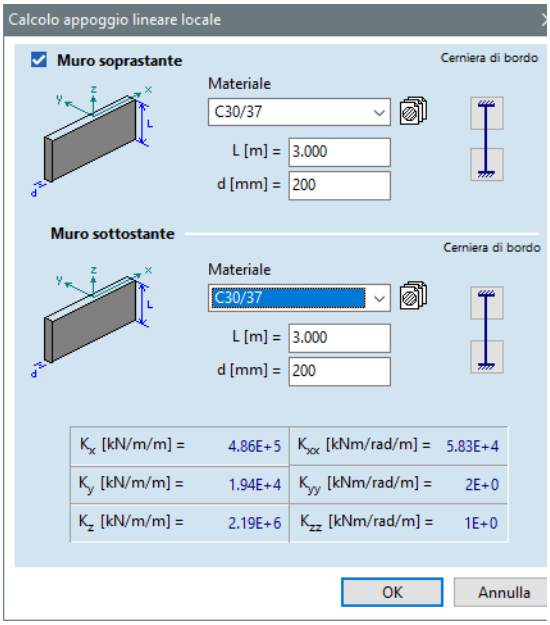
Le caratteristiche non lineari forza-spostamento possono essere specificate per questo elemento come segue: solo compressione (rigidezza molto limitata in tensione), tensione solo (rigidezza molto limitata in compressione). Si può anche definire un valore per la resistenza.

☞ ***I parametri non lineari vengono presi in considerazione solo in una analisi non lineare. Negli altri casi di analisi (statica lineare, Dinamica I/II, Instabilità) vengono prese in considerazione le rigidezze iniziali date agli elementi.***

Il comportamento non lineare degli appoggi Winkler-Pasternak nella direzione *z* locale dipende dalla caratteristica non lineare dello strato di collegamento linea a linea. Nel caso di appoggi di sola-compressione, lo strato di collegamento si estende liberamente lasciando che la costruzione si sollevi dal suolo. La forza di reazione *Rz* sarà zero, ma per via dello strato di Pasternak la fondazione Winkler rimarrà caricata.

I Vincoli Lineari appaiono con colore marrone ((K_X, K_Y, K_Z)) ed arancio ((K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ})) disposti in 3 direzione ortogonali.

Calcolo della rigidezza dei supporti



Premere il pulsante *Calcola...* per calcolare le rigidezze dei supporti lineari (comprese le rigidezze rotazionali) dovute ad un tipo si supporto *muro* . Le rigidezze dei supporti sono determinate sulla base degli svincoli di estremità, dei materiali e della geometria del muro.

Modifica

Scegliendo elementi dello stesso tipo si attiva la funzione di Modifica. Le proprietà controllate possono essere cambiate o copiate da un altro elemento. Selezionando elementi di vari tipi si attiva la Definizione.

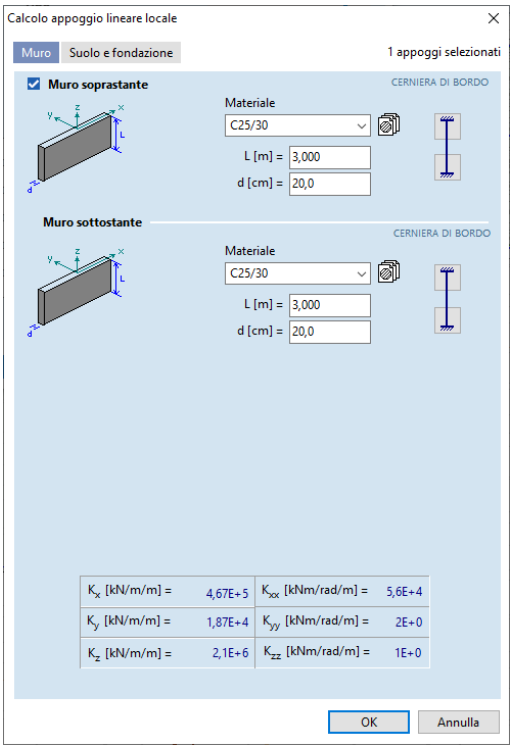
Copia caratteristiche>>

Vedere *Copia caratteristiche* per elementi lineari (*4.9.10 Elementi Lineari*).

4.9.13.1. **Calcolo della rigidezza dell' appoggio lineare**

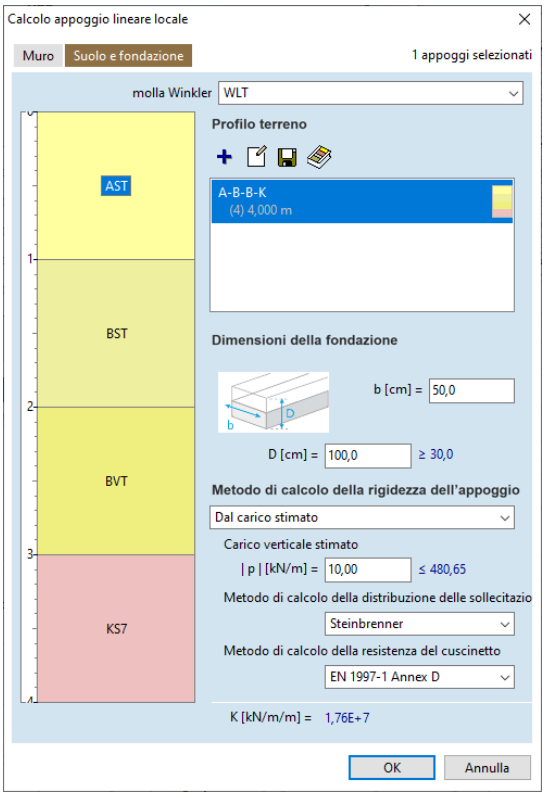
Utilizzare il pulsante *Calcolo...* nella finestra di dialogo dell' appoggio per calcolare o stimare la rigidezza dell'appoggio.
Sono implementati due metodi *Muro* o *Suolo e fondazione*. Nel primo caso l'appoggio è caratterizzato da un muro di un certo materiale e geometria, nel secondo caso da una fondazione a nastro con un profilo di terreno specificato.

4.9.13.1.1 Calcolo dai parametri della parete



Le componenti di rigidezza dell' appoggio sono determinate in base alle cerniere di bordo, al materiale e alla geometria della parete. A partire dai parametri, il programma genera le caratteristiche delle molle.

4.9.13.1.2 Stima della rigidezza dell' appoggio dal profilo del terreno e dai parametri della fondazione



La rigidezza dell' appoggio è stimata nello stesso modo usato per gli appoggi nodali (*4.9.12.1.2*), ma naturalmente il carico *p* e la conseguente rigidezza *K* sono entrambi valori specifici.

I parametri (dimensioni della fondazione e profilo del terreno) utilizzati nella progettazione della fondazione (*6.5.15.2 Progettazione della fondazione continua*) possono essere utilizzati per aggiornare i valori di rigidezza dell'appoggio attraverso il menu principale (*Modifica / Aggiorna parametri di appoggio in base alla fondazione effettiva*). Questo comando ricalcola la rigidezza degli appoggi nodali e lineari selezionati.

Questa operazione ovviamente invaliderà i risultati esistenti.

Se le direzioni locali del supporto sono significativamente diverse dalle direzioni globali (nessuna delle direzioni locali è più vicina di 10° alla direzione Z globale), la rigidezza del supporto non può essere calcolata con questo metodo.

Interpolazione automatica

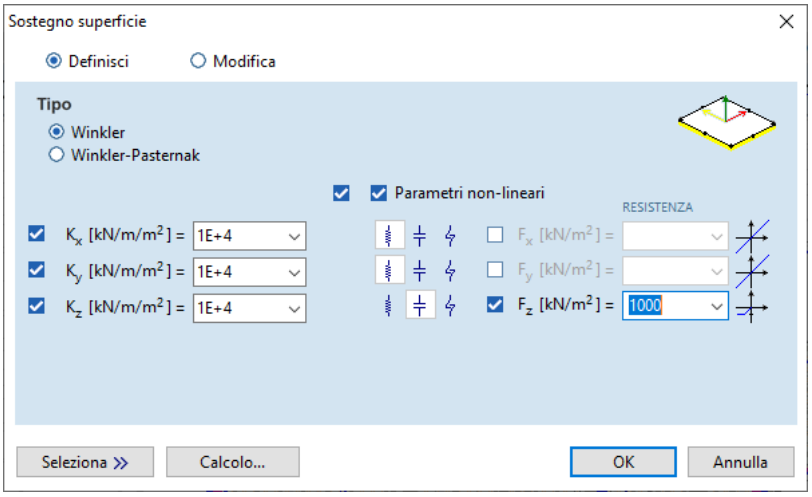
Se sono stati inseriti dei campioni di trivellazione, il profilo del suolo può essere determinato in qualsiasi posizione del modello stratigrafico (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*). Se si seleziona l'opzione Interpolazione automatica, il profilo del terreno interpolato nella posizione del supporto viene utilizzato nel calcolo.

Poiché i supporti lineari sono solitamente suddivisi in elementi finiti, la rigidezza del supporto non è un valore unico, ma può variare lungo il supporto.

In caso di cambiamenti nella posizione del supporto o dei campioni di foro, la rigidezza degli elementi finiti nella direzione Z globale viene aggiornata automaticamente.

4.9.14. Appoggi elastici superficiali





Winkler

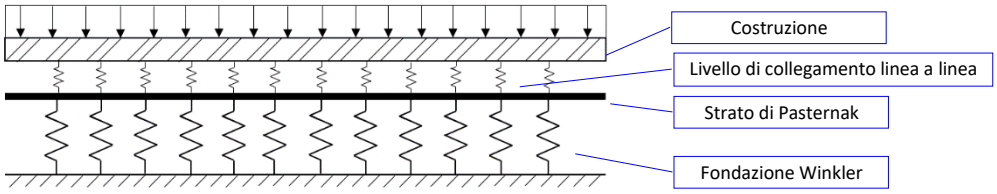
Definisce un appoggio elastico superficiale (fondazione elastica alla Winkler) per elementi bidimensionali. Si deve specificare una rigidezza traslazionale nel sistema di coordinate locali dell'elemento bidimensionale. L'appoggio elastico superficiale si comporta in modo identico a tensione e compressione ed è considerato costante all'interno dell'elemento.
La rigidezza traslazionale dell'appoggio K_x, K_y, K_z (moduli di Winkler) deve essere definita rispetto agli assi locali x, y, e z dell'elemento bidimensionale .

☞ ***I valori predefiniti di rigidezza sono* 1.000E + 04 [kN/m/m], o [kNm/rad/m].**

☞ ***I valori di rigidità predefiniti sono 1E+4 [kN/m], o [kNm/rad/m].***

Appoggi tipo Winkler-Pasternak

Questi elementi d'appoggio rappresentano una fondazione elastica di tipo Winkler nei confronti della rotazione e degli spostamenti nelle direzioni locali *x* e *y* ma la modellazione dell'appoggio nei confronti degli spostamenti nella direzione locale *z* è più sofisticata. Un nuovo strato di Pasternak che modella la rigidezza di taglio verticale del suolo è posto sopra la fondazione Winkler. Ha una resistenza al taglio R_G costante. Sopra lo strato di Pasternak viene generato uno strato di collegamento linea a linea con una rigidezza di $1000 \cdot K_z$. Nell'analisi lineare l'unica funzione di questo strato è di trasferire la reazione di appoggio *Rz* tra il terreno e la struttura.



Lo spostamento positivo si estende la molla di supporto creando una forza di trazione. Lo spostamento negativo comprime la molla creando una forza di compressione.

Comportamento non lineare

Le caratteristiche non-lineari di forze-spostamenti vanno specificate per questi elementi come segue: solo compressione (rigidezza molto bassa in trazione), solo trazione (rigidezza molto bassa in compressione), o sia trazione che compressione (la stessa rigidezza in compressione e in trazione).

☞ ***I parametri non lineari vengono presi in considerazione solo in una analisi non lineare. Negli altri casi di analisi (statica lineare, Dinamica I/II, Instabilità) vengono prese in considerazione le rigidezze iniziali date agli elementi.***

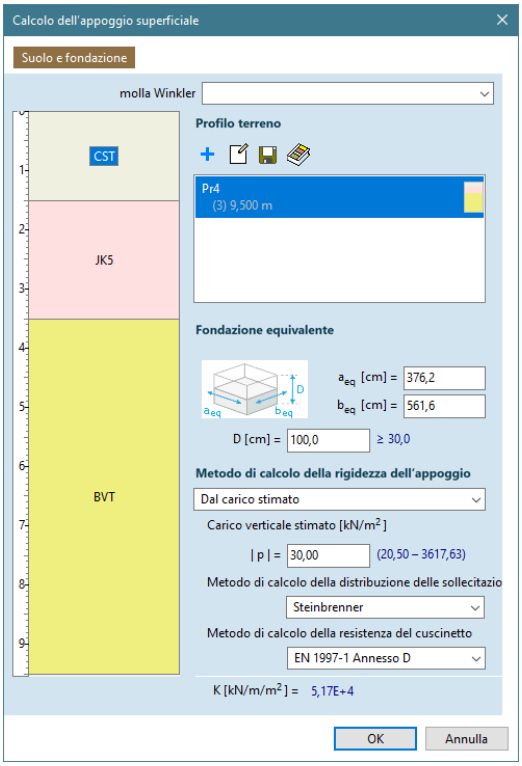
Il comportamento non lineare degli appoggi Winkler-Pasternak nella direzione *z* locale dipende dalla caratteristica non lineare dello strato di collegamento linea a linea. Nel caso di appoggi solo in compressione, lo strato di collegamento si estende liberamente lasciando che la costruzione si sollevi dal suolo. La forza di reazione *Rz* sarà zero, ma per via dello strato di Pasternak la fondazione Winkler rimarrà caricata..

I vincoli di superficie sono rappresentati con retinatura arancione

4.9.14.1. **Calcolo della rigidezza dell' appoggio superficiale**

Utilizzare il pulsante *Calcolo...* er stimare la rigidezza dell' appoggio. L'appoggio di superficie è caratterizzato da un profilo di terreno specifico.

4.9.14.1.1 **Stima della rigidezza dell' appoggio a partire dal profilo del terreno e dai parametri della fondazione**



La rigidezza dell' appoggio viene stimata nello stesso modo dei supporti nodali (*4.9.12.1.2*), ma naturalmente i carico *p* e la conseguente rigidezza *K* sono valori specifici per m^2.
La dimensione della fondazione non ha bisogno di essere specificata, poiché il carico sarà distribuito su tutta l'area del supporto di superficie. L'unico parametro è la profondità della base della Fondazione *D*.
Nel caso del metodo di calcolo della distribuzione delle sollecitazioni di *Steinbrenner* è necessario inserire i dati a_{eq}, b_{eq} del rettangolo equivalente.
Se durante la definizione o la modifica del supporto di superficie è stato selezionato un solo dominio, il rettangolo equivalente viene determinato automaticamente. Il rettangolo equivalente ha la stessa area del dominio e ha il rapporto d'aspetto del rettangolo di delimitazione minimo del dominio.
Se è stato selezionato più di un dominio, i valori minimi e massimi dei lati possono essere visualizzati sotto forma di tooltip.
Se il dominio selezionato era interno a un altro dominio, il rettangolo equivalente viene determinato dal dominio contenente.

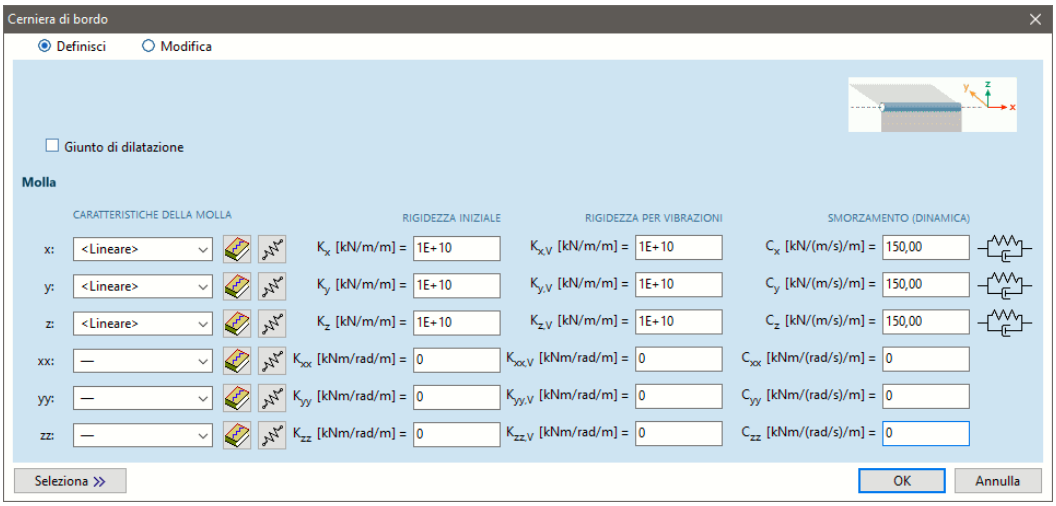
Interpolazione automatica

Se sono stati inseriti dei campioni di trivellazione, il profilo del suolo può essere determinato in qualsiasi posizione del modello stratigrafico (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*). Se si seleziona l'opzione Interpolazione automatica, il profilo del terreno interpolato nella posizione del supporto viene utilizzato nel calcolo.
Poiché i supporti lineari sono solitamente suddivisi in elementi finiti, la rigidezza del supporto non è un valore unico, ma può variare lungo il supporto.
In caso di cambiamenti nella posizione del supporto o dei campioni di foro, la rigidezza degli elementi finiti nella direzione Z globale viene aggiornata automaticamente.

4.9.15. Cerniera di bordo



La cerniera di bordo può essere definita tra i bordi di domini o tra una nervatura ed un bordo di dominio. Scegliere un bordo e un dominio. La rigidezza della cerniera è definita nel sistema locale del bordo del dominio scelto. Le proprietà possono essere impostate come per un elemento molla. Scegliere una proprietà dei componenti interpretata nel sistema di coordinate locali del bordo (***vedere...*** *4.9.15 Cerniera di bordo*). I valori della rigidezza iniziale, della rigidezza di vibrazione e del fattore di smorzamento vengono visualizzati e possono essere modificati. Se si modificano i valori e si chiude la finestra di dialogo con OK, vengono generate le nuove caratteristiche della molla con i valori modificati. Il fattore di smorzamento viene visualizzato solo se è diverso da zero per almeno un componente.

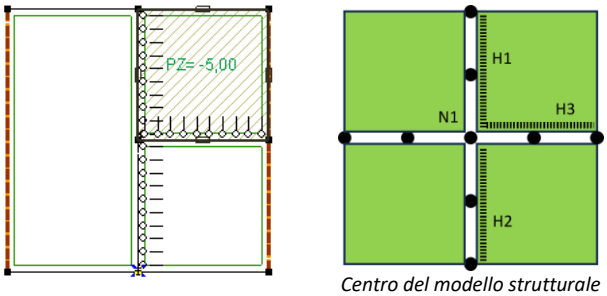


L'opzione *Giunti di dilatazione* è descritta nel prossimo paragrafo.

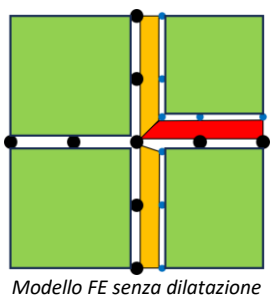
4.9.15.1. **Giunti di dilatazione**

Giunti di dilatazione

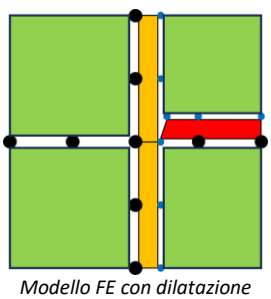
Ai fini dell'analisi numerica, AXISVM converte il modello strutturale in un modello a elementi finiti puro. Durante questo processo gli elementi strutturali vengono sostituiti da uno o più elementi finiti. Ad esempio, le cerniere dei bordi vengono sostituite da elementi molla linea-linea. Le superfici incernierate vengono scollegate dal bordo incernierato raddoppiando nodi e linee e inserendo elementi elastici linea-linea tra il bordo originale e quello nuovo.
È anche possibile modellare i giunti di dilatazione con cerniere perimetrali. La distinzione tra giunti di dilatazione e altre cerniere di bordo è necessaria solo se nel modello esiste almeno un nodo in cui sono collegati entrambi i tipi di cerniere di bordo. In questo caso, le cerniere dei bordi devono essere elaborate in due fasi. In primo luogo, il modello deve essere sezionato lungo i giunti di dilatazione per creare unità strutturali separate da essi. Quindi, le altre cerniere di bordo devono essere inserite sezionando solo le rispettive unità strutturali.
Se l'opzione Giunto di dilatazione è disattivata, le cerniere dei bordi H1 e H3 sono collegate tra loro per formare una linea di separazione continua. Pertanto, anche la cerniera perimetrale H3 è collegata al nodo centrale. Di conseguenza, la piastra di sinistra viene caricata nel punto centrale anche dalla piastra superiore destra attraverso la cerniera perimetrale H3, che ha rigidità in tutte e tre le direzioni. Quando invece è attiva l'opzione Giunto di dilatazione, le cerniere di bordo H1 e H2 sono collegate tra loro per modellare un giunto di dilatazione. In questo modo la cerniera di bordo H3 collega tra loro solo le piastre di destra. Pertanto, non vi è alcun collegamento in direzione verticale tra i lati destro e sinistro del modello.



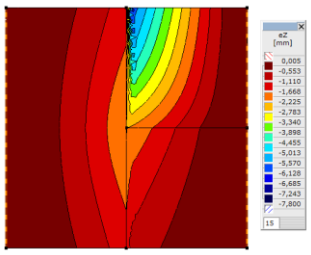
Centro del modello strutturale



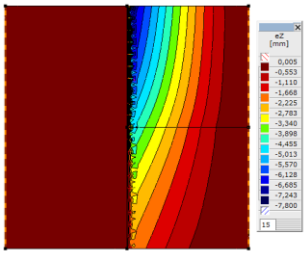
Modello FE senza dilatazione



Modello FE con dilatazione



Risultato della traduzione eZ senza dilatazione



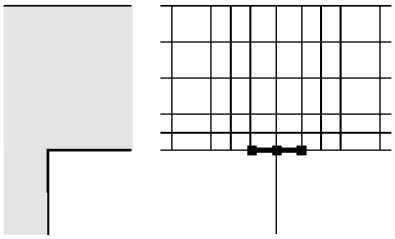
Risultato della traslazione eZ con dilatazione

4.9.16. Elemento Rigido

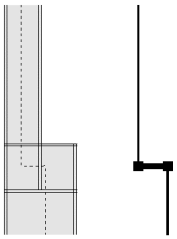


Gli elementi rigidi possono essere usati per modellare parti con un comportamento rigido rispetto ad altre parti della struttura.
Essi possono essere definiti selezionando le linee che ne connettono i nodi. Le linee selezionate aventi nodi in comune, definiscono lo stesso elemento rigido. Non c'è limite al numero di nodi di ciascun elemento.

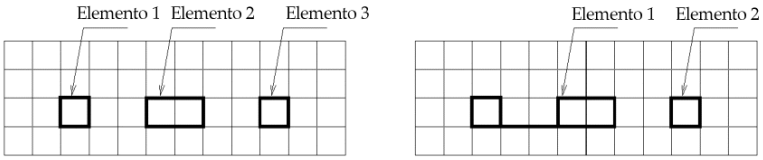
Modellazione elemento di connessione membrana-trave:



Modellazione elemento di connessione eccentrica trave- trave:



Definisci Permette di definire elementi rigidi. Si devono selezionare le linee che connettono i nodi congiunti agli elementi rigidi Si ricordi che le linee con nodi comuni definiscono lo stesso elemento rigido.



Si possono unire o dividere gli elementi rigidi usando il comando modifica. Se si selezionano le linee che connettono nodi di elementi rigidi differenti, gli elementi saranno uniti. Se si deselezionano linee di elementi rigidi interrompendo la loro continuità, gli elementi rispettivi saranno separati.

☞ ***Un elemento finito non può avere tutte sue linee assegnate allo stesso corpo rigido.***

☞ ***Se si vuole calcolare la massa del corpo in un'analisi dinamica, mettere un nodo nel baricentro, collegarlo al corpo ed assegnare una parte del corpo rigido a questa linea. Assegnare la massa del corpo a questo nodo.***

☞ ***La rigidezza geometrica dell'elemento viene presa in considerazione nelle analisi di buckling e nelle simulazioni geometriche non lineari, cfr. [43].***

✍ Gli elementi rigidi sono visualizzati sullo schermo con linee nere spesse.

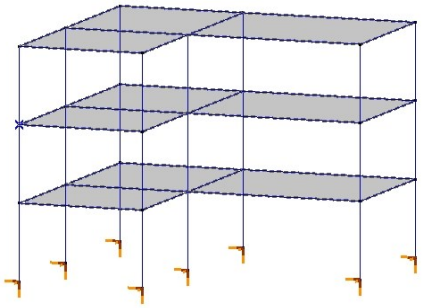
4.9.17. Diaframma



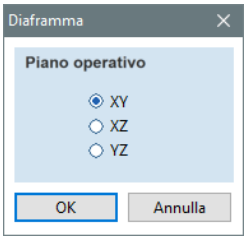
L'uso dei diaframmi semplifica il modello. I diaframmi sono degli speciali elementi rigidi in cui la posizione relativa dei nodi rimane costante in un piano globale.
I diaframmi riducono notevolmente la quantità di calcoli da effettuare. Questo può essere un vantaggio nelle analisi dinamiche di grossi modelli.
I diaframmi rappresentano dei piani rigidi.

Definizione Selezionare le linee che racchiudono il piano rigido, ogni poligonale chiusa corrisponderà ad un diaframma.

✍ I diaframmi vengono rappresentati con delle linee grigie spesse e tratteggiate.



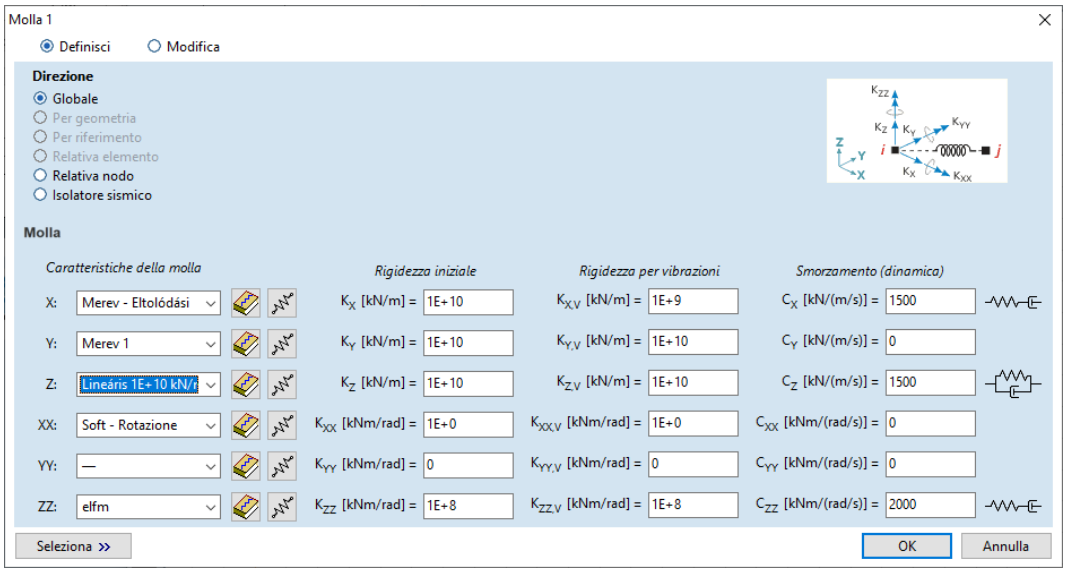
Se modificando le linee di contorno di un diaframma si intercetta un altro diaframma, i due verranno uniti in un unico diaframma. La divisione di un diaframma a seguito di una modifica genera in automatico più diaframmi.



Dopo la definizione del contorno si setta il piano di lavoro del diaframma. La posizione relativa dei nodi del diaframma rimane costante in questo piano. I piani indicati si riferiscono alle coordinate globali.

4.9.18. Molla



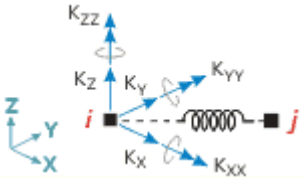


L'elemento a molla collega i gradi di libertà di due nodi del modello. L'elemento ha il proprio sistema di coordinate. È possibile specificare le caratteristiche della molla traslazionale (*X, Y, Z*) e/o rotazionale (*XX, YY, ZZ*). Vengono visualizzati anche i valori di rigidezza iniziale e di vibrazione e il coefficiente di smorzamento. I parametri non lineari possono essere assegnati a ciascuna direzione.
Per cambiare le caratteristiche clicca l'icona delle caratteristiche della molla (***vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle.*)

Le molle possono essere definite nei seguenti sistemi: *Globale, Per geometria, Per riferimento, Elemento relativo, Nodo relative, o come Isolatore sismico.*

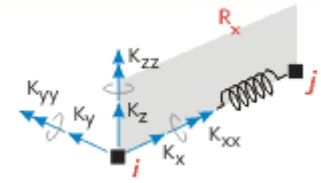
Globale

Definisce gli elementi a molla paralleli agli assi delle coordinate globali. È necessario selezionare la linea e specificare le caratteristiche di traslazione (K_X, K_Y, K_Z) e di rotazione (K_{XX}, K_{YY}, K_{ZZ}) corrispondenti.



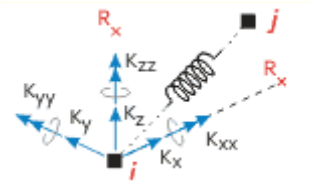
Dalla geometria

Specificando un elemento a molla basato sulla geometria, la direzione della linea selezionata sarà l'asse x locale dell'elemento a molla. Il piano contenente l'asse z locale è determinato dal riferimento z e dall'asse x locale.
Il modello richiede almeno un riferimento applicabile da specificare.



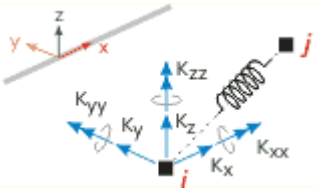
Come riferimento

L'elemento a molla definito per riferimento può essere specificato da due riferimenti. La direzione dell'asse x locale è assegnata dal riferimento x. Il riferimento z, insieme all'asse x locale determina il piano in cui si trova l'asse z locale. Dopo aver selezionato la linea, è necessario specificare i riferimenti e le caratteristiche della molla.
Il modello richiede almeno due riferimenti applicabili da specificare.



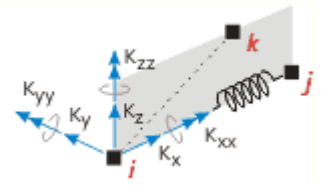
Elemento relativo

Il sistema di coordinate locale dell'elemento a molla è allineato al sistema di coordinate locale della trave / nervatura selezionata. È necessario selezionare la linea richiesta e l'elemento trave / nervatura e infine le caratteristiche della molla per ciascuna direzione. Il modello deve includere almeno un elemento trave o nervatura per definire questo tipo di elemento a molla.



Nodo relativo

L'elemento a molla con nodo relativo è determinato da due nodi applicabili oltre alla linea selezionata. Il nodo di riferimento - x locale con il nodo di numero inferiore della linea della molla specifica l'asse-x locale della molla. Il nodo di riferimento - z locale con la direzione-x locale determina il piano che contiene l'asse-z locale.
Il modello richiede almeno due nodi applicabili da specificare.



Libreria delle caratteristiche della molla



La caratteristica della molla può essere importata dalla *Libreria delle caratteristiche di Molla* ***vedere..*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle*. Il programma filtra automaticamente le proprietà della molla corrispondenti al grado di libertà.

Editore delle caratteristiche della molla



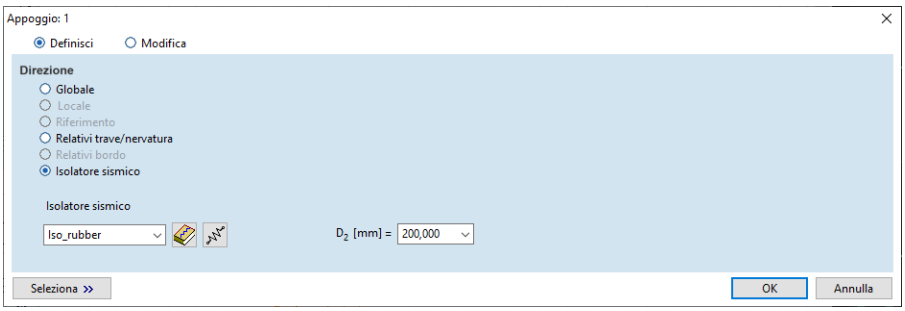
I componenti possono essere modificati con l'icona delle caratteristiche della molla. ***Vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle.*
Gli elementi con caratteristiche di molla lineare hanno campi editabili per inserire direttamente la rigidezza e lo smorzamento. Chiudendo la finestra di dialogo si crea automaticamente una nuova molla caratteristica con i nuovi valori. I valori del coefficiente di smorzamento sono visibili se almeno uno di essi non è zero.

☞ ***Le caratteristiche della molla non lineare vengono prese in considerazione solo in caso di analisi statica non lineare materialmente e di analisi dinamica non lineare materialmente.***

☞ ***Le rigidezze iniziali vengono prese in considerazione in analisi statica lineare materialmente, analisi dinamica lineare materialmente e di instabilità, anche se le proprietà della molla sono non lineari. In caso di vibrazione I/II vengono prese in considerazione le rigidezze di vibrazione, i valori rimangono costanti durante le analisi.***
I coefficienti di smorzamento sono considerati solo nell'analisi dinamica.

☞ ***Gli elementi a molla non sono dei veri elementi strutturali. Collegano i DOF nodali degli estremi uno per uno. Non esiste un accoppiamento geometrico tra i diversi DOF (traslazione-rotazione, momento-forza).***

Isolatore sismico



D_2 Spostamento massimo di progetto in ULS

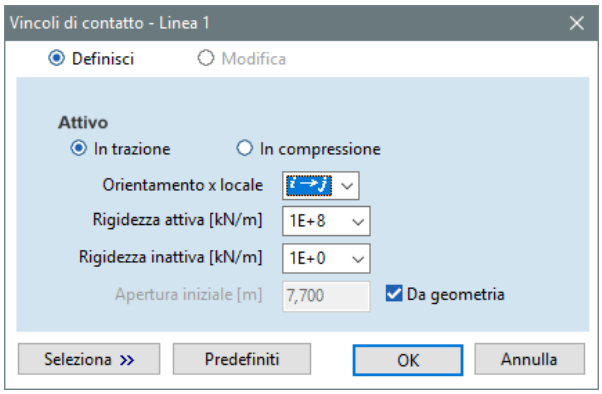
Gli assi degli isolatori sismici sono paralleli agli assi delle coordinate globali.
Vedere... *3.1.17.2 Isolatori sismici*

4.9.19. Vincolo Monolatero

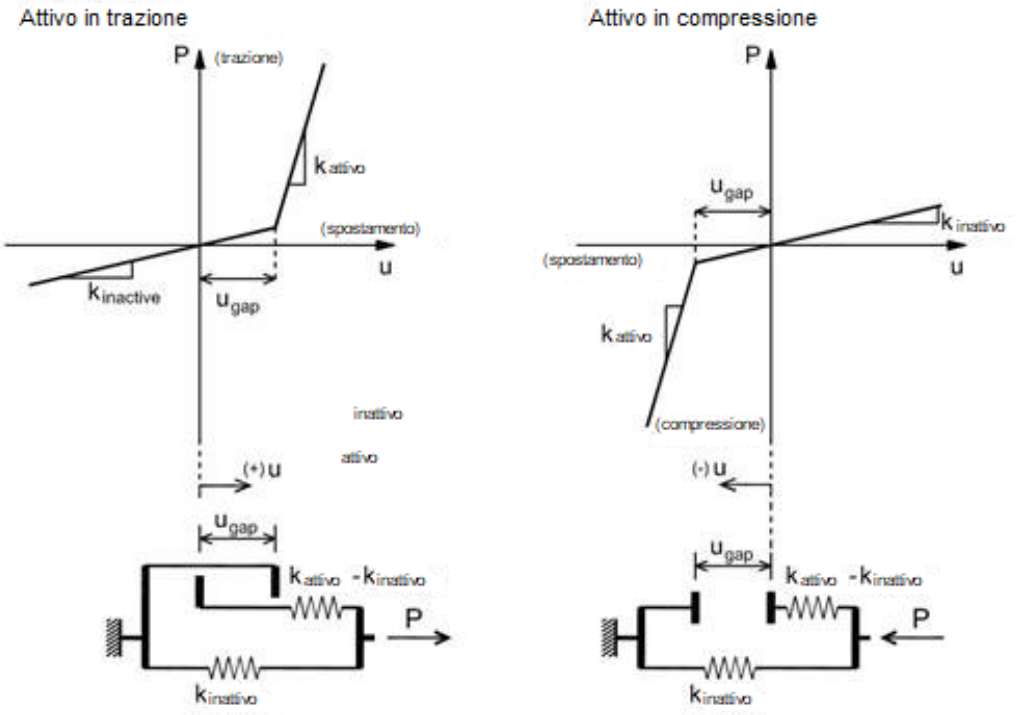


Il vincolo monolatero è usato per modellare il contatto puntuale.
L'elemento ha due stati:

1. *attivo*, quando ha un grande valore di rigidezza per simulare il contatto raggiunto
2. *inattivo*, quando ha un piccolo valore di rigidezza (simula che il contatto non sia stato raggiunto)



Poiché lo stato inattivo ha una rigidezza piccola ma diversa da zero, un elemento separativo è un modello approssimativo di questo tipo di collegamento. Ma usando questo elemento la matrice di rigidezza rimane una matrice di fascia e qualsiasi numero di separazione può essere usato in un modello.



L'elemento separativo è un elemento non lineare che può imporre difficoltà alla soluzione del problema non lineare, a causa di grandi cambiamenti di rigidezza dell'elemento quando cambia stato (attivo/inattivo).
Se si verifica un problema di convergenza numerica, può essere desiderabile ridurre il rapporto di rigidezza attiva e inattiva, attenuando così la non linearità indotta dall'elemento di contatto. Questo deve essere controllato dall'utente, che sia possibile o meno.

*Bisogna specificare***:**
La definizione dell'orientamento locale x è lo stesso degli elementi trave.

- **Attivo:** Lo stato attivo che può essere di trazione o compressione.
- **Orientamento** (da uno dei nodi verso l'altro).
- **Rigidezza allo stato attivo**: quella predefinita è di 1E+ 8 Kn/m.
- **Rigidezza allo stato inattivo**: quella predefinita è di 1E-2 Kn/m.
- **Apertura/penetrazione iniziale:** quella predefinita è zero. L'apertura iniziale può anche essere impostata sulla base della geometria dell'elemento (*Controllo per spostamento*). L'apertura

iniziale è un valore positivo o nullo. Se l'apertura iniziale non chiude il contatto, il vincolo monolatero è considerato inattivo.

☞ ***Se l'elemento monotensionale viene utilizzato in un'analisi differente da quella statica non lineare, l'elemento sarà preso in considerazione come un vincolo elastico con rigidezza corrispondente alla sua apertura iniziale. Se l'apertura iniziale è nulla, sarà presa in considerazione la rigidezza attiva.***

4.9.20. Isolatori sismici



Carichi sismici
Modulo SE1

Durante le diverse analisi gli isolatori sismici vengono presi in considerazione nel modo seguente. Il sistema di isolatori sismici è considerato come un modello a singolo grado di libertà, con i seguenti parametri:

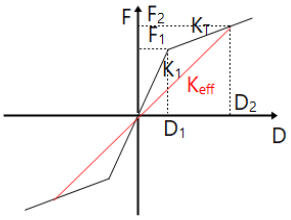
T_{is}	periodo naturale del sistema
ξ_{esi}	rapporto di smorzamento del sistema
K_{esi}	rigidezza orizzontale effettiva
K_v	rigidezza verticale effettiva
dc_x, dc_y	le coordinate del centro del sistema di isolamento sul piano X-Y

L'effettiva rigidezza orizzontale e il rapporto di smorzamento

Per determinare l'effettiva rigidezza orizzontale degli isolatori non lineari è necessario conoscere gli spostamenti limite ultimi degli isolatori (D_2, ***vedere...*** *4.9.12 Appoggio elastico nodale*, *4.9.18 Molla*). Poiché gli spostamenti degli isolatori dipendono dal carico sismico, la soluzione può essere fornita solo in modo iterativo. Alla fine della procedura la differenza relativa tra lo spostamento di progetto e lo spostamento massimo effettivo deve essere inferiore al 5%.

Le rigidezze effettive e i rapporti di smorzamento possono essere determinati nel seguente modo per diversi tipi di isolatori:

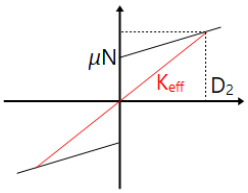
Cuscinetto in gomma



Parameters:

$$D_1 = F_1/K_1$$
$$F_2 = F_1 + K_T(D_2 - D_1)$$
$$K_{eff} = F_2/D_2$$
$$\xi_{eff} = \frac{2}{\pi}\left(\frac{F_1}{F_2} - \frac{D_1}{D_2}\right)$$

Scorrimento su superficie curva



$$K_{eff} = N\left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{D_2}\right)$$
$$\xi_{eff} = \frac{2}{\pi}\left(\frac{1}{1 + \frac{D_2}{\mu R}}\right)$$

dove N è la forza normale sull'elemento isolatore

Altro

L'utente definisce la rigidezza effettiva (E_{xy}) e il rapporto (ξ) (***vedere...*** *3.1.17.2 Isolatori sismici*).

La rigidezza verticale e orizzontale del sistema di isolamento

$$K_v = \sum E_{z,i}\,, K_{esi} = \sum K_{eff,i}$$

Il periodo naturale del sistema di isolamento

$T_{is} = \frac{2\pi}{\sqrt{K_{esi}/M_{is}}}$ dove M_{is} è la massa della struttura isolata

Rapporto di smorzamento del sistema

$$\xi_{esi} = \frac{\sum \xi_{eff,i} K_{eff,i}}{K_{esi}}$$

Il centro di rigidezza del sistema di isolamento

$$dc_x = \frac{\sum x_i K_{eff,i}}{K_{esi}},\ dc_y = \frac{\sum y_i K_{eff,i}}{K_{esi}}$$

Durante l'analisi dello spettro di risposta gli isolatori sono considerati nel seguente modo (disponibile solo se il codice di calcolo selezionanato è NTC Italiano)

Spettro orizzontale Spettro elastico, dove

$$\xi = \begin{cases} 5\%, & T < 0.8T_{is} \\ \xi_{esi}, & T \geq 0.8T_{is} \end{cases}$$

- Per gli stati limite SLO, SLD

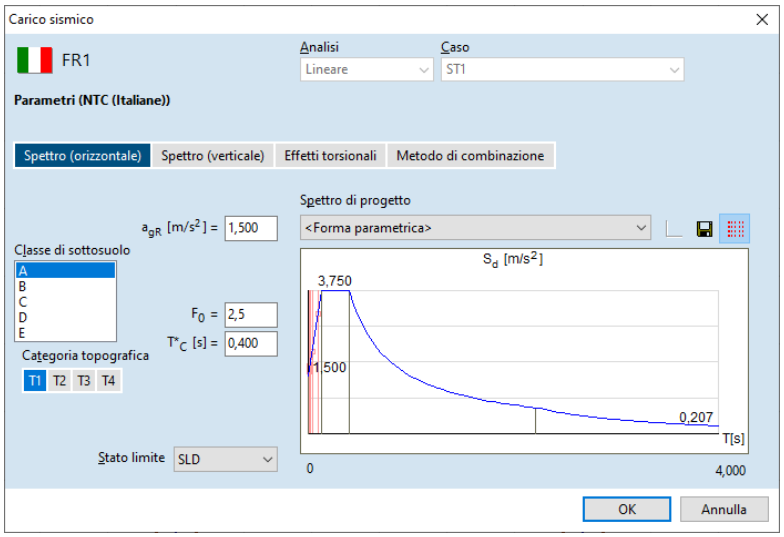
$$\eta = \max\left(0.55, \sqrt{\frac{10}{5+\xi}}\right)$$

- Per gli stati limite SLV, SLC

$\eta = \max\left(\frac{2}{3}, \sqrt{\frac{10}{5+\xi}}\right)$, con questa modifica il fattore di comportamento equivalente non può essere superiore a 1,5.

Spettro verticale Spettro elastico, dove $\xi = 5\%$.

Lo spettro orizzontale se si applicano gli isolatori sismici:



Analisi statica lineare

In questo caso il programma tiene conto dell'effettiva rigidezza dell'isolatore ($K_{eff,i}$), che è stata introdotta in precedenza.

Analisi statica non lineare

Per l'analisi statica non lineare (pushover) gli isolatori sono considerati con una legge costitutiva bilineare.

Vibrazioni

Per l'analisi di primo e secondo ordine si tiene conto della rigidezza effettiva dell'isolatore ($K_{eff,i}$) che viene introdotta in precedenza. si esegue prima un'analisi statica lineare per determinare la massa del sistema isolato.

Instabilità

Nell'analisi dell'instabilità gli elementi sono presi in considerazione con la rigidezza iniziale (K_1). Nel caso di scorrimento di superficie curva la rigidezza orizzontale è impostata a 1e10 kN/m.

Dinamica

Senza applicare il comportamento non lineare dei materiali e degli elementi finiti

Si considerano le rigidezze effettive ($K_{eff,i}$) degli isolatori, che sono state introdotte in precedenza. noltre, il programma tiene conto dell'energia dissipata dovuta al comportamento costitutivo elastico-plastico dell'elemento isolatore i. :

$$c_i = \frac{W_{d,i}}{\pi\omega {D_{2,i}}^2}$$

dove $\omega_{is} = \frac{2\pi}{T_{is}}$, $W_{d,i}$ è l'energia dissipata durante un ciclo, che è $W_d = 4(F_1D_2 - F_2D_1)$ per elemento in gomma e $W_d = 4\mu N D_2$ per elemento a scorrimento.

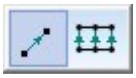
Applicando il comportamento non lineare dei materiali e degli elementi finiti

Gli isolatori a cuscinetti in gomma e i dispositivi di scorrimento a superficie curva sono presi in considerazione con una legge costitutiva bilineare.

Nota: se nel modello viene definito un dispositivo di scorrimento a superficie curva, l'analisi inizia con un'analisi statica lineare per determinare la forza normale sull'elemento di scorrimento per il caso di carico selezionato. Il programma trascura l'oscillazione della forza di pressione sull'elemento isolatore.
Il comportamento non lineare degli isolatori è rappresentato da molle separate in direzione x e y. Non viene considerata alcuna interazione.

4.9.21. Link (collegamento)



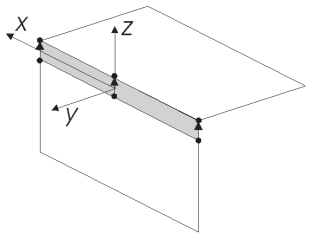


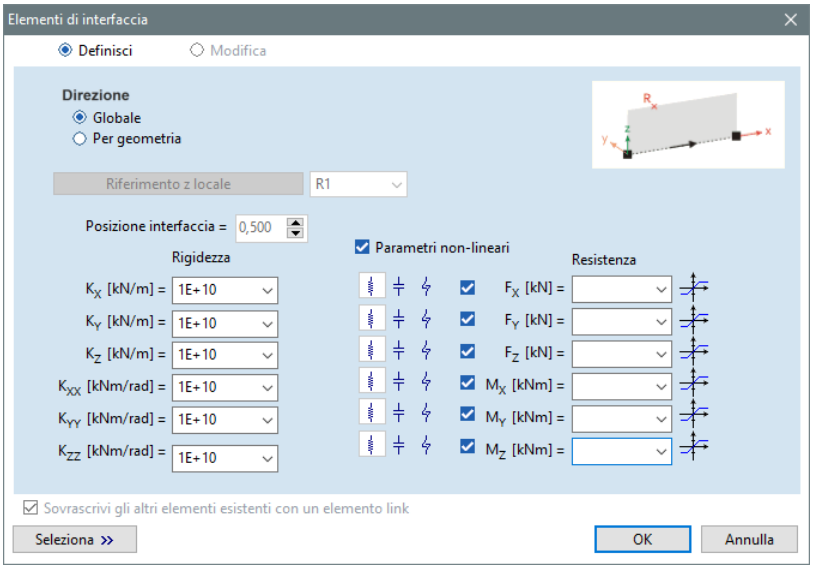
Gli elementi Link (collegamento) collegano due nodi (N-N) o due linee (L-L) ed hanno sei componenti di rigidezza (definite nel loro sistema di coordinate) concentrate su un'interfaccia (localizzata tra i nodi/linee collegate). La sua posizione può essere introdotta rispetto ad un nodo/linea considerata come riferimento. Gli elementi link (collegamenti) possono avere parametri non lineari chiamati resistenze limite che limitano, cioè, le azioni che sono in grado di trasferire.



Collegamento Nodo-Nodo (N-N)

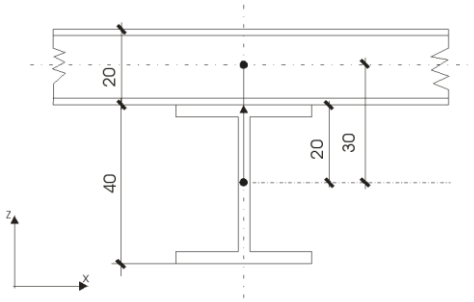
Collega due nodi. Le componenti di rigidezza sono definite nel sistema di coordinate globali. La posizione dell'interfaccia può variare tra 0 e 1 relativamente al nodo di riferimento (selezionato dall'utente).
Se la posizione dell'interfaccia è = 0, l'interfaccia coincide con il nodo di riferimento. Se è =1 l'interfaccia è al nodo opposto. Per ogni altro valore compreso tra 0 e 1, il riferimento si trova tra i due nodi collegati.





Applicazioni tipiche sono: collegamenti tra travi principali e arcarecci; alcuni tipi di collegamenti di griglie; Collegamenti a croce di S. Andrea; etc.

Esempio: Collegamento tra una trave principale e gli arcarecci (vedere SteelFrame.axs nella directory degli esempi di AXISVM).
Assumiamo che l'asse Z (globale) sia parallelo a quello locale z. La trave principale è una IPE 400 nel piano X-Z, l'arcareccio una IPE 200. Vogliamo trasferire le forze dall'arcareccio alla trave principale ma non i momenti.



Questi elementi sono rappresentati dai vettori dei loro pesi propri. Il link (collegamento) deve essere posizionato tra questi due assi al loro punto di intersezione (se visto da sopra). Così questo link (collegamento) è stato assegnato ad una linea verticale avente lunghezza uguale alla distanza tra gli assi dei due elementi: 30cm (40/2 + 20/2).
Seleziona il nodo sulla trave principale che deve essere il nodo di riferimento del link (del collegamento). L'interfaccia deve sempre essere posizionata all'attuale punto di contatto. In questo caso l'interfaccia è posizionata a 20 cm (40/2) dal nodo di riferimento (cioè, in questo caso, dall'asse della IPE 400). Così la posizione dell'interfaccia è 20/30=0.666.
Assumiamo che la connessione sia vincolata contro gli spostamenti ma può ruotare. Immetteremo così, come valori di rigidezze, ad esempio 1E10 per le traslazioni e 0 per le rigidezze rotazionali. Se gli arcarecci sono sostenuti solamente da questi link (collegamenti) il valore di Kyy sarà assunto pari a 0.001 o un piccolo valore simile per eliminare la rotazione intorno all'asse principale della trave principale.

Parametri non lineari

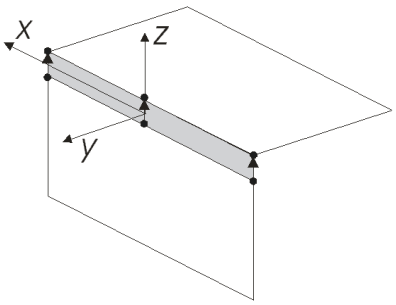
La resistenza limite può essere specificata, per ogni corrispondente componente, con un valore di rigidezza diverso da zero. Per cambiare le caratteristiche, scegliere uno dei tre pulsanti (*Attivo sia in compressione che in trazione, solo in compressione, solo in trazione*), settare la casella di resistenza e se è necessario specificare un valore.

☞ ***La rigidezza geometrica dell'elemento viene presa in considerazione nelle analisi di buckling e nelle simulazioni geometriche non lineari, cfr. [43].***

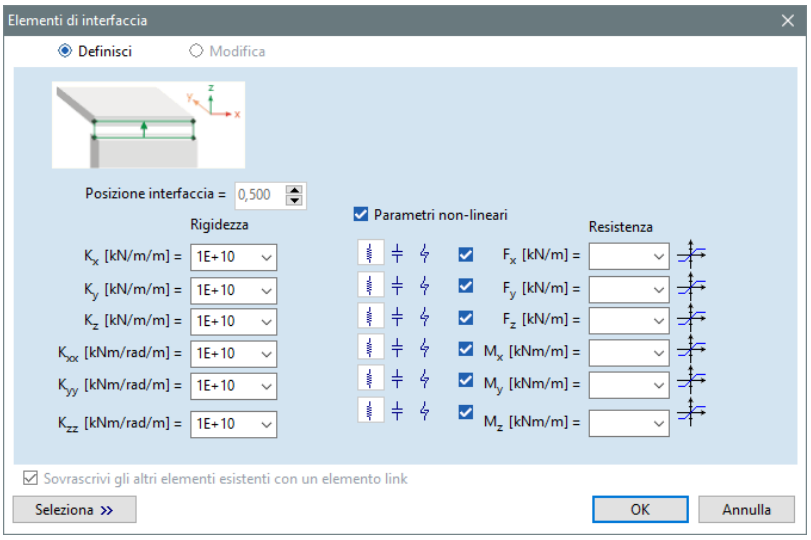


Collegamento linea-linea

Collega due linee con tre su ognuna delle linee che possono essere elementi nervatura e/o bordi di elementi di elementi bidimensionali (superfici). Quindi un collegamento linea-linea ha 6 nodi.
Le componenti di rigidezza sono definite nel sistema di coordinate locale del link (collegamento) che presenta l'asse x locale parallelo alla linea di riferimento e l'asse z locale orientato verso un'altra line a nel piano del collegamento ed è ortogonale all'asse x locale.



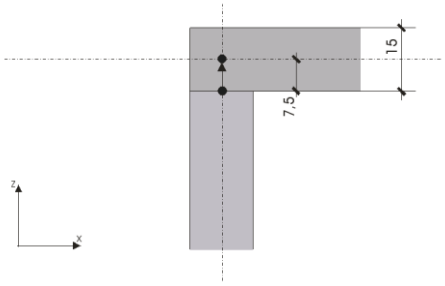
La posizione dell'interfaccia può variare tra 0 e 1 in relazione alla linea di riferimento (selezionata dall'utente).



Se la posizione dell'interfaccia è = 0 l'interfaccia si trova sulla linea di riferimento (al punto di inizio della freccia). Se è =1 l'interfaccia è alla linea opposta line (al punto finale della freccia). Per ogni altro valore compreso tra 0 e 1, l'interfaccia si trova tra le linee collegate.

Applicazioni tipiche sono: collegamento tra pavimento e muro; semi-composite/full-composite layered beams; Collegamenti semi rigidi tra nervature e gusci; etc.

Esempio: collegamento tra muro e pavimento (solaio).
Assumiamo che l'asse Z (globale) sia verticale; il muro si trovi nel piano Y-Z, il pavimento sia parallelo al piano X-Y ed i muri siano rappresentati da elementi *guscio* . Lo spessore del solaio sia 15 cm. Vogliamo trasferire solo le forze ma non i momenti.



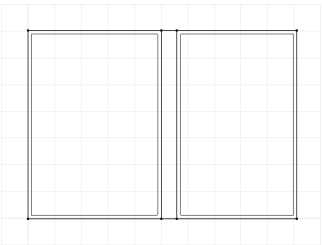
Gli elementi sono rappresentati dal loro piano medio. Il muro deve arrivare fino alla faccia inferiore del solaio. I collegamenti (links) devono essere posizionati, il bordo più alto del muro ed il bordo del solaio. In questo caso l'elemento di collegamento (link) deve stare nel piano del muro. La distanza tra i bordi è 7.5 cm (15/2).
Selezionare i nodi di bordo della parete per definire i nodi principali. L'interfaccia deve essere l'attuale punto di contatto che è la faccia inferiore del solaio e si trova a 0 cm dal nodo principale. Quindi la posizione dell'interfaccia sarà = 0. Assumendo che la connessione sia vincolata nei confronti degli spostamenti ma che può ruotare, daremo valore, ad esempio, 1E10 per la rigidezza alle traslazioni e 0 per quella alle rotazioni.

Parametri non lineari

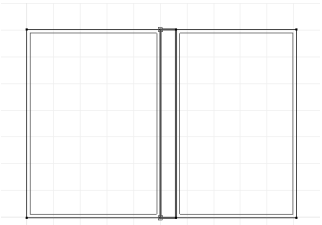
La resistenza limite può essere specificata, per ogni corrispondente componente, con un valore di rigidezza diverso da zero.

Quando si usano insieme ai domini per definire gli elementi di collegamento linea-linea occorre eseguire i seguenti passi :

1. Definire i domini (***vedere...*** *4.9.6 Dominio*) e collegare i nodi opposti corrispondenti dei domini con linee (il numero di nodi sui bordi dei domini devono essere uguali).

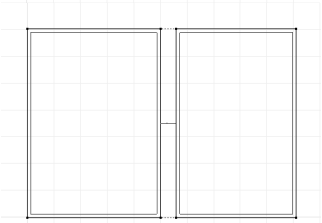


2. Selezionate il quadrilatero tra i domini. Click **OK** sulla Barra di Selezione.



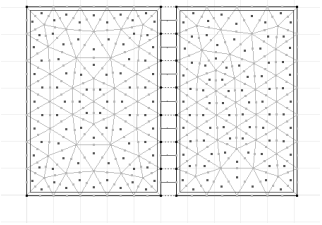
3. Selezionate la linea principale dell'elemento di collegamento. Click **OK** sulla Barra di Selezione.

4. Definite la rigidezza del collegamento e impostate la posizione dell' interfaccia. Per default l'interfaccia è nel punto centrale dell'elemento di collegamento. Il collegamento degli elementi è creato.



5. Ora potete meshare i domini (***vedere...*** *4.12.1.2 Generazione della mesh sul dominio*).

6. Gli elementi di collegamento sono divisi secondo la maglia di dominio.



☞ ***La rigidezza geometrica dell'elemento viene presa in considerazione nelle analisi di buckling e nelle simulazioni geometriche non lineari, cfr. [43].***

4.9.22. DOF (Gradi di Libertà) Nodali

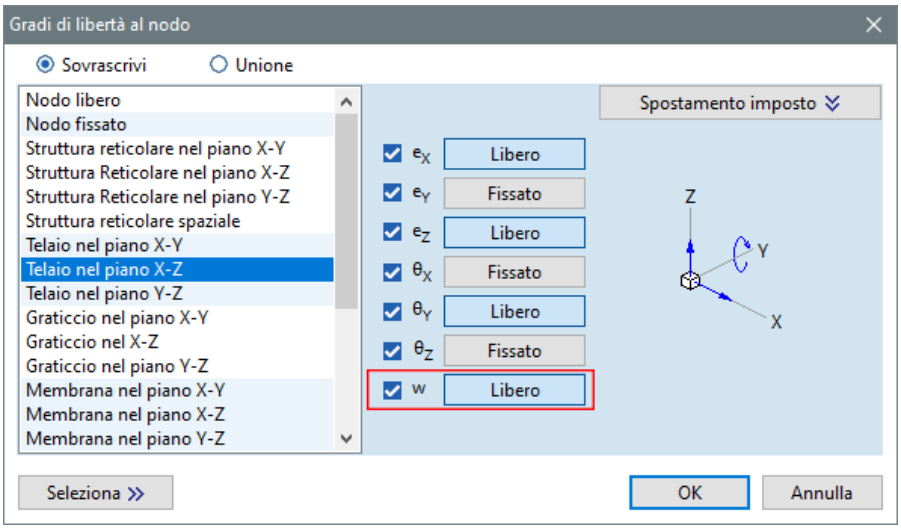


I nodi stessi non sono elementi finiti, ma i loro gradi di libertà sono strettamente legati all'analisi degli elementi finiti. La finestra di dialogo permette di vincolare i sei (o sette) gradi di libertà nodali che sono: traslazioni (e_X, e_Y, e_Z), rotazioni (θ_X, θ_Y e θ_Z) e warping *(w)* (se il modello contiene una o più travi a 7 DOF, ***vedere...*** *4.9.10.3 Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF*).
Durante l'analisi, le equazioni d'equilibrio saranno scritte solo nelle direzioni degli spostamenti liberi (traslazioni/rotazioni). Può essere selezionata qualunque combinazione dei sei gradi di libertà. Comunque, in molti casi, possono essere usate combinazioni tipiche dei gradi di libertà. In queste situazioni, si può applicare rapidamente un'impostazione predefinita selezionandola dalla lista.
Nella lista sono elencate le seguenti strutture particolari:

Struttura reticolare piana
Struttura Reticolare Spaziale
Telaio Piano
Graticcio
Membrana
Piastra

Definizione dei gradi di libertà nodali - DOF

Usare i tasti per selezionare i gradi di libertà. Le modifiche saranno applicate solo ai gradi di libertà per i quali è selezionata la cella corrispondente.
Le componenti non selezionate manterranno i loro valori originari nella selezione. Per cambiare i gradi di libertà al nodo esistono due possibilità.



- *Sovrascrivi*

Le nuove impostazioni sovrascrivono le impostazioni preesistenti della selezione.

- *Unione*

Imposta un grado di libertà vincolato se il valore esistente o quello nuovo sono vincolati. Questa opzione è utile nella definizione delle condizioni di simmetria.

Esempio di unione

	e_X	e_Y	e_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z	w
Codice iniziale	libero	vincol.	libero	vincol.	libero	vincol.	libero
Nuovo codice:	libero	libero	libero	vincol.	vincol.	vincol.	libero
Codice finale	libero	vincol.	libero	vincol.	vincol.	vincol.	libero

I sei gradi di libertà del nodo (e_X, e_Y, e_Z, θ_X, θ_Y e θ_Z) sono impostati da un codice di sei caratteri che possono essere f (libero) o c (vincolato
Ogni carattere corrisponde a una componente. I nodi, da impostazione predefinita, sono considerati liberi (tutti i caratteri sono f) Impostando un carattere a c (vincolato) viene vincolata la componente corrispondente dei gradi di libertà.
Il codice predefinito di un nodo è [f f f f f f].

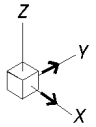
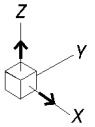
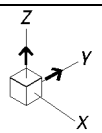
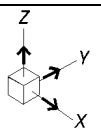
☞ ***I carichi applicati nella direzione di un grado di libertà vincolato non sono presi in considerazione.***

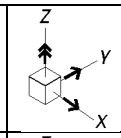
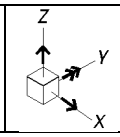
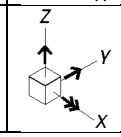
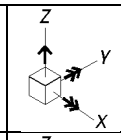
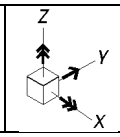
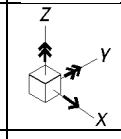
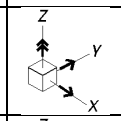
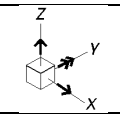
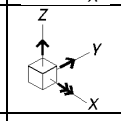
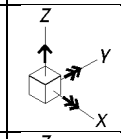
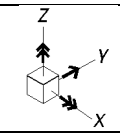
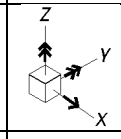
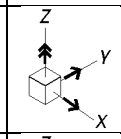
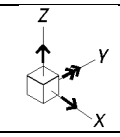
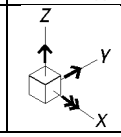
I carichi nella direzione dei gradi di libertà vincolati appariranno nella tabella dei carichi sbilanciati.

I nodi con gradi di libertà diversi da [f f f f f f] sono visualizzati sullo schermo in azzurro.

Notazioni: ↑ traslazione libera, ↟ rotazione libera rispetto all'asse specificato.

1	2	3	4	5	6
e_X	e_Y	e_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z

Gradi di libertà	**Spostamenti liberi**	**Gradi di libertà**	**Spostamenti liberi**
Strutture reticolari			
Struttura reticolare nel piano X-Y		Struttura reticolare nel piano X-Z	
Struttura reticolare nel piano Y-Z		Struttura reticolare spaziale	

Telai			
Telaio Piano X-Y		Telaio Piano X-Z	
Telaio Piano Y-Z			
Graticci			
Graticcio nel piano X-Y		Graticcio nel piano X-Z	
Graticcio nel piano Y-Z			
Membrane			
Membrana nel piano X-Y		Membrana nel piano X-Z	
Membrana nel piano Y-Z			
Piastre			
Piastra nel piano X-Y		Piastra nel piano X-Z	
Piastra nel piano Y-Z			
Simmetria			
Piano di Simmetria X-Y		Piano di Simmetria X-Z	
Piano di Simmetria Y-Z			

Spostamenti imposti

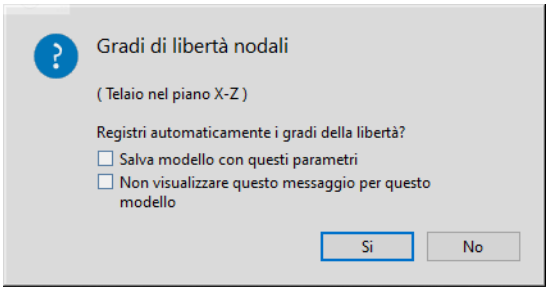
Permette di imporre spostamenti nella direzione di ogni grado di libertà. Il nodo è praticamente *vincolato* nella posizione imposta.

Copia Caratteristiche>>

I gradi di libertà possono essere copiati da un altro nodo e assegnati ai nodi scelti.

Controllo dei DOF prima dell'analisi

Prima del calcolo, il programma controlla se i gradi di libertà sono coerenti con la geometria e i carichi della struttura e, se necessario, invia un messaggio per cambiare i gradi di libertà. L'impostazione può essere temporanea o può essere salvata nel modello attivando *Salva modello con questi parametri*.

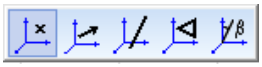


Attivando la seconda opzione *DNon visualizzare questo messaggio per questo modello* AXISVM ricorderà le nostre impostazioni e questo messaggio non apparirà mai in questo modello anche se le modifiche DOF non sono state salvate.
La visualizzazione di questo messaggio può essere riattivata in *Impostazioni/Preferenze/Analisi* (attivato *Mostra un messaggio sui gradi di libertà nodali prima dell'analisi).* ***Vedere...*** *3.3.11.13 Analisi*

☞ ***Se un nodo non ha elementi di collegamento, tutti i gradi di libertà saranno fissati automaticamente. Se un nodo ha solo elementi di connessione reticolari e solidi, tutti i gradi di libertà rotazionali saranno vincolati automaticamente. Queste operazioni vengono eseguite senza preavviso. Tuttavia, i carichi applicati nella direzione di questi gradi di libertà fissati appariranno nella tabella dei carichi sbilanciati.***

4.9.23. Riferimenti





Permette di definire punti, vettori, assi o piani di riferimento. I riferimenti determinano l'orientamento del sistema di coordinate locale.
Nel sistema locale sono definite le proprietà degli elementi e sono calcolate le forze interne (N_x, V_y, V_z, T_x, M_y, M_z per travi, m_x, m_y, m_{xy} per piastre, n_x, n_y, n_{xy} per membrane, etc.) sono calcolate in quel sistema locale.

*Modifica rapida***:** Facendo clic sul simbolo di un riferimento il Browser delle Tabelle è richiamato visualizzando la tabella dei riferimenti. Il vettore e asse di riferimento possono essere definiti da due punti, il piano di riferimento da tre punti. Chiudendo la tabella i vettori e gli assi di riferimento sono normalizzati in riferimento a 1.

Legenda colori: x = rosso, y = giallo, z = verde.

Si possono usare i seguenti sistemi di riferimento

Riferimenti automatici

Riferimenti automatici per elementi tipo travi e aste
Viene automaticamente generato ed assegnato un vettore di riferimento per aste e travi secondo i seguenti criteri:
Se l'asse dell'elemento è parallelo all'asse di riferimento globale Z il vettore di riferimento automatico sarà parallelo all'asse globale X.

In ogni altro caso sarà parallelo con l'asse globale Z. Per gli archi: se il piano dell'arco è parallelo al piano globale XY, il riferimento automatico è perpendicolare ad esso e indica la direzione + Z. Se l'arco è in un diverso piano il suo vettore di riferimento si trova nel piano dell'arco

Riferimenti automatici per elementi nervature
Se la nervatura è indipendente, il vettore sarà generato ed assegnato all'elemento come per gli elementi trave.
Se la nervatura è collegata con un elemento bidimensionale (superficie). La generazione del vettore di riferimento avviene come segue:
Il vettore sarà parallelo alla bisettrice dell'asse locale z (normale alla superficie) della superficie sulla quale è stata inserita la nervatura.

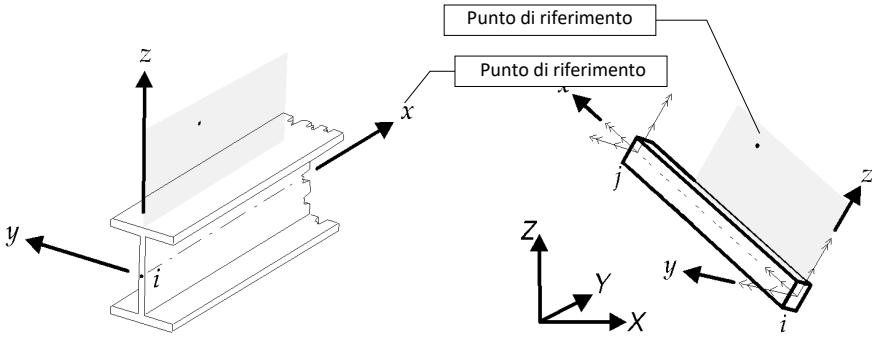
Riferimenti automatici per domini ed elementi di superficie
I vettori di riferimento saranno generati ed assegnati alle superfici come segue:
Riferimento locale asse x
Se il piano della superficie è parallelo con il piano globale X-Y il vettore di riferimento per l'asse z locale sarà generato come un vettore parallelo all'asse globale X.
In ogni altro caso, sarà parallelo con la linea di intersezione tra la superficie ed il piano globale X-Y.
Riferimento locale asse z
Se il piano della superficie è parallelo all'asse globale Z, il riferimento generato sarà un vettore orientato verso l'origine del sistema globale XYZ. In ogni altro caso sarà parallelo con l'asse globale Z.

Possono essere usati i seguenti riferimenti:

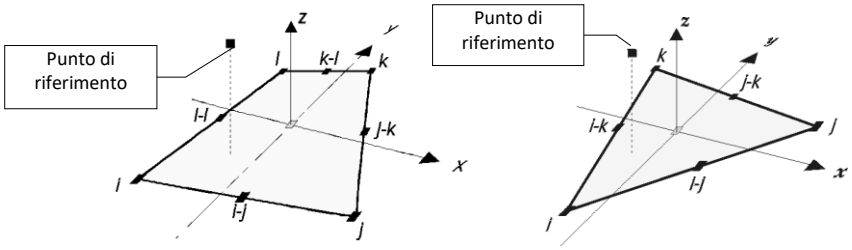
Punto di Riferimento

I punti di riferimento possono essere usati per definire l'orientamento (sistema di coordinate locale) di travi, nervature, vincoli e vincoli elastici o per definire gli assi locali x e z positivi di elementi superficie.
I punti di riferimento sono definiti(tramite coordinate) nel sistema locale.

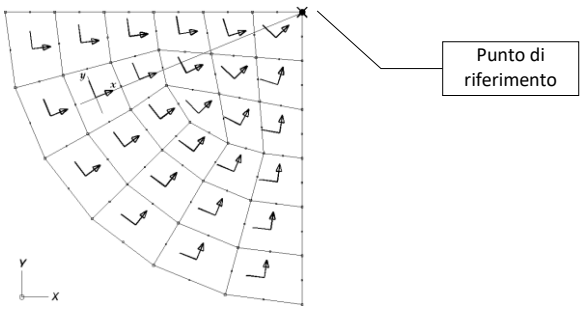
I punti di riferimento sono visualizzati sullo schermo come piccoli simboli + rosi.
*Travi, nervature, e appoggi elastici***:**
Il punto di riferimento e l'asse x locale dell'elemento definiscono il piano x-z locale.
La direzione positiva degli assi y e z locali sono determinate dalla regola della mano destra.



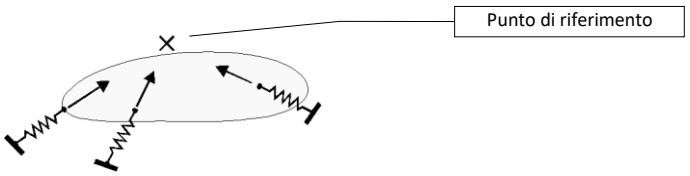
Elementi Bidimensionali:
L'asse locale z positivo è orientato verso il semi-spazio nel quale si trova il punto di riferimento ed è perpendicolare al piano dell'elemento. Definito l'asse x locale, l'asse y locale è determinato dalla regola della mano destra.



L'asse x locale sarà orientato e alla direzione del punto di riferimento. Nel caso di un elemento superficie, il punto di riferimento deve essere posizionato nel piano dell'elemento.



*Appoggi Elastici***:**
Nel caso di un elemento di appoggio elastico si può utilizzare un punto di riferimento per definire l'asse x locale.

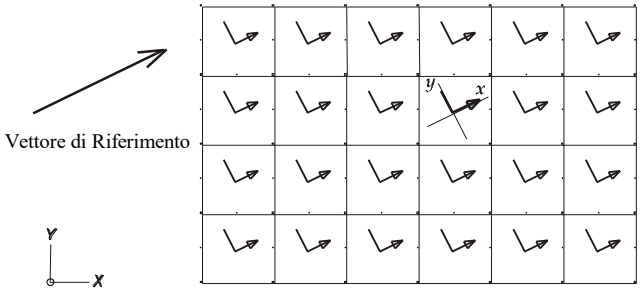


Vettore di Riferimento

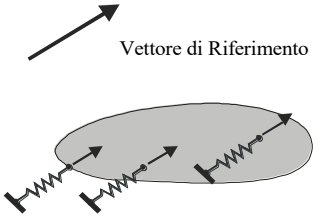
Permette di definire l'asse x locale per superfici, vincoli e vincoli elastici. Definisce anche l'orientamento dell'asse locale z di travi, nervature e vincoli elastici.

I vettori di riferimento sono visualizzati sullo schermo come frecce rosse.

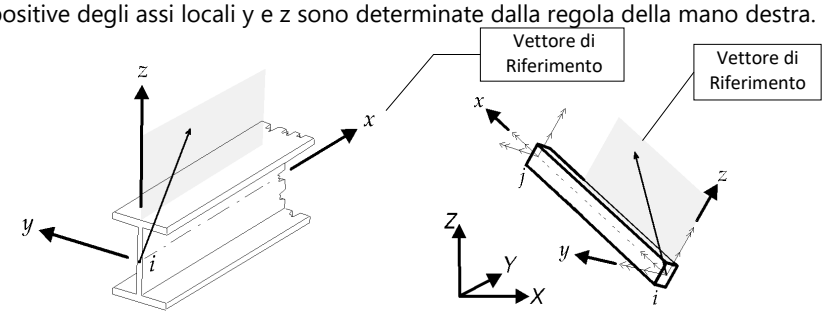
Superfici:
L'asse x locale sarà parallelo al vettore di riferimento. Nel caso di un elemento superficie, il vettore di riferimento deve essere parallelo al piano dell'elemento.
Anche l'orientamento dell'asse z locale può essere definito da un vettore di riferimento .



Appoggi Elastici:
Nel caso di un vincolo si può usare un vettore di riferimento per definire l'asse x locale.

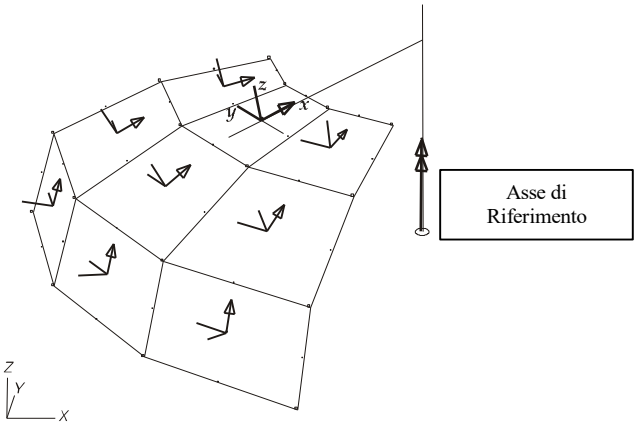


Travi, Nervature, e Vincoli Elastici:
Il vettore di riferimento e l'asse x locale dell'elemento definiscono il piano x-z locale. Le direzioni positive degli assi locali y e z sono determinate dalla regola della mano destra.



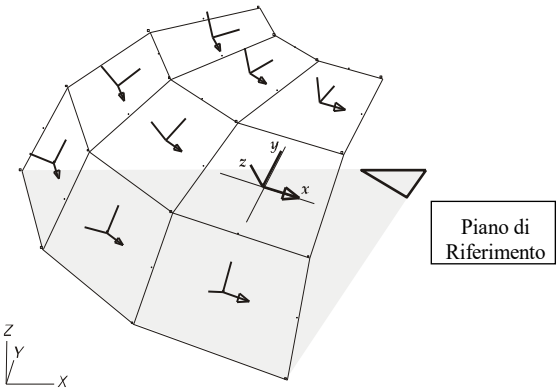
Asse di Riferimento

L'asse di riferimento è usato per definire l'asse x locale di elementi superficie, che sarà orientato verso l'asse di riferimento. L'asse di riferimento non deve includere il punto centrale dell'elemento.



Piano di Riferimento

Il piano di riferimento è usato per definire l'asse x locale di elementi superficie, che sarà parallelo alla linea d'intersezione del piano di riferimento con il piano dell'elemento.



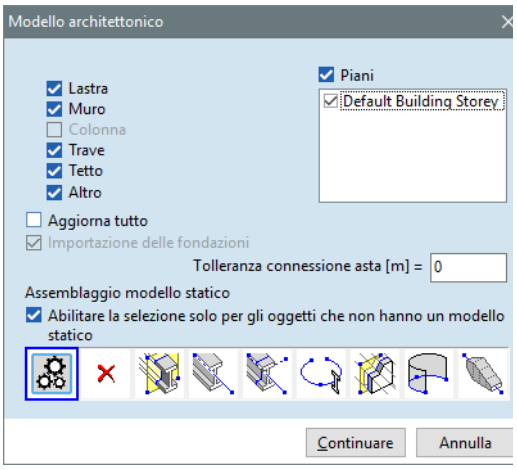
Angolo di Riferimento

La rotazione di sezioni trasversali per elementi reticolari, travi, elementi nervatura è facilitata dalla gestione dell'angolo di riferimento. Il sistema di coordinate locale automatico (e la sezione trasversale) possono essere fatti ruotare intorno all'asse dell'elemento di un angolo definito. Se l'elemento è parallelo alla direzione globale Z, l'angolo è assunto rispetto all'asse globale X. In ogni altro caso l'angolo è rispetto all'asse globale Z.

Il piano di riferimento è visualizzato sullo schermo come un triangolo rosso.

4.9.24. Creazione del modello strutturale da un modello architettonico

Questa icona avvia l'operazione di conversione del modello architettonico da un file di interfaccia ArchiCAD (*.ACH) o un file IFC (*.IFC) precedentemente caricato da File/Importazione (***Vedere...*** *3.1.7.2 Importazione di file IFC*) come piano di sfondo. **Per la creazione del modello è richiesto il modulo IFC.**



Se avete importato un file di interfaccia da ArchiCad (*.ACH) come livello di sfondo cliccare questo bottone su Barra Elementi per analizzare le informazioni sul modello.

Visualizza

Selezionare in architettonico elementi che si vogliono visualizzare.

Usare il filtro di ArchiCAD per facilitare la selezione.

Se create la griglia modello o cancellate oggetti e niente è selezionato, compare la Barra Selezione Icone. Cliccare su Filtro Proprietà per selezionare travi e colonne (pilastri) comprese entro determinate dimensioni secondo la lunghezza del loro lato minore o selezionare muri o lastre con spessore compreso tra determinati valori.
Volendo considerare tutte le dimensioni, basta cliccare sull'icona in basso a sinistra.
Se è attiva l'opzione *Solo oggetti senza modello statico* sono caricati solo gli elementi che non hanno modello statico.

Aggiorna tutto

Rende il modello architettonico visibile in tutte le finestre.

Importazione fondazioni

Se attivato, vengono elaborati anche le fondazioni nel file IFC.

Creazione griglia Modello

La griglia modello viene creata dagli elementi sui livelli selezionati. Le colonne (pilastri) saranno considerate nel loro asse principale; muri, lastre e coperture saranno considerate rispetto al loro centro. La griglia di nodi e linee diventerà parte del modello di AXISVM e sono indipendenti dal livello di sfondo.

Durante l'importazione di file IFC, non sempre è possibile ricostruire gli oggetti per definire le strutture a telaio. Questi oggetti la cui rilevazione strutturale è fallita, sono disegnati sullo schermo con una linea tratteggiata. L'utente ha ora molte possibilitá per creare, modificare o eliminare il modello strutturale:



Creazione automatica del telaio*:* se il metodo di rilevamento automatico ha avuto successo durante l'importazione, il programma può utilizzare correttamente tali dati per creare la struttura a telaio da calcolare. **Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



Elimina gli oggetti ifc selezionati: con questa funzione l'utente può eliminare gli oggetti ifc selezionati dal modello. **E 'importante notare, però, che se cancelliamo oggetti, la cui struttura è stata creata prima, questo telaio non sarà eliminato con l'oggetto. Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



Taglio di oggetti di tipo trave con un piano di taglio: gli oggetti selezionati sono tagliati da un piano definito dall'utente attraverso tre punti. Quindi l'algoritmo determina le sezioni di tutti gli elementi selezionati, calcola i loro assi e i baricentri. Questi dati vengono utilizzati per la creazione del telaio strutturale e i poligoni d'ingombro degli oggetti vengono usati per determinare le sezioni degli elementi strutturali. **Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



Gestione degli elementi di tipo trave tramite l'asse: l'utente deve fornire due punti, l'unione di questi punti definisce una linea che sarà associata ad un oggetto. I piani di taglio possono essere ottenuti considerando i punti centrali di questi segmenti e i loro vettori di direzione. In fine questi segmenti vengono traslati nel baricentro delle sezioni trasversali degli oggetti a cui sono associati. **Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



Gestione di oggetti di tipo trave fornendo le linee medie e la posizione della sezione trasversale: funziona quasi come l'operazione precedente, eccetto che per la posizione della sezione trasversale che deve essere definita dall'utente. La linea centrale del oggetto selezionato viene modificata in modo che il punto iniziale rimane invariato, e il punto finale è il punto iniziale specchiato dalla sezione trasversale. **Solo un elemento può essere selezionato per questa operazione.**



Gestione elementi circolari di tipo trave*:* l'utente deve fornire un arco passante per tre punti. Quindi l'algoritmo calcola l'intersezione di questo arco e l'oggetto selezionato. Se si ottengono più di due intersezioni, verranno presi i due estremi. Il punto centrale dell'arco risultante e la normale dell'arco forniscono un piano di taglio che l'algoritmo utilizza per ottenere la sezione trasversale. **Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



Taglio di piaste con un piano di taglio: gli oggetti selezionati vengono tagliati da un piano definito da tre punti, il poligono che ne risulta sarà un dominio del modello strutturale. **Più elementi possono essere selezionati per questa operazione.**



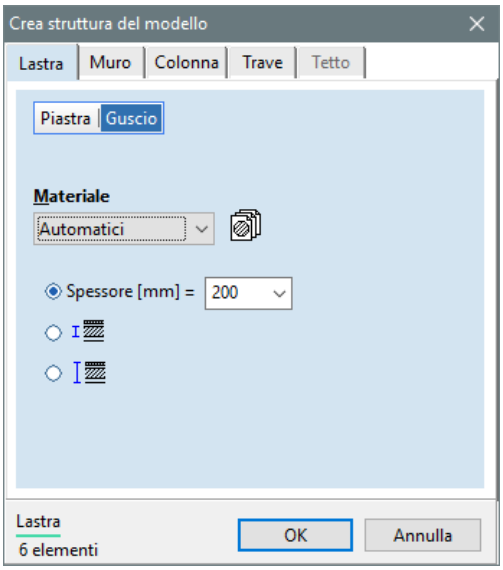
Taglio di un elemento cilindrico: l'utente definirà attraverso tre punti un arco di intersezione sucessivamente con il cursore viene indicato la direzione sulla quale si sviluppa il cilindro che ha come base l'arco precedentemenete definito. L'altezza dipende dall'elemento selezionato, l'intersezione dell'elemento con il cilindro genera il modello strutturale. **Solo un elemento può essere selezionato per questa operazione.**

In tutte le operazioni di editing l'utente può constatare in tempo reale gli effetti che le modifiche hanno portato al modello strutturale, risulta così molto semplice controllare ed eventualmente correggere il risultato delle operazioni se necessario. Un apposito filtro permette di capire quali oggetti IFC sono già stati converti in modello strutturale. Tuttavia se si modifica un oggetto di cui è già stato creato il modello il risultato sostituirà la parte relativa di modello già esistente.

Le parti saranno automaticamente create per livelli e per tipi di oggetto e gli elementi creati per il modello statico saranno inclusi nelle parti appropriate.
Quando si genera la struttura di un modello architettonico, i collegamenti tra pareti provvisti di cerniere possono essere modellati per mezzo delle cerniere di bordo.
Le connessioni incernierate dei muri possono essere modellate utilizzando cerniere di bordo durante la creazione di un modello a telaio dal modello architettonico.

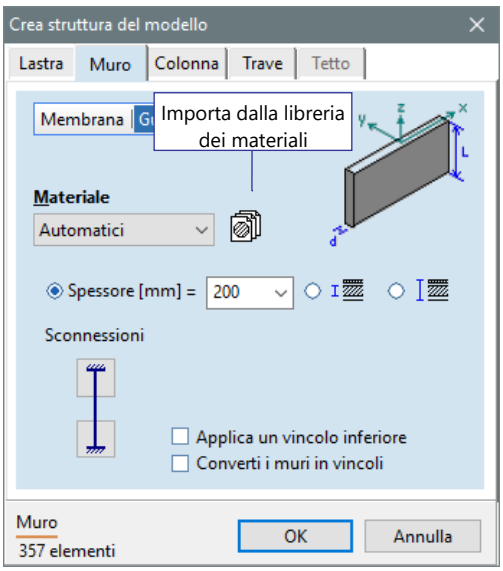
Se il *Campo materiali* è impostato su *Automatico*, e il file IFC include i dati dei materiali e le assegnazioni, il modello li importerà.
Le proprietà degli oggetti architettonici selezionati sono assegnate come segue:

Lastre



I pavimenti sono definiti come piastre o gusci. Assegnare un materiale ed uno spessore.
Per pavimenti a strati, lo spessore dei livelli apparirà nella lista dei livelli.
Si possono selezionare i livelli da prendere in considerazione.

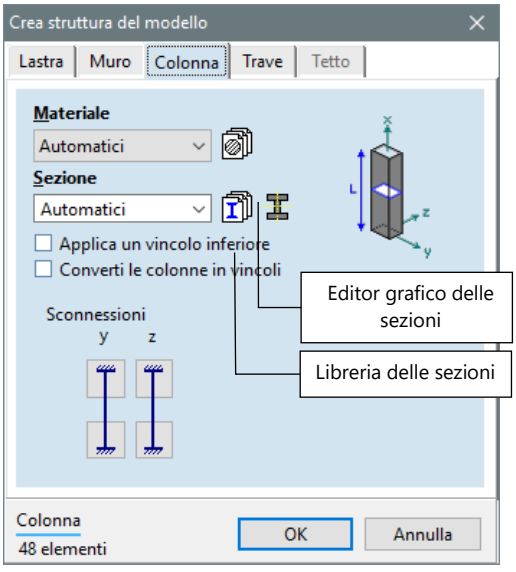
Muri



I muri possono essere definiti come membrane o gusci. Assegnare un materiale ed uno spessore.
Per i muri si può scegliere di applicare lo spessore del muro caricato, lo spessore totale o uno spessore a piacere.
Applicazione supporti di base: è possibile assegnare in maniera automatica un vincolo al bordo inferiore dei muri selezionati.

Cambia muri in vincoli: si possono cambiare i muri in supporti (vincoli) semplicemente spuntando questa casella. I vincoli, in questo caso, saranno posizionati sul bordo superiore del corrispondente muro. La rigidezza dei supporti (vincoli) sarà considerata sulla base degli svincoli inferiori e superiori.

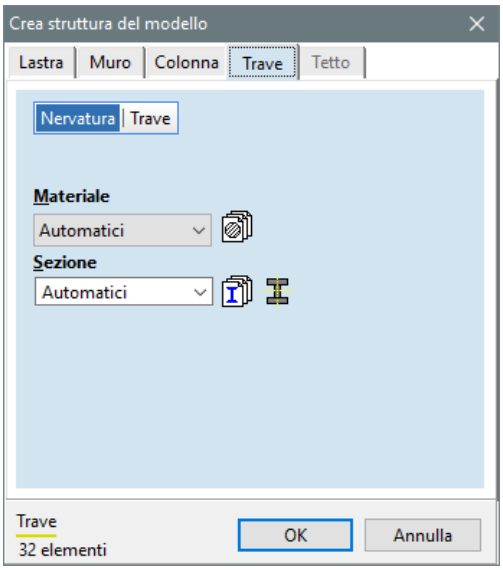
Colonne



Gli oggetti Colonna (Pilastri) vengono sempre convertirti in elementi trave. Assegnare un materiale ed una sezione. Se è selezionato *Auto* la sezione creata si basa sulla descrizione geometrica degli oggetti di architettonico.
Inoltre è possibile assegnare un vincolo alla base delle colonne.

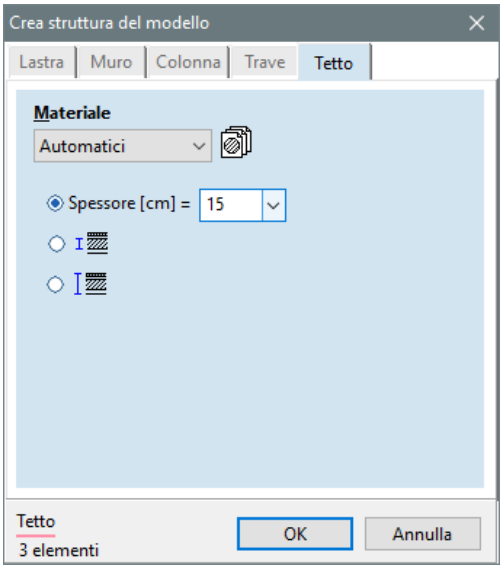
Cambia colonne in supporti: gli oggetti *colonna* selezionati, possono essere trasformati in supporti la cui rigidezza è stabilita in base agli svincoli d'estremità. I supporti saranno posizionati sul nodo superiore della colonna.

Travi



Gli oggetti *trave* sono sempre convertiti in elementi trave. Assegnare un materiale ed una sezione.
Se è selezionato *Auto* la sezione creata si basa sulla descrizione geometrica degli oggetti di architettonico.

Tetti



Gli oggetti *tetto* sono sempre trasformati in elementi gusci. Assegnare un materiale ed una sezione. Per tetti a strati, lo spessore dei livelli comparirà nella lista dei livelli
Si possono selezionare i livelli da prendere in considerazione.

4.9.25. Modifica

Permette di modificare la definizione degli elementi selezionati.

1. Tenendo premuto il tasto **[Shift]** selezionare gli elementi da modificare. Si può anche utilizzare l'icona Selezione.
2. Cliccare l'icona dell'elemento sulla barra degli strumenti Elementi.
3. Selezionare le proprietà che si vogliono modificare nella finestra di dialogo. I campi di proprietà mostrano il valore comune nella selezione. Se gli elementi selezionati hanno valori differenti il campo è vuoto.
4. Modificare le rispettive proprietà come desiderato.
5. Cliccare il tasto **OK** per applicare le modifiche e uscire dalla finestra di dialogo.

☞ ***A tutti gli effetti l'operazione di modifica è simile a quella di definizione degli elementi, ma non assegna proprietà a elementi non geometricamente definiti e permette di accedere a una proprietà specifica senza modificare le altre.***

Per definire tutte le proprietà degli elementi selezionati, lineari o bidimensionali, si può selezionare il tasto-radio di definizione degli elementi.

Modo immediato Se è attiva la tabella Geometria o elementi, si può cliccare un elemento finiti per modificarne le proprietà.. se sono stati selezionati più elementi finiti, essi possono essere modificati cambiando le proprietà di uno solo di essi. Se si clicca un elemento che non è selezionato, la selezione scompare e si può modificare l'ultimo elemento cliccato.Se si clicca su un nodo, saranno mostrati immediatamente i suoi gradi di libertà. È possibile anche modificare le proprietà usando l'editor delle proprietà.
Vedere... *3.6.1 Modifica Proprietà*

4.9.26. Elimina

[Del] ***Vedere...*** *3.2.9 Elimina*

4.10. Carichi

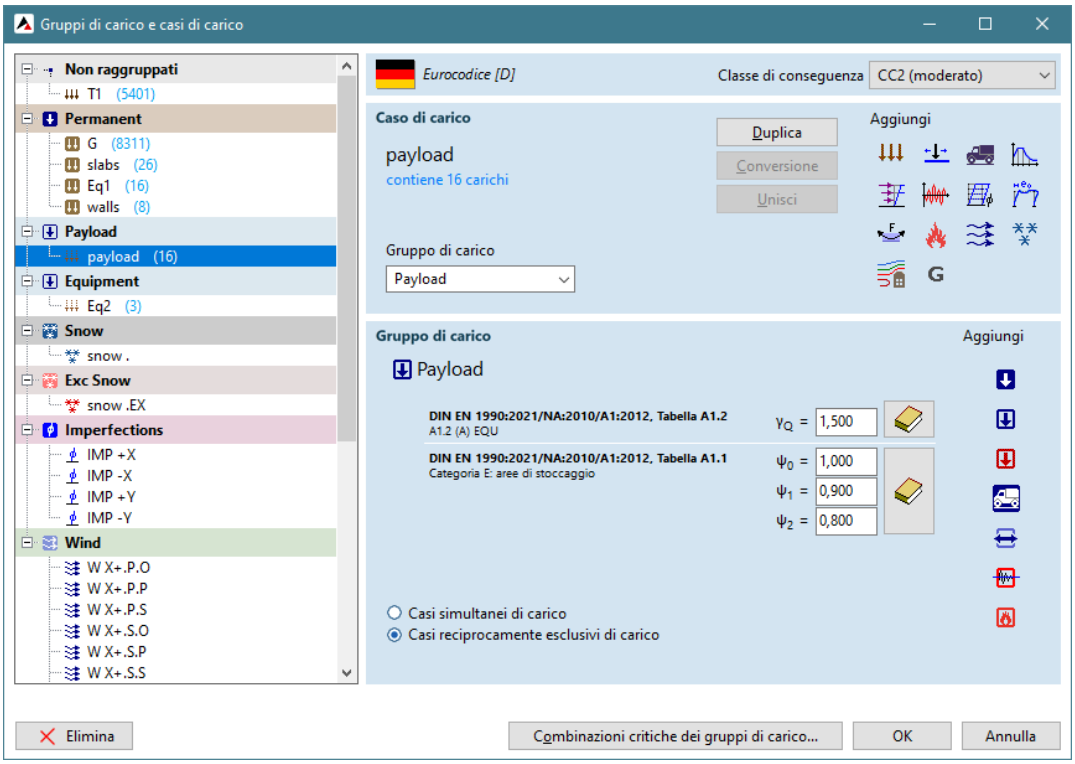


Consente di applicare diversi carichi statici per analisi statiche, dinamiche e d'instabilità, e di definire masse concentrate per l'analisi delle vibrazioni. Il caso di carico corrente può essere selezionato dall'elenco a tendina.

4.10.1. Casi di Carico, Gruppi di Carico



Permette di scegliere, creare, modificare o cancellare casi di carico esistenti. Qualsiasi carico introdotto sarà memorizzato nel caso di carico corrente. Nella versione professionale il numero di casi di carico è illimitato. Nella versione standard si possono introdurre 99 casi al massimo. I gruppi di carichi possono essere creati anche dai vari casi di carico.
Il nome del caso di carico corrente viene visualizzato nella finestra Info e nella barra degli strumenti *Carichi*. I carichi definiti successivamente verranno aggiunti al caso di carico corrente. Se si fa clic su OK, il caso di carico selezionato a sinistra diventerà il caso di carico corrente.



Nuovo caso di carico

Permette di impostare i casi di carico correnti , crearne nuovi,e modificare o cancellare quelli esistenti. Si possono anche creare gruppi di carico dai casi di carico definiti.



Classe di conseguenza

Nell'Eurocodice le strutture sono classificate in base alle conseguenze, ai rischi e ai fattori socio-economici di un guasto o di un malfunzionamento.
Il valore del parametro K_{FI} viene selezionato in base alla classe di conseguenze. Questo parametro viene utilizzato come fattore di moltiplicazione per i fattori parziali secondo la norma EN 1990. I valori possono essere impostati in *Impostazioni / Codici di progettazione / Combinazioni di carico*.

Nuovo Caso

Bisogna assegnare un nome differente ad ogni caso. Di seguito sono descritti tre tipi di casi di carico tra i quali si può scegliere quando si vuole creare un nuovo caso.



Statico

Il caso di carico statico può essere applicato alle analisi statiche, dinamiche e di instabilità. In caso di analisi dinamiche , i carichi saranno presi in considerazione trasformandoli in masse equivalenti. Il caso di carico può essere inserito in un gruppo di carico. Quando si calcola la combinazione di carico critica ,il caso di carico sarà preso in considerazione secondo i parametri del gruppo di carico al quale esso appartiene.

☞ ***La combinazione di carico critica può essere determinata solo dai risultati di un'analisi statica lineare.***



Linea influenza

Permette di applicare il carico di uno spostamento relativo per ottenere la linea d'influenza di una componente di un elemento reticolare o di un elemento trave.
Vedere... *4.10.24 Linea d'influenza*

☞ ***Quando è selezionato il tipo di caso di carico linea d'influenza, si può applicare solo il carico linea d'influenza.***



Carichi mobili

In questo caso possono essere definiti solo casi di carico mobile su linee o superfici. Per attivarli occorre definire un gruppo di carico mobile e automaticamente viene creato un caso di carico. Il numero di casi di carico finali dipende dal numero di passi definiti nella maschera del carico mobile, il nome dei casi è creato in automatico MOV_xx, dove xx corrisponde al passo.

I risultati più sfavorevoli vengono visualizzati con le combinazioni critiche.
I casi di carico generati in automatico possono essere spostati in un altro gruppo di carico mobile, ma solo se lo spostamento comprende tutti i casi generati.
Se ci sono più carichi applicati allo stesso caso di carico mobile la creazione automatica dei carichi prevede per il secondo carico un incremento sequenziale pari al numero di passi definiti partendo però dalla numerazione già raggiunta dal primo carico.
Vedere... *4.10.30 Carichi mobili*

☞ ***I casi di carico di movimento possono essere posizionati solo in gruppi di carico di movimento. I carichi statici possono essere definiti anche nei casi di carichi mobili. Saranno presenti in tutte le fasi, ma solo nei casi di carico in movimento.***



Sismico *(è necessario il modulo SE1)*

Quando si seleziona il tipo di caso di carico sismico, si possono specificare i parametri per il calcolo di carichi sismici Prima di creare un caso di carico sismico , bisogna compiere un'analisi dinamica. In base ai modi di vibrare e alle masse strutturali, AXISVM genera il caso dei carichi sismici, in numero k+2, dove k è il numero disponibile delle frequenze più basse.
I due casi aggiuntivi corrispondono ai segni '+' e '-' , che contengono le combinazioni critiche.
Si possono definire più azioni sismiche per la struttura. Le azioni sismiche non possono essere combinate.
Vedere... *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*

☞ ***Quando è selezionato il tipo di caso di carico sismico, si può applicare solo il carico sismico***

☞ ***Se il modello prevede fasi di costruzione, la progettazione sismica può essere eseguita solo nella fase finale.***



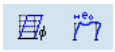
Pushover *(è necessario il modulo SE2)*

Quando si seleziona il tipo di caso di carico pushover è possibile specificare i parametri per la generazione di distribuzioni di carico che può essere utilizzato nelle analisi pushover. Prima di creare un caso di carico Pushover, si deve eseguire l'analisi delle vibrazioni. Sulla base delle modalità specificate forme AXISVM genera forze nodali in ogni nodo del modello. Sono generate inizialmente un totale di quattro casi di carico. Essi rappresentano una distribuzione uniforme (U) e una modale (M) nella direzione di ciascuno degli assi orizzontali (X e Y di default).
L'opzione di distribuzione uniforme del carico genera forze nodali proporzionale alle masse assegnate a ciascun nodo del modello.

La distribuzione del carico modale utilizza la massa di partecipazione della forma modale corrispondente applicata ad ogni nodo per generare una distribuzione nodale delle forze.
In entrambi i casi la somma delle forze generate è di 1 kN nella stessa direzione orizzontale.
Vedere i dettagli... *4.10.26 Carichi Pushover – modulo SE2*

☞ ***Quando si seleziona un caso di carico pushover la sola icona disponibile sulla barra dei comandi sarà utilizzata per la definizione dei parametri di Pushover.***

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, l'analisi pushover può essere eseguita solo nella fase finale.***



Imperfezioni globali e imperfezione delle forme di deformazione

Se viene creato un caso di carico imperfetto allora verrà automaticamente inserito in un gruppo di carico imperfetto che può contenere solo casi di carico imperfetti. Questo gruppo di carico non ha parametri e viene eliminato automaticamente se i suoi casi di carico vengono eliminati. I casi di carico imperfetti possono essere utilizzati nell'analisi non lineare con non linearità geometrica. Durante la generazione delle combinazioni di carico critiche SLU nella tabella dei casi di carico possono essere inclusi casi di carico imperfetti. Le combinazioni di carico che includono un caso di carico imperfetto, richiedono l'analisi non lineare con non linearità geometrica.
Vedere dettagli... *4.10.27 Imperfezioni globali* e *4.10.28 Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità*

☞ ***I casi di carico imperfetti non contribuiscono alle combinazioni critiche dei risultati delle analisi lineari.***



Precompressione *(è necessario il modulo PS1)*

Se è supportato il calcolo di elementi precompressi secondo il codice di progettazione corrente, si possono definire casi di carico per precompressione. Questi casi di carico devono sempre appartenere ad un gruppo di carichi per precompressione. Dopo avere definito il nome *nome* di un caso di carico, saranno creati due casi di carico. *Nome-T0* conterrà il carico equivalente calcolato per la fine del processo di tensione, *nome-TI* conterrà i valori a lungo termine del carico equivalente. Ogni caso di carico può essere scelto per definire la tensione. Dopo la definizione saranno calcolati i carichi equivalenti per il caso *Nome-T0* tramite analisi statica, i risultati sono richiesti per determinare i carichi equivalenti a lungo termine.
Vedere... *4.10.29 Precompressione – modulo PS1*

☞ ***Quando si seleziona il caso di carico Precompressione l'unica icona disponibile sulla barra degli strumenti sarà Precompressione.***



Caso di carico Dinamico *(è necessario il modulo DYN)*

Dopo la definizione e la selezione del caso di carico dinamico, la tab Carichi consentirà la definizione dei carichi dinamici e l'accelerazione nodale.
Vedere... *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*

☞ ***Il caso di carico dinamico non può essere incluso in gruppi di carico e combinazioni di carico. I carichi che sono all'interno del caso di carico dinamico saranno applicati solo nell'analisi dinamica.***



Casi di carico neve *(è necessario il modulo SWG)*

AXISVM e' in grado di calcolare e applicare carichi dovuti alla neve sulla struttura. I carichi neve possono essere collocati su pannelli di carico piani. Come primo passo definire un caso di carico temporaneo tipo neve in un gruppo di carico neve. Se il codice di progettazione richiede una verifica neve eccezionale, allora un caso eccezionale di carico neve viene creato nel gruppo eccezionale carico neve. Dopo aver definito i pannelli di carico e l'impostazione dei parametri di carico neve, il programma sostituisce il caso di carico temporaneo con i casi necessari di carico neve.
Il caso di carico non trasportato riceve un suffisso UD. I casi di carico trasportati ricevono un suffisso D. I caratteri dopo D indicano la direzione del vento (X+, X–, Y+, Y–). Il vento in direzioni 45°+*n**90° (dove *n* = 0, 1, 2, 3) sono altresì prese in considerazione e sono indicati con il quadrante dei punti vettoriali della velocità del vento. Quindi X+Y– si riferisce ad un vento in direzione 315 ° (0 ° essendo definita dall'asse X positivo, e angoli misurato in senso antiorario). Così i possibili casi di carico sostituiscono il caso di carico temporaneo denominato neve sono: *Neve UD, Neve DX+, Neve DY+, Neve DX–, Neve DY–, Neve DX+Y+, Neve DX+Y–, Neve DX–Y+, Neve DX–Y–*. Non tutti i casi di carico possibili verranno creati, come alcuni di loro potrebbero essere inutili.
Per i dettagli della definizione del carico neve vedi *4.10.13 Carico neve – modulo SWG*

☞ ***Se un caso di carico da neve viene selezionato solo due pulsanti sono attivati sulla barra Carichi. Questi sono il pannello di carico e la definizione di carico neve.***

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, i carichi SWG possono essere applicati solo alla fase finale.***



Casi di carico vento *(è necessario il modulo SWG)*

Durante la definizione parametrica dei carichi del vento è necessario definire una o più sottostrutture esposte al vento. Se i casi di carico separati per ciascuna sottostruttura vengono controllati, vengono generati carichi di vento di diverse sottostrutture in diversi casi di carico. Altrimenti i casi di carico conterranno carichi di vento per più sottostrutture.

I carichi da vento calcolati sono affidabili solo per certi tipi di edifici come descritto dalle norme di progettazione. Si raccomanda di utilizzare questi metodi automatici solo per le geometrie e nei limiti descritti in dettaglio al punto *4.10.14 Carico vento – modulo SWG*. In alternativa, è possibile utilizzare una simulazione in galleria del vento disponibile nel modulo WIND per generare carichi di vento realistici.

I carichi da vento possono essere collocati su pannelli di carico piani in piani arbitrari. Come primo passo si crea un caso temporaneo di carico del vento nel gruppo di carico del vento e si può impostare il nome del carico del vento. Dopo aver definito i pannelli di carico e l'impostazione dei parametri di carico di vento il programma sostituisce il caso di carico temporaneo con i casi necessari di carico di vento.

I casi di carico del vento vengono generati con un codice di nome corrispondente alla situazione di caricamento.

I primi due caratteri dopo il nome del caso di carico temporaneo descrivono la direzione del vento (X +, X-, Y +, Y-). La logica dietro questa notazione è la stessa che per i carichi di neve.

I prossimi uno o due caratteri indicano il tipo d'azione del vento.

P indica la pressione e S indica l'aspirazione. Per i tetti inclinati il codice di progettazione richiede di verificare tutte le combinazioni di azioni del vento sui due lati del tetto. Così per i tetti inclinati Pp, Ps, Sp e Ss vengono creati dei casi di carico. Qui il primo carattere si riferisce al lato sul quale soffia il vento, il secondo si riferisce al lato riparato dal vento. Per le azioni di torsione speciali T + e T- vengono utilizzati in riferimento alle due diverse direzioni di torsione.

L'ultimo carattere si riferisce al tipo di azione interna. Se è O, le azioni del vento interne vengono ignorate, P indica la pressione interna, S indica l'aspirazione interna.

Questi casi di carico sono necessari se usiamo l'approssimazione descritta nel codice di progettazione per i casi per i quali non sono disponibili ulteriori informazioni quindi deve essere utilizzato un valore positivo ed uno negativo critico. Se l'ultimo carattere è C il caso di carico è stato creato da un valore μ definito dall'utente che dipende dalle aperture della struttura. Se si crea un caso di carico C per una data direzione non sono richiesti i casi di carico P e S.

Solo i casi di carico necessari vengono creati dall'algoritmo, quindi il numero di casi di carico e il loro tipo dipende dal tipo di struttura in esame e i parametri di carico del vento forniti dall'utente. I parametri di carico saranno definiti dopo la chiusura della finestra di Dialogo dei Casi di Carico facendo clic sull'icona Carico del Vento nella barra degli strumenti. Prima di questo passo si consiglia di definire i pannelli di carico delle pareti ed il tetto dell'edificio utilizzando l'icona Carica panelli nella barra degli strumenti.

Non tutti i casi di carico possibili verranno creati, siccome alcuni di loro potrebbero essere inutili.
Per maggiori dettagli sulla definizione del carico di vento vedi *4.10.14 Carico vento – modulo SWG*

☞ ***Se viene selezionato un caso di carico di vento solo due pulsanti vengono attivati sulla barra Carichi. Questi sono il pannello di carico e definizione del carico di vento.***

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, i carichi SWG possono essere applicati solo alla fase finale.***



Casi di carico del fuoco *(è necessario uno dei moduli SD8, TD8, RC8-B, RC8-S)*

Gli effetti del fuoco possono essere assegnati a elementi lineari in acciaio, legno e calcestruzzo o ai domini in cemento armato.

Se necessario, viene creato un nuovo gruppo di carichi di fuoco. I gruppi di carico del fuoco contengono solo i casi di carico del fuoco. Questo gruppo di caricamento non dispone di parametri e viene eliminato automaticamente se i casi di carico vengono eliminati.

Nel processo di individuazione di combinazioni critiche, AXISVM tiene conto dei casi di carico del fuoco solo in combinazioni di carico accidentale. Tuttavia, è anche possibile considerare i casi di carico del fuoco nelle combinazioni di carico specificate dall'utente.

La definizione di effetti di fuoco viene discussa in

4.10.32 Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8
4.10.33 Effetto del fuoco su elementi lineari in legno - modulo TD8
4.10.34 Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B
4.10.35 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S

☞ ***Se viene selezionato un caso di carico da incendio, nella barra degli strumenti Carichi sono abilitati solo i pulsanti Definisci effetti d'incendio su elementi lineari e/o Definisci effetti d'incendio su domini sono abilitati nella barra degli strumenti Carichi.***

☞ ***Se il modello prevede fasi di costruzione, la progettazione antincendio è disponibile solo per la fase finale.***



Carico del vento simulato (è necessario il modulo WIND)
I parametri della simulazione del vento per la galleria del vento virtuale possono essere definiti nella scheda Carichi. Facendo clic su questo pulsante nella finestra di dialogo Casi di carico, gruppi di carico, si crea un caso di carico temporaneo con il nome predefinito w1-0° e un gruppo di carico con il nome predefinito WG (se non esiste). I casi di carico in questo gruppo di carico sono sempre mutuamente esclusivi.
Quando si inserisce un carico di vento simulato (*4.10.15 Vento simulato utilizzato nell'analisi della galleria del vento (modulo WIND)*), è possibile aggiungere più direzioni del vento con lo stesso profilo. Nel gruppo di carico verranno creati casi di carico separati per ciascuna direzione del vento (ad esempio, w1-0°, w1-90°, w1-180°, w1-270°). Questo insieme di casi di carico è chiamato rosa dei venti.
Non è necessario eliminare le direzioni non testate. È possibile lasciare vuoto uno qualsiasi di questi casi di carico; inoltre, le direzioni selezionate possono essere modificate, eliminate o aggiunte con nuove direzioni nella finestra di dialogo Vento simulato. I casi di carico della rosa dei venti verranno creati o eliminati di conseguenza.
Rinominando uno dei carichi della rosa dei venti, i nomi di tutti i carichi della rosa dei venti verranno modificati di conseguenza.
È possibile aggiungere al modello un numero qualsiasi di rose del vento con profili diversi. Tutte saranno incluse nello stesso gruppo di carico del vento simulato. Verranno creati nuovi casi di carico temporanei con i nomi predefiniti w2-0°, w3-0°, ecc. Il numero di casi di carico generati sarà uguale al numero di direzioni del vento aggiunte quando è stata specificata la rosa dei venti.
Facendo clic sul pulsante Converti, il gruppo di carico del vento simulato viene convertito in un gruppo di carico accidentale e i casi di carico in casi di carico statico ordinario in tale gruppo.
Per i dettagli dell'analisi della galleria del vento, (***vedere...*** *4.11*) o la Guida WIND (***vedere...*** *3.8.2 Guide*).

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, i carichi del vento simulati possono essere applicati solo alla fase finale.***



Carico di peso proprio
I carichi di peso proprio possono essere definiti in qualsiasi caso di carico statico, ma è anche possibile creare un caso di carico di peso proprio dedicato, in cui il peso proprio di ciascun elemento strutturale viene automaticamente visualizzato e preso in considerazione. In un modello è possibile definire un solo caso di carico di peso proprio. Non è possibile inserire carichi aggiuntivi in questo caso di carico.

Classi di durata del carico
Il modulo Verifica legno richiede informazioni relative alla durata del carico.
Quindi, se nel modello è stato definito un materiale in legno, è possibile impostare la classe di durata del caso di carico. (Permanente: >10 anni; di lungo durata, 6 mesi-10 anni; di media durata, 1 settimana - 6 mesi; di breve durata, <1 settimana; Istantaneo, Indefinito)

Duplica
Permette di fare una copia con un altro nome del caso di carico selezionato.
Bisogna specificare il nuovo nome e un fattore che moltiplicherà i carichi della copia. il fattore può essere anche un numero negativo.

☞ ***I carichi scelti possono essere copiati o spostati a un altro caso di carico cambiando caso di carico durante il processo di copia o di spostamento.***

Conversione
I casi di carico generati automaticamente come neve o vento possono essere convertiti in casi di carico standard cliccando il pulsante *Conversione.* Tutti I casi di carico selezionati saranno convertiti. Dopo la conversione I casi di carico potranno essere cancellati o modificati.

Unione
I carichi statici possono essere uniti selezionando i casi di carico e facendo clic sul pulsante *Unisci*. È possibile specificare se i carichi uniti devono essere uniti in un nuovo caso di carico o in un caso di carico esistente. I casi di carico originali saranno cancellati.

Cancella
Permette di cancellare i casi di carico selezionati o gruppi di carico. Anche i casi di carico e i gruppi di carico correlati saranno cancellati (ad es. la cancellazione di un gruppo di carico sismico rimuove tutti i carichi sismici generati e anche il loro gruppo di carico)..

Per cambiare l'ordine dei casi di carico clicca con il tasto destro del mouse su un caso di carico nell'albero. Seleziona *Ordine alfabetico* o *In ordine di definizione* dal menu a comparsa per riordinare i casi di carico all'interno del gruppo.
Per cambiare la posizione dei casi di carico non raggruppati scegli una delle due opzioni (Casi di carico non raggruppati all'inizio o ...alla fine).

Gruppo di Carico

I gruppi di carico sono usati quando si generano i valori critici (di progetto) dei risultati.



Fai clic su questi pulsanti per selezionare l'elenco dei valori consigliati in base al codice di progettazione corrente.

Nuovo Gruppo

Permette di definire un nuovo gruppo di carico. Bisogna specificare il nome e il tipo (permanente, variabile,accidentale) del gruppo di carico e i coefficienti corrispondenti in base al codice di progetto corrente. In seguito si può specificare quali casi di carico appartengono a uno specifico gruppo di carico. Cliccando su qualsiasi icona nella casella di gruppo Nuovo gruppo è possibile creare un nuovo gruppo nella struttura ad albero e specificare un nome per il gruppo creato. I nomi dei gruppi di carico esistenti non verranno accettati. Dopo aver creato il gruppo di carico bisogna specificare i valori dei suoi parameteri (come il coefficiente parziale, il coefficiente dinamico, coefficiente di contemporaneità, ecc.). Un caso di carico può essere assegnato ad un gruppo di carico scegliendo un gruppo dall'elenco a tendina o trascinando il caso di carico su un gruppo di carico nella struttura ad albero. ***Vedere...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*
Le regole applicate di default ai nuovi casi di carico possono essere definite da *Impostazioni / Preferenze / Gruppi di carico* ***vedere...*** *3.3.11 Preferenze*

Sono consentiti i seguenti gruppi di carico a seconda del codice di progettazione :



Permanenti

Include i pesi propri , i carichi permanenti sulla struttura.

Le combinazioni che saranno generate in automatico includono tutti i casi di carico

Tutti i casi di carico compresi nel gruppo saranno inseriti in tutte le combinazioni di carico con il loro Coefficiente parziale superiore o inferiore.

Include solo il caso di carico più sfavorevole

Solo il caso di carico più sfavorevole sarà considerato dal gruppo di carichi.



Variabili

Include i carichi variabili, del vento, della neve, del traffico nelle strade.

Casi di carico simultanei

Qualsiasi numero di casi di carico dal gruppo può agire contemporaneamente.

Casi di caricamento reciprocamente esclusivi

Nella combinazione di carico critico sarà considerato un solo caso di carico dal gruppo per volta.



Accidentali

Include terremoti, spostamenti dei vincoli, esplosioni... Nelle combinazioni di carico sarà preso in considerazione un solo caso di carico alla volta di questo gruppo. Il caso di carico deve avere il coefficiente di simultaneità $\alpha = 0$.



Gruppo di carico mobile

I casi di carico mobile creati automaticamente vengono raggruppati sotto lo stesso gruppo di carico.



Gruppo di carico per precompressione (se la precompressione è prevista dal codice di progettazione corrente)

Il gruppo di carico per precompressione è considerato come un gruppo di carichi permanente. Può contenere solo casi di carico per precompressione. I casi di carico per lo stessa precompressione (*name-T0* e *name-TI*) non possono essere inclusi in nessuna combinazione di carico.



Gruppo di carichi sismici (solo con Eurocodice, SIA 26x e Normativa italiana)

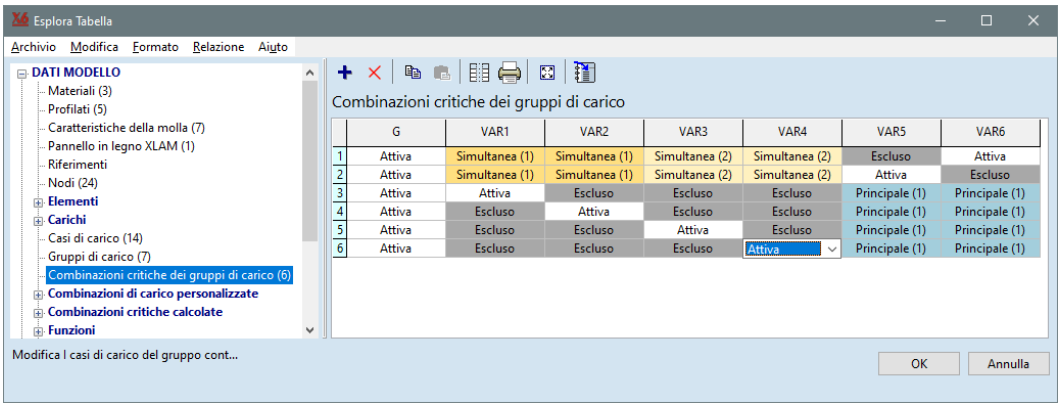
In una combinazione di carico sarà considerato un solo caso di carico del gruppo per volta. Quel caso di carico deve avere il fattore di simultaneità $\alpha = 0$.

Carico del fuoco (Eurocodice)

I gruppi di carico del fuoco prendono in considerazione solo i casi di carico del fuoco. I casi di carico possono essere contemporaneamente o reciprocamente esclusivi. Un elemento lineare può avere solo un effetto di incendio in casi di carico simultaneo.

Combinazioni gruppi di carico critico

Le combinazioni critiche sono determinate in base ai gruppi di carico. Sono classificate come situazioni di carico esclusive i carichi di neve e i carichi di neve eccezionale. Questo porta alla loro esclusione dalle combinazioni critiche.
Qualora sia necessario garantire l'esclusività tra i gruppi di carico, è possibile creare singolarmente le combinazioni di gruppi di carico critico. Queste combinazioni possono essere definite nel browser Tabella in Combinazioni di gruppi di carico critico.



Le colonne della tabella elencano i gruppi di carico definiti nel modello. Ogni riga descrive una regola per generare combinazioni critiche.

Cliccare sull'icona Nuova riga per aggiungere una nuova regola. Lo *Stato attivo* dei gruppi di carico permanenti non può essere cambiato. Nel caso di gruppi di carico variabili, il modo di contribuire alle combinazioni critiche può essere selezionato dall'elenco a tendina.

Attivi I casi di carico del gruppo di carico possono essere inclusi nelle combinazioni automatiche costruite internamente.

Esclusi I casi di carico del gruppo di carico non possono essere inclusi nelle combinazioni automatiche costruite internamente. Gruppi di carico mutuamente esclusivi possono essere creati aggiungendo tante regole quante il numero di gruppi di carico esclusivi, e solo un gruppo deve essere impostato su *Attiva* in ogni riga, lasciando gli altri gruppi *Esclusi*.

Simultanei (1), (2), ... Gruppi di carico che agiscono simultaneamente come gruppi contemporanei. I gruppi di carico nello stesso gruppo agiscono sempre insieme, cioè sono inclusi in combinazioni automatiche insieme. Si possono definire più gruppi di simultaneità. Avere due gruppi di carico con uno stato di *Simultanea (1)* ende disponibile automaticamente anche *Simultanea (2)* nell'elenco a tendina, e così via.

Principali (1), (2), ... Gruppi di carico che agiscono simultaneamente come azioni principali. I gruppi di carico dello stesso gruppo leader sono come gruppi di carico simultanei, ma non sono necessariamente presenti nella combinazione. Almeno un gruppo sarà incluso nelle combinazioni automatiche come azione principale, ma possono essere presenti altri gruppi del gruppo principale, a seconda della combinazione che determina la condizione critica. Avere due gruppi di carico con uno stato di *Principale (1)* rende automaticamente disponibile anche il *Principale (2)* nell'elenco a tendina, e così via.

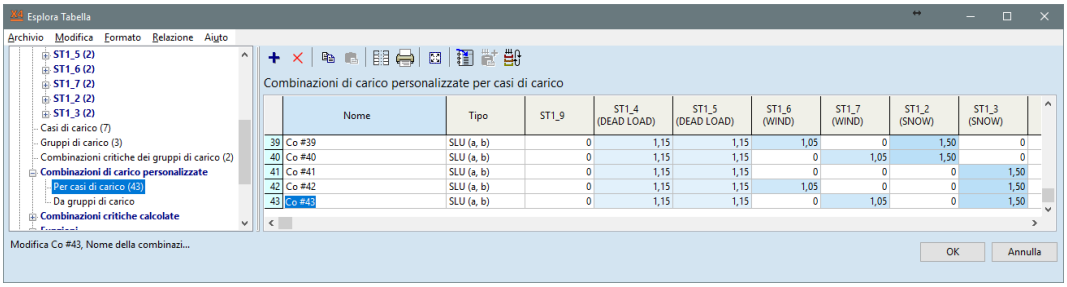
AXISVM costruisce internamente delle combinazioni automatiche secondo le regole definite in questa tabella e individua la combinazione più sfavorevole come combinazione critica.
La tabella *Combinazioni di carico personalizzate* permette di generare queste combinazioni automatiche per controllare il processo di costruzione delle combinazioni (il numero totale di combinazioni può essere elevato a seconda del numero di gruppi di carico) ma la generazione delle combinazioni reali non è necessaria per ottenere le condizioni critiche.

Tipi carico

I seguenti carichi possono essere applicati agli elementi:

Carico	**Elemento**
Concentrato	Nodo, trave
Lineare (distribuito)	Trave, nervatura, piastra, membrana, guscio
Bordo (distribuito)	Piastra, membrana, guscio
Peso proprio	Elemento Reticolare, trave, nervatura, piastra, membrana, guscio
Temperatura	Elemento Reticolare, trave, piastra, membrana, guscio
Errore in lunghezza	Elemento Reticolare,Trave
Tensione/Compressione	Elemento Reticolare,Trave
Spostamento imposto nell'appoggio	Appoggio elastico
Idraulico	Piastra, guscio
Sismico	Nodo
Linea influenza	Elemento Reticolare, trave
Precompressione	Trave, nervatura
Mobile	Trave, nervatura, piastra, guscio
Neve	Trave, nervatura, piastra, guscio
Vento	Trave, nervatura, piastra, guscio
Fuoco	Elemento Reticolare,Trave, nervatura, membrane, piastre, gusci

4.10.2. Combinazione di Carico



Permette di definire combinazioni di carico dei casi di carico definiti. Si può specificare un fattore per ogni caso di carico in una combinazione di carico. I risultati di una combinazione di carico saranno calcolati come combinazione lineare dei casi di carico prendendo in considerazione i fattori specificati per i casi di carico.
Un fattore nullo indica che il caso di carico rispettivo non partecipa alla combinazione di carico.
Per trovare la più sfavorevole delle combinazioni personalizzate definite qui creare un inviluppo per le combinazioni.
Le combinazioni di carico possono essere elencate, definite e cancellate dai casi di carico o da gruppi di carico (la seconda opzione è più semplice da visualizzare).
Nel primo caso un fattore deve essere inserito per ogni condizione di carico.
In quest'ultimo un fattore deve essere inserito per ogni gruppo di carico. Le combinazioni di carico effettive saranno create usando questi fattori e secondo le proprietà del gruppo di carico (ad esempio, se i casi di carico all'interno dei gruppi di carico sono esclusivi o meno. Vedere il capitolo precedente per i dettagli). La combinazione dei gruppi di carico con molti casi di carico può provocare un numero enorme di combinazioni di carico individuali.

☞ ***Non è necessario creare combinazioni di carico per determinare la combinazione critica.***

Se i gruppi di carico sono definiti e i casi di carico sono collocati all'interno dei gruppi di carico il programma trova automaticamente la combinazione critica in ogni nodo della struttura senza realmente creare le combinazioni.



Inserisce una tabella di combinazione di carico nella relazione corrente.



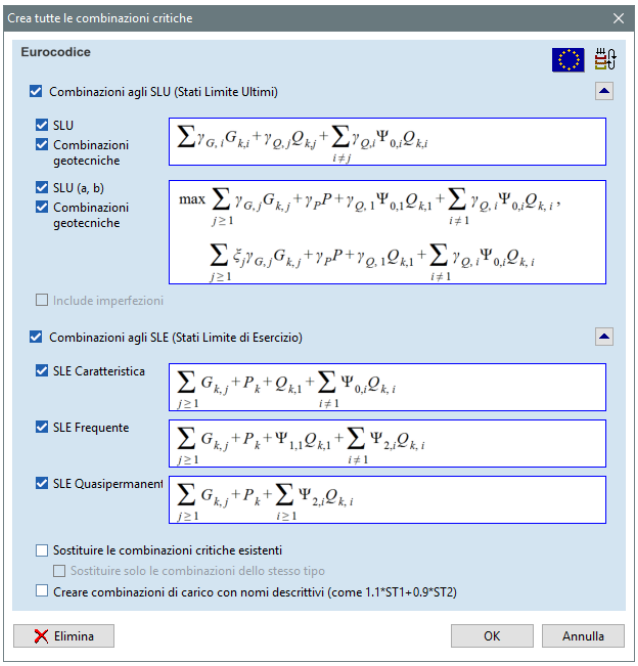
Incolla le combinazioni di carico copiate negli appunti.
Quando si trovano i valori minimi e massimi o si visualizzano i risultati di un singolo elemento, l'utente può aggiungere la combinazione reale critica a un elenco memorizzato negli Appunti (***Vedi...*** *6.1.1 Valori minimo e massimo*). Questa icona è utilizzata per incollare tali combinazioni sulla tabella.



Calcola tutte le combinazioni critiche basate su gruppi di carichi e le trasferisce nella tabella di combinazione di carico.

☞ ***Si possono anche definire combinazioni di carico dopo aver completato un'analisi statica lineare. In questo caso, quando richiesto, il post-processore calcola i risultati di queste combinazioni di carico.***

In caso di analisi statica non lineare, AXISVM genera dapprima il caso combinazione dei casi di carico, e quindi compie l'analisi (una combinazione di carico alla volta).



L'opzione Includi imperfezioni è disponibile solo se il modello contiene un gruppo di carico imperfezione.

Se Sostituire le combinazioni critiche viene selezionatao tutte le combinazioni critiche generate in precedenza saranno cancellate e sostituite con le nuove combinazioni. Se Sostituire solo le combinazioni dello stesso tipo viene selezionato solo le combinazioni selezionate di tipo SLU / SLE verranno sostituite.

Selezionando Creare combinazioni di carico con nomi descrittivi cambia la convenzione dei nomi, così i nomi delle combinazioni generati saranno la descrizione della combinazione (come 1.1*ST1+0.9*ST2) al posto di Co. #1, Co. #2, ecc.

Combinazione critica

Il programma analizza tutte le combinazioni possibili a seconda dei parametri del gruppo di carico e le equazioni del codice di progettazione corrente.
Il valore di progetto (tensione richiesta) di ogni componente risultante nei risultati corrisponde a una combinazione di carico determinata come critica per la componente rispettiva.
AXISVM genera tutte le combinazioni di carico possibili in base alle formule date sotto per calcolare il valore di progetto di ogni componente risultante.
Una possibile combinazione di carico consiste di tutti i casi di carico di tipo permanente, un caso di carico variabile o accidentale specifico e più casi di carico agenti simultaneamente (con il coefficiente di simultaneità corrispondente).
Le combinazioni critiche per gli Eurocodici, SIA26x, il Codice italiano sono formate secondo gli schemi seguenti:

Combinazioni critiche delle forze interne (SLU)

SLU1 - Permanenti e Accidentali

Eurocodice

AXISVM utilizza le seguenti formule di combinazione secondo l'EN 1990 (6.10.a) e (6.10.b). Queste formule forniscono forze e spostamenti minori, realizzando una progettazione più economica.

$$\max\left\{\begin{array}{l}\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_P P+\gamma_{Q,1}\Psi_{0,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (6.10.a)\\ \sum_{j\geq 1}\xi_j\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_P P+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (6.10.b)\end{array}\right.$$

☞ ***Se sfavorevole, i fattori di sicurezza parziali vengono moltiplicati per KFI al fine di considerare la classe di conseguenza. Vedi...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

In alcuni paesi (e.s. Austria) l'allegato nazionale non permette l'utilizzo dei paragrafi (6.10.a) e (6.10.b). In questo caso la formula da utilizzare è:

Eurocodice (A), SIA26x, Codice Italiano

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Fattori parziali per la verifica degli stati limite geotecnici (GEO)

In caso di combinazioni geotecniche, il programma usa le formule riportate sopra. I fattori parziali per le azioni sono selezionati tra i gruppi di valori A1 e A2, che sono definiti in accordo alla classificazione dell' allegato A del EN 1997−1.

Azione		Simboli	Set	
			A1	A2
Permanenti	sfavorevole	γ_G	1,35	1,0
	favorevole		1,0	1,0
Variabili	sfavorevole	γ_Q	1,5	1,3
	favorevole		0	0

Nota: i valori possono essere definiti diversamente nell' allegato nazionale. Vengono considerate le specifiche delle NA selezionate.

Fattori parziali per la verifica dello stato limite di equilibrio (EQU)

In caso di verifica dell' equilibrio statico, si tiene conto del seguente fattore parziale (allegato A del EN 1997−1):

Azione		Simboli	Val.
Permanenti	sfavorevole (destabilizzante)	$\gamma_{G;dst}$	1,1
	favorevole (stabilizzante)	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Variabili	sfavorevole (destabilizzante)	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
	favorevole (stabilizzante)	$\gamma_{Q;stb}$	0

SLU 2 - Sismica

Eurocodice, SIA26x

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Codice Italiano

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + E + \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

SLU 3 - Eccezionali

Eurocodice e altri codiciC

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + A_d + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i\neq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

SIA26x

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i\neq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinazioni critiche degli spostamenti (SLS)

SLS 1 - Caratteristiche

Eurocodice e altri codici

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i\neq 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

SLS 2 – Frequenti

Eurocodice e altri codici

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i\neq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

SLS 3 – Quasi-permanenti

Eurocodice e altri codici

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Eurocodice(RO)

$$\sum G_{kj} + 0.6\gamma_I A_{Ek} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Il metodo delle combinazioni critiche per le forze interne e per gli spostamenti viene selezionato automaticamente. Il metodo delle combinazioni critiche per gli spostamenti dipende dal tipo di struttura che si sta modellando. Cliccare sui parametri di visualizzazione dei risultati sulla barra degli strumenti statica per impostare la formula di combinazione critica.

Carichi sismici: vedere Forze Interne

Norma Italiana

Combinazione di carichi sismici con altri tipi di carico:

$$\sum G_K + \gamma_I \cdot E + \sum_i \left(\psi_{ji} \cdot Q_{Ki}\right)$$

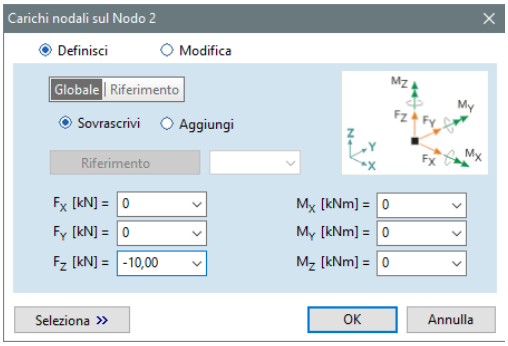
Dove:

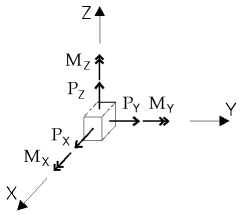
γ_I	fattore di importanza
E	carico sismico
G_K	valore caratteristico dei carichi permanenti
Q_{Ki}	c valore caratteristico dei carichi variabili
ψ_{ji}	ψ_{2i} (ULS) fattore di combinazione per Q_i quasipermanente
ψ_{0i}	(DLS) fattore di combinazione per Q_i raro

4.10.3. Carichi nodali



Permette di applicare forze/coppie ai nodi selezionati Occorre definire i valori delle componenti di carico P_x, P_y, P_z, e M_x, M_y, M_z nel sistema di coordinate globali. Per i carichi secondo un vettore di riferimento (dove la direzione è data dal riferimento) definire le componenti Fx e Mx.
Se si applica un carico nodale a un nodo già caricato, si può decidere se sovrascriverlo o sommarlo al carico preesistente.





Le direzioni positive sono secondo le direzioni positive delle coordinate globali.

Modifica carico nodale

Potete selezionare, muovere, copiare o modificare il carico indipendentemente dal nodo.

Modifica posizione

1. Selezionare i carichi che si desidera spostare insieme.
2. Posizionate il cursore su uno di essi, premete con il tasto sinistro del mouse.
3. Spostarli nella loro nuova posizione.
4. Fare clic sul pulsante sinistro del mouse o utilizzare un pulsante di comando. (Invio o Spazio).

Modifica valori

1. Seleziona il carico.
2. Fare clic sull'icona Carico nodale nella barra degli strumenti.
3. Cambiare I valori.

I carichi nodali possono essere spostati su un travi, nervature o domini.
I segni dei valori di carico vengono calcolati in base alla regola della mano destra.

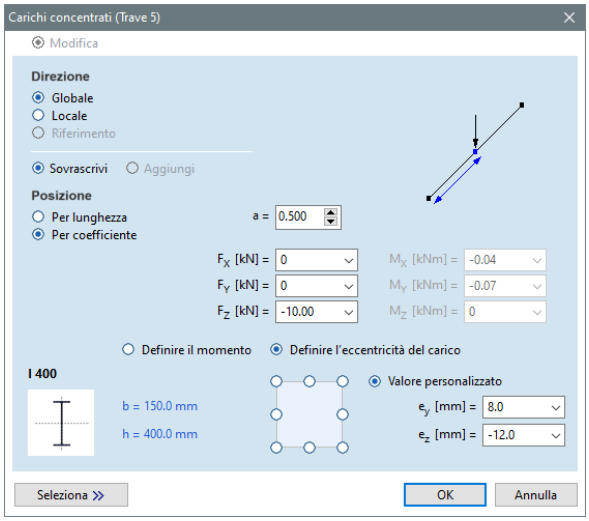
☞ ***Le componenti di carico applicate nella direzione di un grado di libertà vincolato non saranno prese in considerazione nell'analisi.***

Le forze applicate sono visualizzate sullo schermo come frecce gialle, le coppie come doppie frecce verdi.

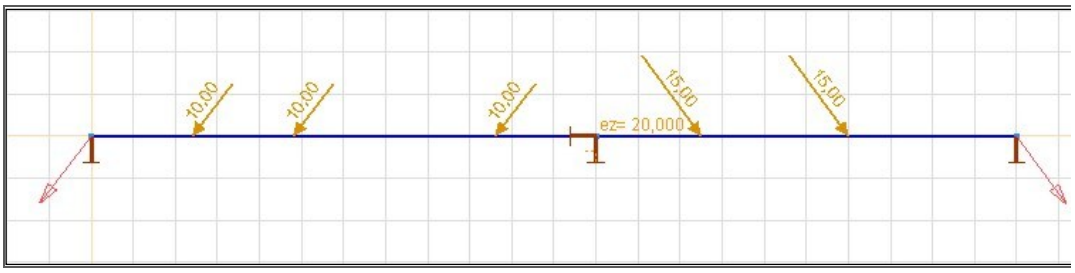
4.10.4. Carico Concentrato su Trave



Permette di applicare forze concentrate / momenti alle travi o nervature selezionate. Occorre specificare i valori delle componenti di carico P_x, P_y, P_z, M_x, M_y, M_z nel sistema di coordinate globali o locali. Per un carico con vettore di riferimento (dove la direzione è data dal riferimento) inserire le componenti Fx e Mx.
Il riferimento può essere selezionato dalla lista o selezionato nel modello (se è attivata la visualizzazione di riferimenti, ***vedere...*** *2.16.21 Opzioni di visualizzazione*) cliccando sul pulsante *Riferimento* >>.



Scegliere *Definire l'eccentricità del carico*, quindi selezionare l'opzione rappresentata da un punto del rettangolo di delimitazione della sezione trasversale o inserire valori personalizzati.
Scegliere *Definire l'eccentricità del carico*, quindi selezionare l'opzione rappresentata da un punto del rettangolo di delimitazione della sezione trasversale o inserire valori personalizzati.
Se si applica un carico concentrato a un nodo che è già caricato , si può decidere se sovrascriverlo o aggiungerlo (*Sovrascrivere* / *Aggiungere*) al carico preesistente.



Carichi con riferimento su una trave

Le direzioni positive sono secondo le direzioni positive delle coordinate globali o locali.

☞ ***Se è selezionata solo una parte dell'elemento strutturale (ad esempio alcuni elementi finiti), allora i carichi saranno interpretati nel sistema locale degli elementi finiti. In questo caso lo stesso carico sarà applicato a tutti gli elementi finiti selezionati.***

Le forze sono visualizzate sullo schermo come frecce gialle, le coppie come doppie frecce verdi.

Interpretazione dei carichi sulle elementi eccentriche

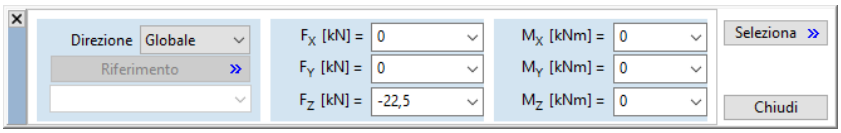
Nel caso di travi o nervature eccentriche, l'asse reale dell'elemento non è lo stesso della linea che collega i nodi di estremità. L'eccentricità del carico è relativa all'asse reale (eccentrico) dell'elemento.

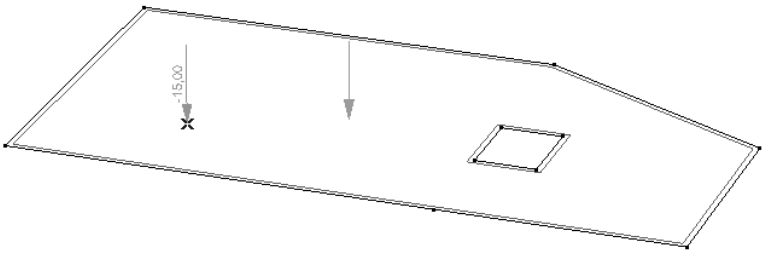
4.10.5. Carico concentrato su un Dominio o pannello di carico



Applica un carico puntuale (concentrato) in corrispondenza del cursore su un dominio o pannello di carico.
Si può anche immettere la posizione del carico attraverso le sue coordinate.
Inserire i carichi facendo clic sul pulsante sinistro del mouse o premendo uno dei pulsanti di comando. ***Vedere...*** *4.7.2 Immissione numerica delle coordinate*

La direzione del caricamento può essere:
- Globale (in riferimento al sistema di coordinate globale)
- Locale (in riferimento al sistema di coordinate (di elemento) locale)
- Riferimento (in corrispondenza a un riferimento)





Modifica *Si può modificare la posizione ed il valore (intensità) del carico:*

Posizione

1. Selezionate il carico con il cursore.
2. Mantenete tasto sinistro del mouse abbassato.
3. Spostare il mouse o immettete le coordinate relative per spostare il carico in una nuova posizione.
4. Rilasciare il tasto sinistro del mouse per impostare il carico nella sua nuova posizione.

Valore

1. Selezionare il carico con il cursore.
2. Fare clic sul tasto sinistro del mouse.
3. Immettete i nuovi valori del carico nella finestra di dialogo.
4. Fare clic sul pulsante Modifica per applicare le modifiche e chiudere la finestra.

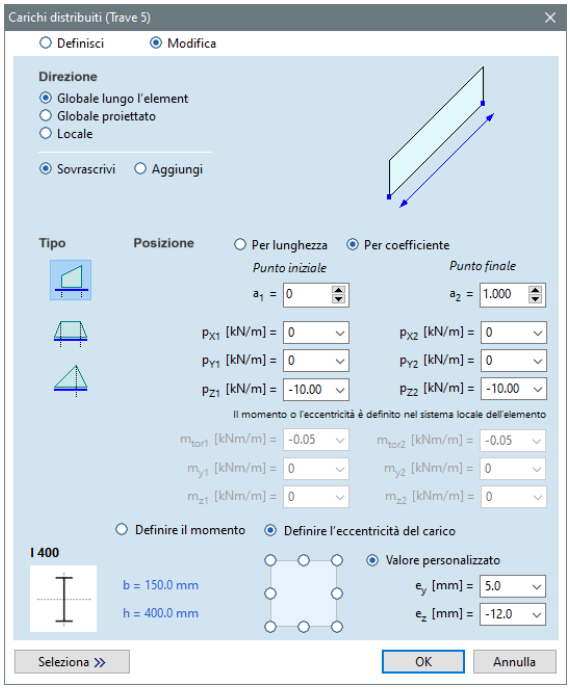
Il valore del caricamento può essere modificato anche nella Tabella.

☞ ***La modifica alla maglia del dominio lascia i carichi concentrati (applicati sui domini) invariati.***

4.10.6. Carico distribuito lineare su trave / nervatura



Permette di applicare forze e momenti costanti o distribuiti linearmente agli elementi beam / rib selezionati.
Si possono applicare carichi distribuiti multipli a travi/nervature nello stesso caso di carico.
Invece di definire i valori del momento è possibile impostare l'eccentricità ey ed ez del carico nel sistema di coordinate locali. Scegliere *Definire l'eccentricità del carico*, quindi fare clic sull'opzione che rappresenta un punto del rettangolo di delimitazione della sezione trasversale o inserire valori personalizzati.
Il momento e l'eccentricità sono sempre definiti nel sistema locale dell'elemento anche se la *Direzione* dei componenti della forza è impostata su *Globale*.

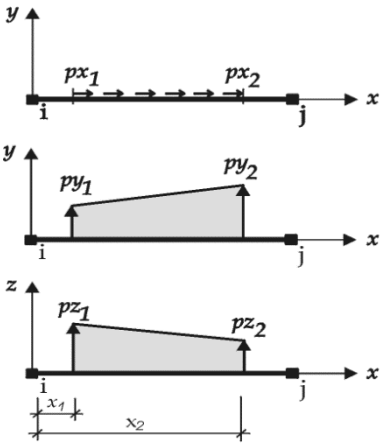


I carichi lineari possono essere selezionati, spostati, copiati, modificati indipendentemente dalla trave o dalla nervatura. Modificare i valori di carico come in caso di carichi nodali. Se si applica un carico concentrato nella stessa posizione già caricata, si può *Sovrascrivere* o *Aggiungere* al carico esistente.

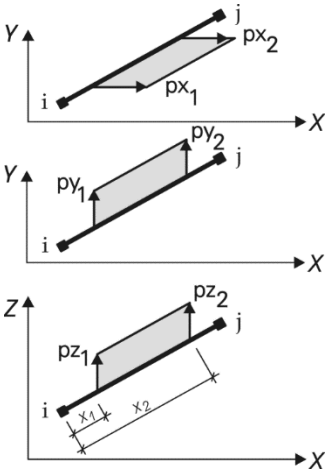
☞ ***Se solo una parte dell'elemento strutturale è selezionata (ad esempio alcuni elementi finiti), allora i carichi saranno interpretati nel sistema locale degli elementi finiti. In questo caso lo stesso carico sarà applicato a tutti gli elementi finiti selezionati.***

È necessario specificare la distribuzione, la posizione e i valori delle componenti di carico nel sistema di coordinate locali o globali, come segue:

Carichi nel sistema di coordinate locale.



Carichi nel sistema di coordinate globale.



È necessario specificare i seguenti parametri:

Tipi *segmento* *trapezoidale* *triangolare*

Direzione: sistema di coordinate locali o globali.

Distribuzione: lungo la lunghezza o proiettato.

Posizione:

Per coefficiente $(0 \le x_1 < x_2 \le 1)$ o

Per lunghezza $(0 \le x_1 < x_2 \le L)$ dove L è la lunghezza della trave/nervatura.

Posizione iniziale: x_1 relativa alla fine i.

Valore iniziale: p_{x1}, p_{y1}, p_{z1}, m_{TOR1}

Posizione finale: x_2 relativo alla fine i.

Valore finale: p_{x2}, p_{y2}, p_{z2}, m_{TOR2}

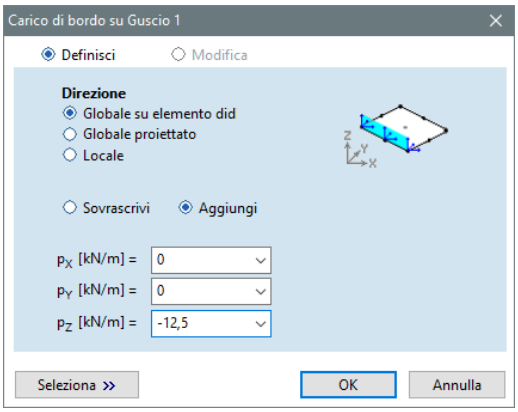
Se il carico è proiettato, il valore applicato alla trave/nervatura è p sen α, dove α è l'angolo tra la direzione del carico e l'asse della trave/nervatura.

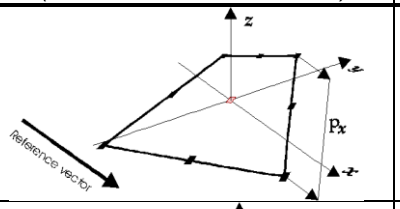
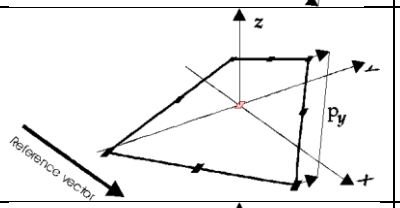
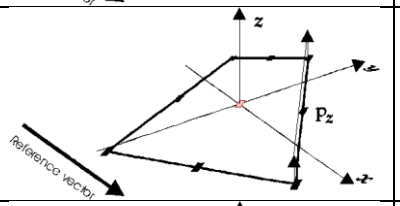
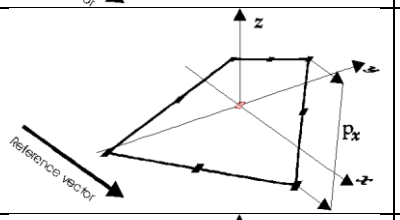
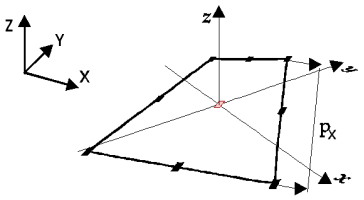
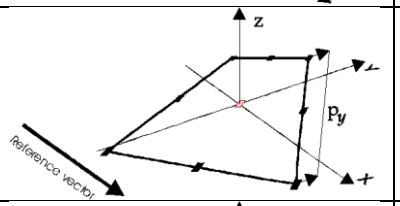
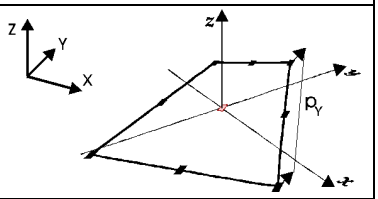
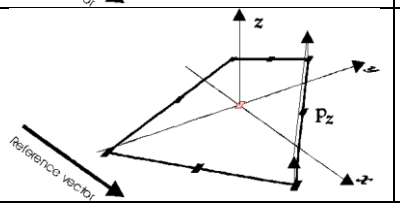
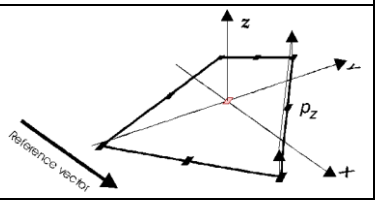
Interpretazione dei carichi sulle elementi eccentriche

Nel caso di travi o nervature eccentriche, l'asse reale dell'elemento non è lo stesso della linea che collega i nodi di estremità. L'eccentricità del carico è relativa all'asse reale (eccentrico) dell'elemento.

4.10.7. Carico di bordo

Permette di applicare carichi distribuiti (costanti) ai bordi selezionati degli elementi bidimensionali selezionati.
Se al bordo sono collegati più di due elementi finiti o questi hanno vari sistemi di coordinate locali è necessario scegliere sia il bordo che l'elemento finito quando si specifica il carico locale. Il carico sarà definito nel sistema locale dell'elemento scelto.



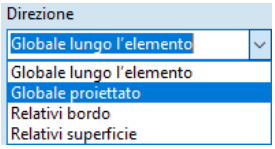
Elemento		*Carico nelle direzioni locali (nel sistema di Coordinate Locali)*		*Carico nelle direzioni globali (nel sistema di Coordinate Globali)*
Membrana	*x*		-	-
	y		-	-
Piastra	*z*		-	-
Guscio	*x*		X	
	y		Y	
	z		Z	

Nel caso di elementi di guscio, il carico applicato nel sistema di coordinate globali può avere una distribuzione proiettata. Se il carico *p* è proiettato, il valore del carico applicato al guscio è *p* coseno α, dove α è l'angolo tra la direzione del carico e la normale al piano dell'elemento.

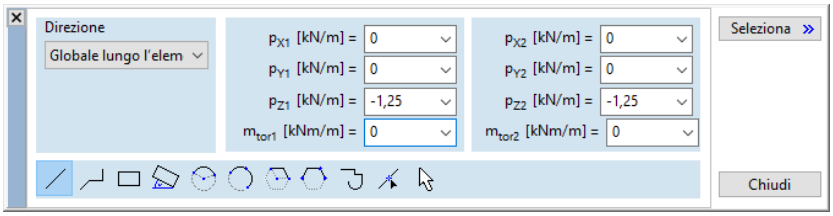
4.10.8. Carico Lineare su Dominio / pannello di carico



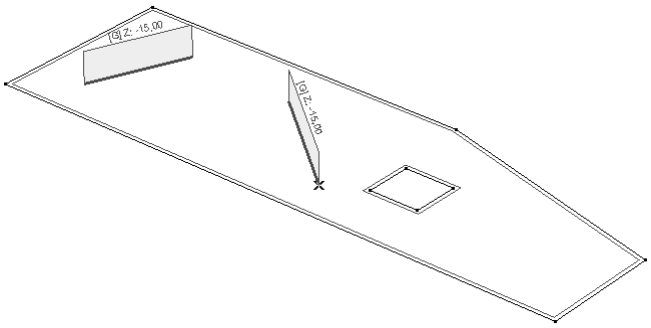
Applica un carico distribuito uniforme su un dominio o pannello di carico.



La direzione del carico proiettato può essere globale, lungo l'elemento, al bordo relativo oppure alla superficie relativa. **Mx** è sempre il momento torsionale (intorno alla linea di applicazione del carico). Definite le componenti di carico e il metodo di posizionamento di insieme viene presentato il carico graficamente. Cliccare sulle linee per attribuirlo agli elementi.
In caso di modalità relativa di Bordo, il sistema di coordinate locale del carico lineare segue la direzione del bordo specificato (linea, arco o polilinea). L'asse x è sempre l'asse della linea specificata che punta verso la direzione del disegno. L'asse z locale del carico è parallelo all'asse z locale del dominio. Quando si posiziona un carico lineare su un bordo esistente del modello, controllare sempre la direzione del carico risultante, poiché la direzione di disegno della linea selezionata non può essere determinata dai numeri di nodo.
Se il carico lineare è definito come relativo alla superficie, il sistema di coordinate locali del carico (assi x, y e z) segue il sistema di coordinate locali del dominio.

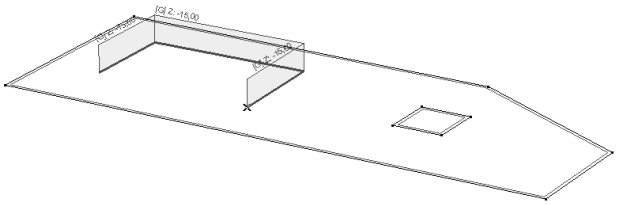


Carico lineare tra due punti



Carico lineare lungo una polilinea







Carico lineare lungo un rettangolo



Carico lineare lungo un rettangolo ruotato

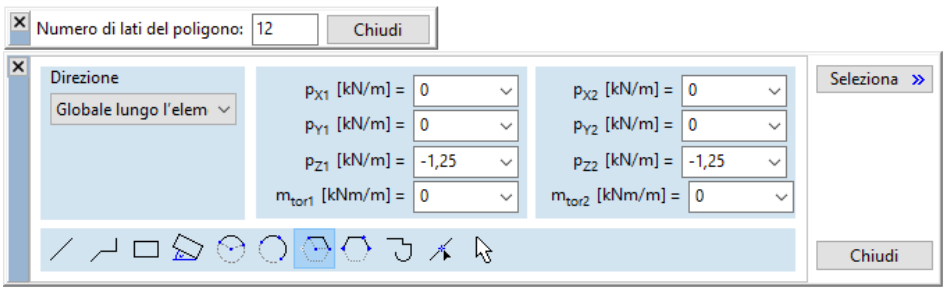


Carico lineare lungo un arco definito dal centro dell'arco e da due punti



Carico lineare lungo un arco definito da tre punti

Numero di lati del poligono





Carico lineare lungo un poligono che approssima un arco attraverso il centro e i due punti dell'arco



Carico lineare lungo un poligono che approssima un arco attraverso tre punti dell'arco



Carico lineare lungo un poligono complesso contenente archi.



Durante la definizione del poligono complesso appare una barra con diverse opzioni di geometria. Queste opzioni sono: disegnare una linea, disegnare una linea come una tangente di un arco, disegnare un arco dato il suo centro, disegnare uno arco per tre punti, disegnare un arcotangente, disegnare un arco data la tangente, cliccare su una linea esistente.

Carico distribuito lineare su una linea o su un arco esistente



Fare clic su qualsiasi linea o arco sul limite di dominio o all'interno del dominio per applicare il carico precedentemente definito.
Questo tipo di carico è associativo. Lo spostamento del limite o della linea interna sposta anche il carico. Cancellando la linea si cancella anche il carico.

Carico lineare distribuito su elementi selezionati



Simile alla funzione precedente, ma il carico sarà applicato alle linee selezionate.

Modifica del carico

Si può modificare la posizione ed il valore (intensità) del carico:

Posizione

1. Selezionare il carico con il cursore.
2. Mantenete tasto sinistro del mouse abbassato.
3. Spostare il mouse o immettere le coordinate relative per spostare il carico in una nuova ubicazione.
4. Rilasciare il tasto sinistro del mouse per impostare il carico nella sua nuova posizione.

Forma

1. Spostare il cursore sopra il vertice. (Un simbolo di vertice di multilinea di carico appare accanto al cursore)
2. Fare clic sul tasto sinistro del mouse
3. Trascinare il vertice alla sua nuova posizione dopo avere premuto il tasto sinistro del mouse.
4. Fare clic sul tasto sinistro del mouse.

Valore

1. Selezionate il carico con il cursore.
2. Fare clic sul tasto sinistro del mouse.
3. Immettete nuovi valori del carico nella finestra di dialogo.
4. Fare clic sul pulsante Modifica per applicare le modifiche e chiudere la finestra.

Il valore del carico può essere modificato anche nella Tabella.

Cancella

Scegliere i carichi che si desidera cancellare e premere **Cancella**.

☞ ***Modificando la maglia del dominio i carichi lineari (applicati ai domini) restano invariati.***

4.10.9. Carico superficiale

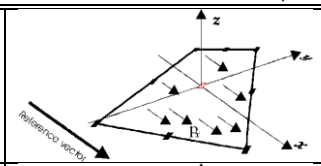
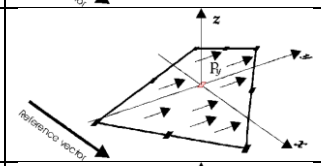
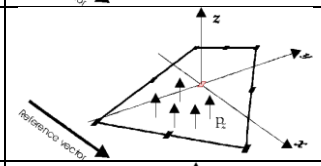
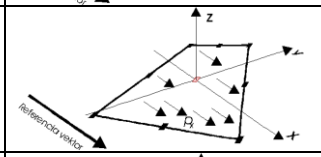
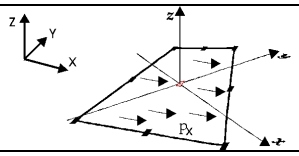
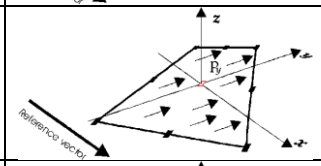
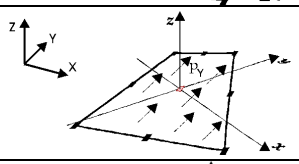
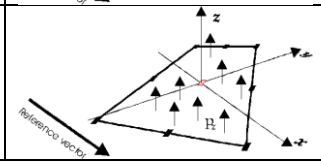
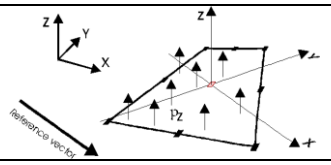


Il carico di superficie può essere applicato agli elementi finiti di superficie e ai domini.

Il carico applicato alla superficie ha un valore costante.



☞ ***Modificando la mesh di un dominio il carico (applicato al dominio) rimane invariato.***

Elemento	*Carico nelle direzioni locali (nel sistema di Coordinate Locali)*		*Carico nelle direzioni globali (nel sistema di Coordinate Globali)*	
Membrana	**x**		-	-
	y		-	-
Piastra	**z**		-	-
Guscio	**x**		**X**	
	y		**Y**	
	z		**Z**	

4.10.10. Carichi di superficie su dominio



Applica una zona di carico con mesh indipendente su un dominio o pannello di carico.

Il tipo di elemento di superficie determina il tipo ed il verso del carico nel modo seguente. Per un elemento di membrana il carico deve giacere nel piano dell'elemento. Per un elemento di piastra il carico deve essere ortogonale al piano dell'elemento. Per un elemento guscio generico è accettabile qualunque verso per il carico. I pannelli di carico accettano i carichi in ogni direzione, ma se trasferiscono i carichi su membrane o piastre si applicano lelimitazioni di cui sopra. Il carico può essere globale sulla superficie, un carico globale proiettato o un carico locale e le componenti saranno interpretate di conseguenza. E' possibile selezionare fra le intensità costanti o lineari del carico e definire se visualizzare i carichi sui fori o sul contorno del foro.

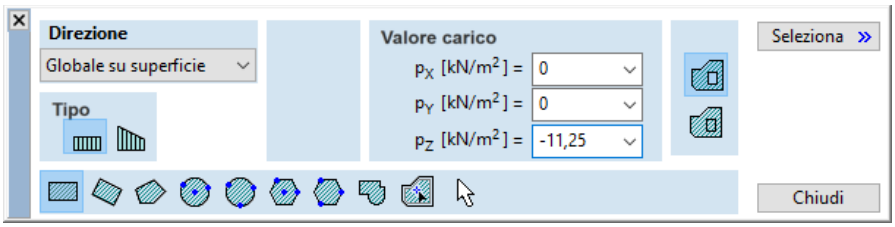


I carichi sono attivi/disattivi sui fori

La prima icona rappresenta l'opzione per cui i carichi non sono applicati sui fori.
La seconda icona rappresenta l'opzione per cui i carichi sono applicati sui fori.



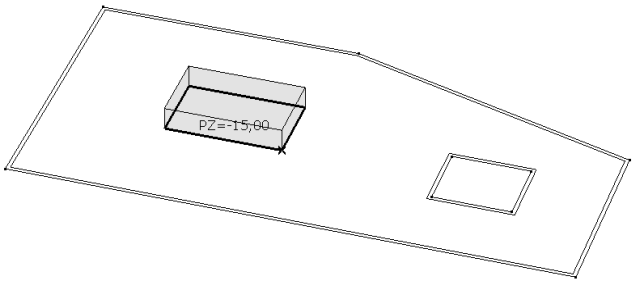
Carico costante



Passi per la definizione del carico:



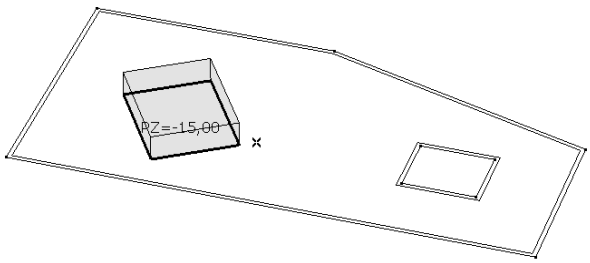
Area di carico rettangolare



1. Inserisci le componenti di carico (px, py, pz)
2. Inserisci i due punti estremi della diagonale del rettangolo usando il mouse o inserendo le coordinate. (Questa funzione è disponibile solo sui piani X-Y, Y-Z e X-Z)



Area di carico rettangolare obliqua



1. Inserisci le componenti di carico (px, py, pz)
2. Inserisci tre angoli del rettangolo usando il mouse o inserendo le coordinate.



Carico poligonale

1. Inserisci le componenti di carico (px, py, pz)
2. Inserisci i vertici del poligono usando il mouse o inserendo le coordinate. In quest'ultimo caso batti un ulteriore Invio dopo aver specificato l'ultima posizione. Se viene inserito il poligono cliccando sul dominio chiudere il poligono cliccando nuovamente sul primo vertice o facendo doppio click sul vertice successivo. Invece del tasto sinistro del mouse può essere anche usata la barra spaziatrice o il tasto invio.



Area di carico circolare definita dal centro e due punti di passaggio della circonferenza.



Area di carico circolare definita dal tre punti di passaggio della circonferenza.

Area di carico poligonale definita dal centro e due punti di passaggio del perimetro.

Area di carico poligonale definita da tre punti di passaggio del perimetro.

Carico poligono complesso



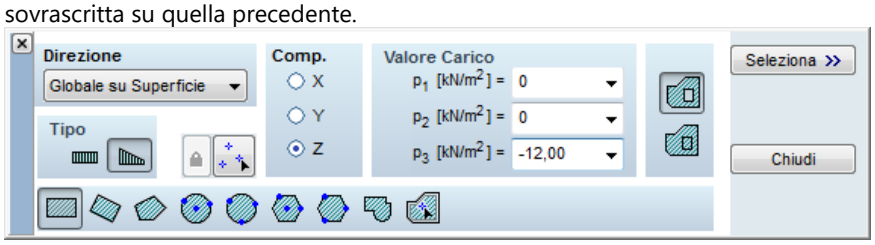
Durante la definizione di un poligono complesso appare una toolbar flottante con diverse funzioni geometriche. Queste sono: disegno di una linea, disegno di una linea come tangente di un arco, disegno di un arco con punto centrale, disegno di un arco con un punto medio, disegno di un arco con la tangente del segmento del poligono precedente, disegno di un arco selezionando come tangente una linea esistente.

Carico distribuito su dominio

1. Inserisci le componenti di carico (px, py, pz)
2. Cliccare sul dominio

Il carico sarà distribuito sul dominio. La forma di questo tipo di carico sarà automaticamente seguito dal cambio della geometria del dominio. All'interno di un caso di carico è possibile applicare soltanto un carico di questo tipo su un dominio. La nuova definizione del carico distribuito sul dominio viene sovrascritta su quella precedente.

Carico lineare



Il piano di intensità del carico può essere specificato dai valori del carico (p_1, p_2, p_3) in tre punti [(1), (2), (3)] del piano del dominio. Questi punti sono i punti di riferimento di valore del carico. Se si desidera usare gli stessi punti come valori di riferimento per altri carichi di forma e posizione diverse si possono bloccare tali punti di riferimento ed i loro valori cliccando sul lucchetto. I carichi sono applicati inserendo un'area.

Punti di riferimento del valore dei carichi.

Blocca i punti di riferimento del valore dei carichi.

Area di carico rettangolare

1. Inserisci i valori dei carichi ai punti di riferimento (p1, p2, p3).
2. Inserisci i punti di estremità della diagonale del rettangolo con il mouse o per coordinate. (Questa funzione è disponibile solo sui piani X-Y, Y-Z e X-Z)
3. Inserisci tre punti di riferimento con il mouse o inserendo le coordinate.

Area di carico rettangolare obliqua

1. Inserisci i valori dei carichi ai punti di riferimento (p1, p2, p3).
2. Inserisci tre angoli del rettangolo con il mouse o inserendo le coordinate.
3. Inserisci tre punti di riferimento con il mouse o inserendo le coordinate.

Carico poligonale

1. Inserisci i valori dei carichi ai punti di riferimento (p1, p2, p3).
2. Inserisci i vertici del poligono con il mouse o inserendo le coordinate.
   In quest'ultimo caso batti un ulteriore Invio dopo aver specificato l'ultima posizione. Se viene inserito il poligono cliccando sul dominio chiudere il poligono cliccando nuovamente sul primo vertice o facendo doppio click sul vertice successivo. Invece del tasto sinistro del mouse può essere anche usata la barra spaziatrice o il tasto invio per inserire i vertici del poligono.
3. Inserisci tre punti di riferimento con il mouse o inserendo le coordinate.

Carico circolare definito dal centro e da due punti.

Carico circolare definito da tre punti.

Carico poligonale regolare definito dal centro dell'arco e da due punti.

Carico poligonale regolare definito da tre punti.

Carico poligonale complesso



Durante la definizione del poligono complesso appare una barra con diverse opzioni di geometria. Queste opzioni sono: disegnare una linea, disegnare una linea come una tangente di un arco, disegnare un arco dato il suo centro, disegnare uno arco per tre punti, disegnare un arcotangente, disegnare un arco data la tangente, cliccare su una linea esistente.

Carico distribuito sul dominio

1. Inserisci i valori dei carichi ai punti di riferimento (p1, p2, p3).
2. Clicca sul dominio.
3. Inserisci tre punti di riferimento cliccando col mouse o inserendo le coordinate.

All'interno di un caso di carico è possibile applicare soltanto un carico di questo tipo su un dominio. La nuova definizione del carico distribuito sul dominio sovrascrive sempre quello precedente.

Modifica

E' possibile cambiare la posizione, la forma e l'intensità di un carico di superficie con mesh indipendente.

Per cambiare la posizione di un carico di superficie

1. Posizionare il mouse sul contorno del carico (il cursore identificherà il carico).
2. Premere il tasto sinistro del mouse muovendo il mouse.
3. Trova la nuova posizione del carico muovendo il mouse o per coordinate.
4. Rilascia il carico cliccando col tasto sinistro del mouse oppure premi la barra spaziatrice o il tasto invio.

Per cambiare la forma del carico di superficie

1. Posiziona il mouse su un vertice poligono di carico (il cursore individuerà il vertice del poligono di carico come un angolo).
2. Premi il tasto sinistro del mouse e muovi il mouse.
3. Trova la posizione del nuovo vertice muovendo il mouse o per coordinate.
4. Posizionare il cursore sul vertice, premere il tasto destro del mouse e dare o spazio o invio. La forma del carico sarà cambiata.

Per cambiare l'intensità del carico di superficie

1. Posiziona il mouse sul contorno del carico (il cursore identificherà il carico).
2. Clicca col tasto sinistro del mouse. Appare la finestra del carico superficiale.
3. Cambiare il valore dell'intensità del carico.
4. Clicca sul tasto Modifica.

Possono essere selezionati e modificati in questo modo anche carichi multipli.

L'intensità e la forma del carico di superficie possono anche essere cambiati dal browser della tabella modificando i valori appropriati nella tabella dei carichi.

Elimina

Seleziona I carichi da eliminare e premi Elimina.

☞ ***I carichi con mesh indipendente non sono condizionati dalla rimozione o rigenerazione della mesh sul dominio.***

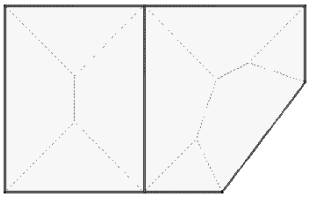
4.10.11. Carichi superficiali distribuiti su elementi lineari



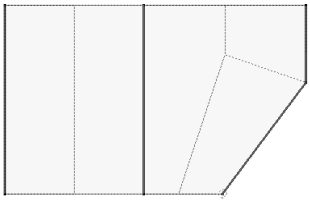
I carichi di superficie, omogeneamente distribuiti vengono ripartiti sugli elementi lineari, qualora ci siano dei carichi eccessivi sugli elementi questi verranno convertiti come carichi concentrati sui nodi degli elementi.

1. Fare clic sull'icona e definire il valore del carico distribuito lungo gli assi nella finestra di dialogo.

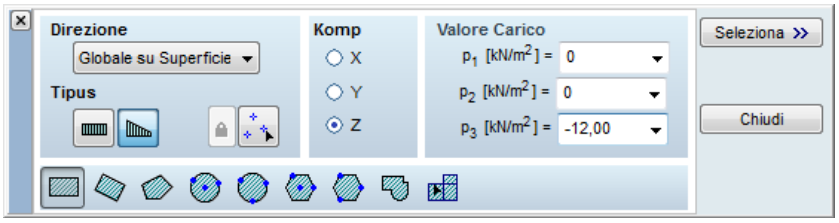
Auto distribuisce il carico sugli elementi. Tutte le travi e le nervature sono interessate dal carico.
Ogni elemento lineare nuovo introdotto sotto un carico distribuito rigenera la distribuzione del carico.



Il carico è distribuito solo sugli elementi selezionati. Scegliere le linee utilizzando la barra degli strumenti di selezione. La distribuzione rimane lo stessa se una nuova trave o nervatura è definito sotto il carico.

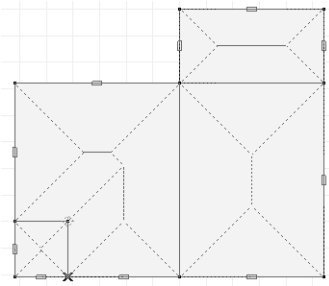


2. Definisce un carico superficiale costante o variabile linearmente attraverso un'area poligonale tracciata su un dominio.



☞ ***La direzione del carico può essere globale su superficie, globale proiettata o locale. Le direzioni locali sono riferimenti automatici simili a quelle per i domini. Vedere...*** *4.9.23 Riferimenti*. ***Immettere i valori del carico nei campi*** (p_X, p_Y, p_Z).

Il poligono di carico può essere un rettangolo, un rettangolo sghembo o qualsiasi poligono chiuso. Il quarto metodo sull'icona della barra è cliccare su linee di un poligono chiuso di travi/nervature. In questo modo il carico diventa associativo. Lo spostamento degli elementi o dei loro nodi finali cambia di conseguenza il poligono di carico .



4.10.12. Panelli di carico



I pannelli di carico vengono utilizzati per trasferire carichi nodali, linee distribuite e carichi superficiali agli elementi strutturali. È inoltre necessario definire i pannelli di carico, se i carichi di neve e di vento sono generati automaticamente dal software (modulo SWG). Non hanno ruolo strutturale, l'unica funzione di un pannello di carico è quella di distribuire i carichi su domini, elementi di travi e nervature. I carichi possono essere distribuiti automaticamente su tutti i domini, le nervature e le travi, che si trovano nel piano del pannello. È anche possibile specificare manualmente gli elementi portanti all'interno o all'esterno del piano del pannello che controlla il trasferimento del carico. La proiezione di questi elementi sul pannello di carico dovrebbe essere all'interno del contorno chiuso del pannello di carico stesso.



Strumenti forma



Rettangolare



Rettangolo obliquo



Settore o cerchio completo per il punto centrale e due punti



Settore o cerchio completo per tre punti



Settore o poligono regolare dal punto centrale e due punti



Settore o poligono regolare per tre punti



Poligono complesso

Strumenti di selezione speciale



Facendo clic su un dominio crea un pannello di carico sul dominio



Creazione di pannelli di carico per i domini selezionati.



Questa funzione crea pannelli di carico sulla base delle linee selezionate. I contorni del pannello di carico sono determinati dai contorni dei sottoinsiemi complanari delle linee selezionate.

Caricare modalità di distribuzione



Selezionare questa opzione per distribuire il carico su tutti i domini, nervature e travi sotto il pannello di carico.

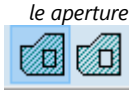


Il carico viene distribuito a tutti i domini, nervature e travi selezionate.
I carichi sui pannelli di carico possono essere distribuiti sui nodi selezionati.
I carichi possono essere distribuiti sui nodi sulle travi o nervature fuori dal piano del pannello di carico, ma solo se le loro proiezioni rientrano nel contorno del pannello di carico. In questo caso i carichi sono distribuiti su una proiezione ma agiscono direttamente sull'elemento.



Selezionare questa opzione per distribuire il carico sui domini, sulle nervature e sulle travi in parti attive sotto il pannello di carico.

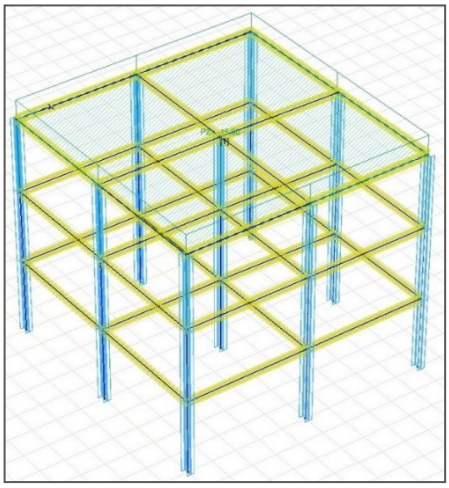
Opzioni di carico per le aperture

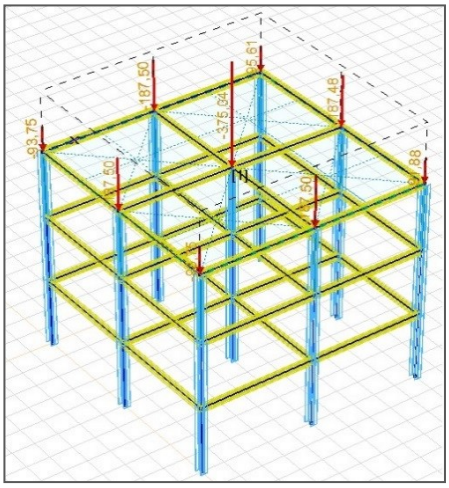


Se viene selezionata la prima icona, il pannello di carico applica carichi sopra le aperture (interpretandoli come finestre), altrimenti ignora i carichi delle aperture (interpretandole come aperture effettive).

I carichi dei pannelli di carico selezionati possono essere convertiti in singoli carichi.
Vedi ... *3.2.19 Convertire i carichi dei pannelli di carico selezionati in carichi singoli*

☞ ***Le travi / nervature / domini selezionati possono essere fuori dal piano del pannello di carico. Se si selezionano più domini e i loro contorni proiettati al piano del pannello di carico si sovrappongono, i carichi verranno trasferiti solo al dominio più vicino al pannello di carico.***

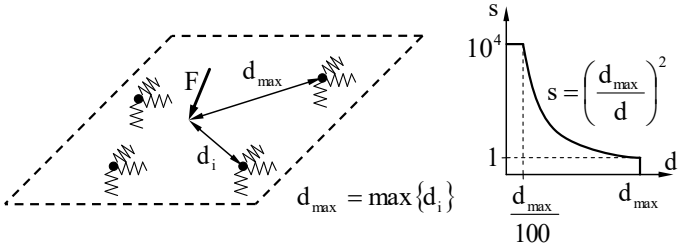




Carichi concentrate sulle colonne trasferiti dal pannello di carico con carico distribuito.

Methodo distribuzione del carico

La distribuzione di un modelli di carico concentrato del pannello di carico come lastra rigida supportata da tre molle in ogni punto di distribuzione del carico. Le tre molle hanno la stessa rigidità inversamente proporzionale al quadrato della distanza dal punto di azione.



Carichi distribuiti lungo linee vengono convertite in una serie di carichi concentrati e carichi puntiformi sono distribuiti con il metodo di cui sopra. Carichi superficiali vengono distribuite mediante il metodo del carico *4.10.11 Carichi superficiali distribuiti su elementi lineari*

Definizione dei carichi

I carichi puntuali, lineari e superficiali possono essere posizionati sui pannelli di carico come per i domini. Un esempio:

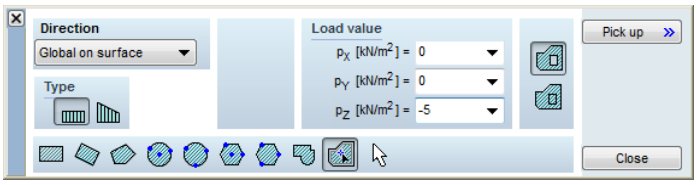


Scegli la tab *Carichi* e lo strumento *Carichi Distribuiti* sul dominio



Inserisci i valori delle componenti di caricoe scegli il *Carico di Dominio distribuito* dalla palette.

Clicca su un numero di domini qualunque o pannelli di carico. Il carico gli verrà applicato.



4.10.13. Carico neve – modulo SWG

Normative

Il carico della neve viene generato automaticamente dal programma secondo le indicazioni delle diverse normative nazionali e i loro relativi allegati applicabili. Le norme di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Ipotesi

Limiti di applicazione

L'applicabilità dell'algoritmo del programma è limitata dall'applicabilità delle specificazioni nelle norme alle quali si fa riferimento. Di seguito è riportato un elenco di tali limitazioni per ciascuna norma utilizzata all'interno del programma.



Eurocodice Generale

- L'algoritmo genera carichi di neve sui tetti della costruzione. Non è consigliato per la generazione dei carichi di neve su altri tipi di strutture, come ponti.
- L'algoritmo è applicabile a diverse geometrie del tetto. Per calcolare l'effetto della neve sui pannelli dei tetti adiacenti al colmo o al displuvio, si tiene conto dell'incremento delle sporgenze e del displuvio sull'accumulo della neve. Non tiene conto dell'effetto dell'accumulo locale della neve sui pannelli di tetto distanti (cioè non adiacenti), pertanto non è raccomandato per geometrie complesse del tetto, in cui si prevede che tale effetto influisca notevolmente sul carico caratteristico della neve. Si noti che né l'EC 1-3 specifica il calcolo del carico di neve per questi ultimi casi
- L'altitudine a cui si trova la costruzione deve essere inferiore a 1500 m.
- L'impatto della neve quando cade sul tetto più alto non viene considerato; Il carico della neve è sempre classificato come azione statica.
- Il carico del ghiaccio non è considerato.
- Il carico laterale della neve non viene considerato.
- Cumuli eccezionali della neve secondo l'allegato B non sono considerati.
- Non si considerano carichi eccezionali di neve.
- Si consiglia di prevenire lo scivolamento della neve dal tetto, perchè non considerato.
- L'accumulo di neve locale nelle vicinanze di opere di costruzione più alte e le piccole proiezioni sul tetto sono prese in considerazione.
- Non si considera la neve che sovrasta il bordo del tetto.
- Il carico della neve sulle guardie neve non è considerato.
- Si considera la neve che sporge dal bordo del tetto.
- Il carico neve non viene considerato sulle protezioni da neve.
- Il programma può generare il carico neve corrispondente a qualsiasi periodo di titorno arbitrario.



EC Tedesco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard alle estensioni / modifiche elencate di seguito.
- La metodologia descritta al 5.3.4 per i tetti multi-campata non è implementata, perché porta alla generazione di carichi ambigui in modelli 3D.
- Viene preso in considerazione il carico di neve eccezionale con la stessa distribuzione.



Normativa NTC

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.



EC Olandese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard alle estensioni / modifiche elencate di seguito.
- Non esistono altitudini superiori a 1500 m nei Paesi Bassi, quindi il limite di altitudine non è applicabile



EC Ungherese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.



EC Belga

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard alle estensioni / modifiche elencate di seguito.
- In Belgio non si possono trovare altitudini superiori ai 1500 m, quindi il limite di altitudine non è applicabile.

 EC Rumeno	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.
 EC Repubblica Ceca	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.
 EC Slovacco	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard. • Viene preso in considerazione il carico di neve eccezionale con la stessa distribuzione
 EC Polacco	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.
 EC Danese	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard.
 EC Austriaco	• Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard alle estensioni / modifiche elencate di seguito. • L'effetto dei pannelli solari secondo l'allegato B in EC 1-3 NA non è considerato. • Si suppone che l'area di influenza per il carico della neve sia superiore a 10 m2. Per gli elementi strutturali influenzati dalla neve da aree più piccole, vedere 9.2.1.1 in EC 1-3 NA e utilizzare un valore aumentato di s_k per l'analisi. • Per le larghezze del tetto b ≥ 50 m, si applica un coefficiente di aumento del carico cA in conformità a EC 1-3 NA. • L'effetto delle gronde corte (h <0,5 m) di cui al punto 9.2.1.3 in EC 1-3 NA non viene considerato automaticamente. Questo effetto può essere considerato da un modello adeguatamente esteso che include la superficie del suolo attorno alla costruzione come estensione del tetto. • L'effetto del bacino (come per 9.2.5.4 in EC 1-3 NA) non è considerato.
 EC Finlandese	• Poichè il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, I limiti ivi indicati valgono anche per questo standard.
 EC Norvegese	• Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, le limitazioni presenti sono valide anche per questa norma. • Il valore caratteristico del carico di neve viene calcolato secondo NA 4.1 anche per altitudini superiori a 1500 m. • Il carico di neve eccezionale non viene preso in considerazione.
 EC Grecia	• Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti presentati lì si applicano anche a questa norma. • Il valore caratteristico del carico di neve è calcolato secondo NA 4.1.
 EC Portoghese	• Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa norma. • Il valore caratteristico del carico da neve è calcolato secondo la norma NA 4.1. • Il carico di neve eccezionale viene preso in considerazione con la stessa distribuzione, ma questo tipo di carico di neve è disattivato per impostazione predefinita (vedere il menu *Impostazioni/Normativa* nella scheda Carichi). • Il valore predefinito di C_{esl} é 2.50.
 EC Spagnolo	• Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa norma. • Il valore caratteristico del carico da neve è calcolato secondo la norma NA 4.1.
 EC Britannico	• Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa norma. • I valore caratteristico del carico di neve è calcolato in base alla norma NA.2.8. • Il carico di neve eccezionale con la stessa distribuzione viene preso in considerazione, ma questo tipo di carico di neve è disattivato per impostazione predefinita (vedere il menu Impostazioni/finestra Codici di progettazione nella scheda Carichi). • I cumuli di neve eccezionali non vengono considerati.



Svizzera

- L'algoritmo genera carichi di neve sui tetti della costruzione. Non è consigliato per la generazione dei carichi di neve su altri tipi di strutture, come ponti.
- L'algoritmo è applicabile a diverse geometrie del tetto. Per calcolare l'effetto della neve sui pannelli dei tetti adiacenti al colmo o al displuvio, si tiene conto dell'incremento delle sporgenze e del displuvio sull'accumulo della neve. Non tiene conto dell'effetto dell'accumulo locale della neve sui pannelli di tetto distanti (cioè non adiacenti), pertanto non è raccomandato per geometrie complesse del tetto, in cui si prevede che tale effetto influisca notevolmente sul carico caratteristico della neve. Si noti che né SIA261 specifica il calcolo del carico di neve per questi ultimi casi
- L'altitudine dell'edificio deve essere inferiore a 2000 m.
- Non si considerano carichi di neve eccezionali.
- Si consiglia di prevenire lo scivolamento della neve dal tetto, perchè non considerato.
- L'accumulo di neve locale nelle vicinanze di opere di costruzione più alte e le piccole proiezioni sul tetto sono presi in considerazione.
- Non si considera la neve che sovrasta il bordo del tetto.
- Il software può considerare l'effetto dei parapetti.
- Secondo le impostazioni, il programma calcola i carichi di neve aumentati per i grandi tetti a bassa pendenza. Se è selezionata l'opzione Basato sulla dimensione massima, la dimensione di riferimento deve essere data dall'utente. In questo caso, il carico di neve maggiorato viene considerato su ogni pannello di carico. Se viene selezionata l'opzione Per pannelli di carico contigui, il software analizza le dimensioni e la geometria dei gruppi di pannelli di carico. L'aumento del carico di neve viene considerato separatamente in base alla geometria dei gruppi di pannelli di carico. Questa opzione funziona solo per i gruppi di carico che hanno forma rettangolare o circolare.

Dettagli di calcolo

La logica del calcolo del carico della neve è spiegata di seguito per ogni normativa del programma



Eurocodice

generale

- I valori raccomandati sono stati assunti per tutti i coefficienti se non diversamente definiti dall'utente. Non è stata assunta nessuna delle raccomandazioni negli Allegati Nazionali.
- I fattori per il valore di combinazione, il valore frequente e il valore quasi permanente del carico della neve sono definiti secondo la tabella 4.1 delle EC 1-3.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno deve essere specificato dall'utente.
- Il carico della neve sul tetto viene calcolato utilizzando Eq. (5.1) nella EC 1-3.
- Il coefficiente di esposizione è basato sulla topografia selezionata dall'utente. I valori di Ce corrispondenti a ciascun tipo di topografia sono tratti dalla tabella 5.1 in EC 1-3.
- Il coefficiente termico è preso di default come 1.0 e deve essere modificato dall'utente se l'applicazione di un diverso valore è giustificata.
- Il coefficiente di forma del carico di neve per i tetti composti da pannelli piani è calcolato secondo la sezione 5.3.1 - 5.3.4 in EC 1-3.
- I coefficienti di forma del carico della neve per il caso di carico non attivo sono basati su μ1 nella Tabella 5.2 in EC 1-3. Ogni pannello ha un proprio valore μ1 che viene calcolato utilizzando il pendio del pannello.
- I coefficienti di forma del carico di neve per il caso di carico corrente sono basati su μ2 nella Tabella 5.2. I coefficienti μ2 per i displuvi sono calcolati come da Figura 5.4 in EC 1-3 utilizzando i pendii dei pannelli di tetto di collegamento nella direzione del vento del dato caso di carico della neve corrente. (Ad esempio: un displuvio orizzontale nella direzione X non produce alcun accumulo di neve quando il vento soffia nella direzione X poiché le falde dei pannelli di collegamento del tetto nella direzione X sono 0 °.) Quando non ci sono displuvi sul tetto, vengono considerati gli schemi di carico corrente nella Figura 5.3 in EC 1-3. L'intensità ridotta della neve è sempre assunta sul lato-vento coperto dal tetto.
- I coefficienti di forma del carico di neve per i tetti cilindrici sono calcolati secondo 5.3.5. In EC 1-3. Per ottenere una precisione sufficiente nella forma

di carico, si raccomanda di approssimare il tetto cilindrico con almeno 20 segmenti planari.
- L'effetto di opere di costruzione più alte e di ostacoli sul tetto sono considerati come per 5.3.6 e 6.2 in EC 1-3. La loro influenza è presa in considerazione solo nei casi di carico corrente. Si assume che la neve sia trasportata solo se la parete o l'ostacolo non sono paralleli alla direzione del vento.
- Il carico di neve che sporge dal bordo del tetto è considerato come indicato al punto 6.3 della norma EC 1-3.
- Il carico neve corrispondente ad un periodo di ritorno definito dall' utente è calcolato secondo la procedura di cui all' allegato D della CE 1-3.



EC Tedesco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico neve sul terreno viene calcolato automaticamente in base alla 4.1 (1) in EC 1-3 NA in funzione dell'altitudine specificata dall'utente.
- Viene generato il carico eccezionale della neve. Il coefficiente eccezionale di carico della neve è assunto di default pari a 2.0, ma deve essere sovrascritto dal valore appropriato da parte dell'utente per la Germania settentrionale come per 4.3 in EC 1-3 NA.
- L'effetto delle opere di costruzione più alte è calcolato come per 5.3.6 in EC 1-3 NA.



Italiana NTC

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno viene calcolato automaticamente in base alla 4.1 (1) in EC 1-3 NA in funzione dell'altitudine specificata dall'utente.
- Il valore del coefficiente di esposizione è basato su 5.2 (7) in EC 1-3 NA.



EC Olandese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno è considerato come 0,7 kN / m2 come da 4.1 (1) in EC 1-3 NA.
- I fattori per il valore combinato, il valore frequente e il valore quasi permanente del carico della neve sono considerati come 0, 0,2 e 0 rispettivamente come per 4.2 (1) in EC 1-3 NA.



EC Belga

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno viene calcolato automaticamente in base alla 4.1 (1) in EC 1-3 NA in funzione dell'altitudine specificata dall'utente.
- I fattori di combinazione per le combinazioni di carico frequenti e quasi permanenti si basano su EC 1-3 NA 4.2 (1).
- I coefficienti di esposizione e di temperatura sono considerati come 1,0 secondo le norme CE 1-3 NA 5.2 (7) e (8).
- Nel calcolo dell'effetto delle opere di costruzione più alte, il limite superiore di μw e' 2.0 as per EC 1-3 NA 5.3.6 (1).
- L'effetto della neve che sovrastano il tetto non è considerato (EC 1-3 NA 6.3).



EC Ungherese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno viene automaticamente calcolato sulla base di NA1.6 in EC 1-3 NA utilizzando l'altitudine specificata dall'utente.
- Viene generato un carico eccezionale di neve. Il coefficiente eccezionale di carico della neve è di 2,0 viene utilizzato come per NA1.8 in EC 1-3 NA.



EC Rumeno

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico della neve sul terreno è calcolato automaticamente sulla base del 3.1 in CR 1-3 utilizzando il valore di base s_k e l'altitudine specificata dall'utente.
- Il carico della neve sul tetto viene calcolato utilizzando Eq. (4.1) in CR 1-3.
- Il fattore di importanza è selezionato dall'utente; L'elenco dei valori consigliati si basa sulla tabella 4.2 in CR 1-3.
- I fattori per il valore di combinazione, il valore frequente e il valore quasi permanente del carico della neve sono considerati come 0,7, 0,5 e 0,4, rispettivamente per la Tabella 4.4 in CR 1-3.



EC Repubblica Ceca

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno è basato sulla mappa citata in 2.7 in EC 1-3 NA (www.snehovamapa.cz)
- I coefficienti di forma del carico di neve per tetti cilindrici sono calcolati secondo 2.19 e Figura NA.1 in EC 1-3 NA
- L'effetto delle opere di costruzione più alte viene preso in considerazione come da 2.20 in EC 1-3 NA con l'ipotesi seguente: b1, s = 0.5b1.



EC Polacco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico neve sul terreno è calcolato automaticamente sulla base di 1.7, Figura 1 e Tabella 1 in EC 1-3 NA utilizzando la zona e l'altitudine specificati dall'utente.



EC Danese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno è considerato come 1,0 kN / m2 secondo 4.1 (1) NOTA 1 in EC 1-3 NA.
- I coefficienti di esposizione del carico di neve predefinito si basano sull'ipotesi di Cs = 1.0 come per 5.2 (7) in EC 1-3 NA. Quando è necessario applicare un coefficiente di dimensione diverso, l'utente calcola il coefficiente di esposizione risultante e lo definisce come predefinito.
- Non viene considerata la disposizione supplementare del carico di neve in 5.3.3 (4) in EC 1-3 NA.
- I coefficienti di forma del carico di neve per i tetti cilindrici sono calcolati secondo 5.3.5. (3) in EC 1-3 NA
- L'effetto delle opere di costruzione più alte è preso in considerazione come al punto 5.3.6 in EC 1-3 NA con le seguenti ipotesi: (i) la pensilina è globale; (ii) bsl = 0,5b1; (iii) la pensilina si trova sul lato sottovento.



EC Austriaco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocode generale, la procedura presentata viene applicata a questo standard con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve deve essere specificato dall'utente.
- I coefficienti di forma del carico di neve per i tetti multipli sono calcolati come per 9.2.3 in EC 1-3 NA.
- I coefficienti di forma del carico di neve per i tetti voltati sono calcolati come da 9.2.4.3 in EC 1-3 NA.
- Le modifiche per calcolare l'effetto delle opere di costruzione più alte in 9.2.5.1 in EC 1-3 NA sono presi in considerazione.



EC Finlandese

- Poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, la procedura qui presentata è applicata anche per questa norma con le modifiche/estensioni elencate di seguito
- Il valore caratteristico del carico di neve sul terreno deve essere specificato dall' utente sulla base della mappa nella figura 4.1 in EC 1-3 NA.

- I coefficienti di esposizione si basano sulla tabella 5.1 della EC 1-3 NA.
- La disposizione del carico neve dei tetti cilindrici è calcolata come da EC 1-3. La disposizione di carico unica introdotta nella figura 5.6 della EC 1-3 NA non è applicata. Questo potrebbe portare a errori considerevoli per tetti cilindrici con altezza ridotta.
- Si tiene conto delle modifiche per il calcolo dell' effetto delle opere di costruzione più alte di cui al punto 5.3.6 (1) nella CE 1-3 NA. Si ipotizza che la superficie del tetto superi i 6 m^2.



EC Norvegese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è applicata anche a questa norma con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La disposizione del carico derivato per i tetti cilindrici è calcolata secondo NA 5.3.5, ma il caso di carico speciale per i carichi di neve locali lungo la gronda non è generato.
- Il calcolo del carico di neve dei tetti adiacenti e vicini alle costruzioni più alte non considera il caso II della NA 5.3.6(1).



EC Portoghese

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata si applica anche a questa normativa con le modifiche/estensioni elencate di seguito..
- l valore caratteristico del carico di neve al suolo viene calcolato automaticamente in base a NA-4.1(1) utilizzando la zona specificata dall'utente.
- Il carico di neve eccezionale può essere considerato, ma lo smottamento di neve eccezionale non è disponibile nel programma.
- Il valore predefinito del fattore C_{esl} è 2.50.



EC Spagnolo

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata si applica anche a questa normativa con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- Il valore caratteristico del carico di neve al suolo viene calcolato automaticamente in base alla tabella AN.1.



EC Britannico

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata viene applicata anche a questo standard con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- È possibile considerare un carico di neve eccezionale, ma il programma non prevede una deriva di neve eccezionale.
- Il valore predefinito del fattore C_{esl} è 2.00.
- l modulo non può prendere in considerazione la disposizione del carico di neve trascinata per i tetti cilindrici secondo la norma NA.2.21; vengono applicate le regole generali dell'Eurocodice.



Svizzera

- I valori consigliati sono assunti per tutti i coefficienti se non diversamente specificato dall'utente.
- Il valore caratteristico del carico della neve sul suolo viene calcolato automaticamente in base all'altezza di riferimento. L'altezza di riferimento (altitudine) deve essere specificata dall'utente in base alla mappa dell'allegato D.
- Il carico della neve sul tetto viene calcolato utilizzando Eq. (9) in SIA261.
- Il coefficiente di esposizione è basato sulla topografia selezionata dall'utente. I valori di Ce corrispondenti a ciascun tipo di topografia sono presi da 5.2.4 in SIA261.
- Il coefficiente termico è preso come 1.0 di default e sarà modificato dall'utente se l'applicazione di un diverso valore è giustificata.
- Il coefficiente di forma del carico di neve per i tetti è calcolato secondo la sezione 5.3 e le figure 2 e 3 in SIA261. Ogni pannello ha il proprio valore μ che viene calcolato utilizzando l'inclinazione del pannello.
- I coefficienti μ2 per i displuvi sono calcolati secondo la seconda colonna della Figura 3 in SIA261 utilizzando i pendii dei pannelli di tetto di collegamento nella direzione del vento del dato caso di carico della neve corrente. (Ad esempio, un foro nella direzione X non provoca alcuna accumulazione di neve quando il vento soffia nella direzione X se le pendenze dei pannelli del tetto

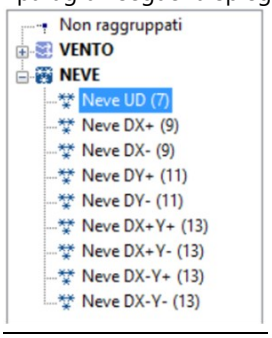
di collegamento nella direzione X sono 0 °.) Quando non ci sono displuvi su un tetto, sono considerati i dispositivi di carico correnti nella prima colonna della Figura 3 in SIA261. L'intensità ridotta della neve è sempre presa sul lato-vento coperto dal tetto.

- I coefficienti di forma del carico di neve per i tetti cilindrici sono calcolati secondo la terza colonna della Figura 3 in SIA261. Per ottenere una precisione sufficiente nella forma di carico, si raccomanda di approssimare il tetto cilindrico con almeno 20 segmenti planari.
- L'effetto delle opere di costruzione più alte e degli ostacoli sul tetto sono considerati come da 5.3.6 in SIA261, tenendo conto dei valori consigliati per il peso della neve nel punto 5.4.1 di SIA261. La loro influenza è presa in considerazione solo nei casi di carico correnti. Si assume che la neve sia corrente solo se la parete o l'ostacolo non sono paralleli alla direzione del vento.
- L'aumento del carico di neve è calcolato per i grandi tetti a bassa pendenza secondo 5.3.5 della SIA261.
- Gli effetti della neve sovrastante sono presi in considerazione secondo la EC 1-3 6.3.

Applicazione

I paragrafi seguenti spiegano l'utilizzo del modulo generatore automatico del carico neve.





Per applicare i carichi di neve secondo l'Eurocodice cliccare prima sul pulsante Casi di carico / Gruppi di carico e definire un caso di carico di neve, cliccando sul pulsante caso di carico di neve. Il gruppo di carico neve verrà creato automaticamente. Un gruppo di carico neve eccezionale viene creato se il codice di progetto richiede la verifica neve eccezionale.

Nove casi di carico vengono creati all'interno del gruppo di carico di neve. Il primo è il caso undrifted e gli altri rappresentano casi alla deriva dove la neve si accumula in alcune regioni. Le direzioni del vento X+, X–, Y+, Y– e nelle direzioni 45°+*n**90° (dove *n* = 0, 1, 2, 3) sono inoltre prese in considerazione. Per maggiori dettagli e le convenzioni di denominazione
Vedi... *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

Per impostare i parametri di carico neve selezionare uno dei casi di carico neve, come il caso di carico corrente. Rende l'icona di carico di neve attivata nella scheda *Carichi*.

Se non sono stati creati pannelli carico disegnare i pannelli di carico secondo *4.10.12 Panelli di carico*

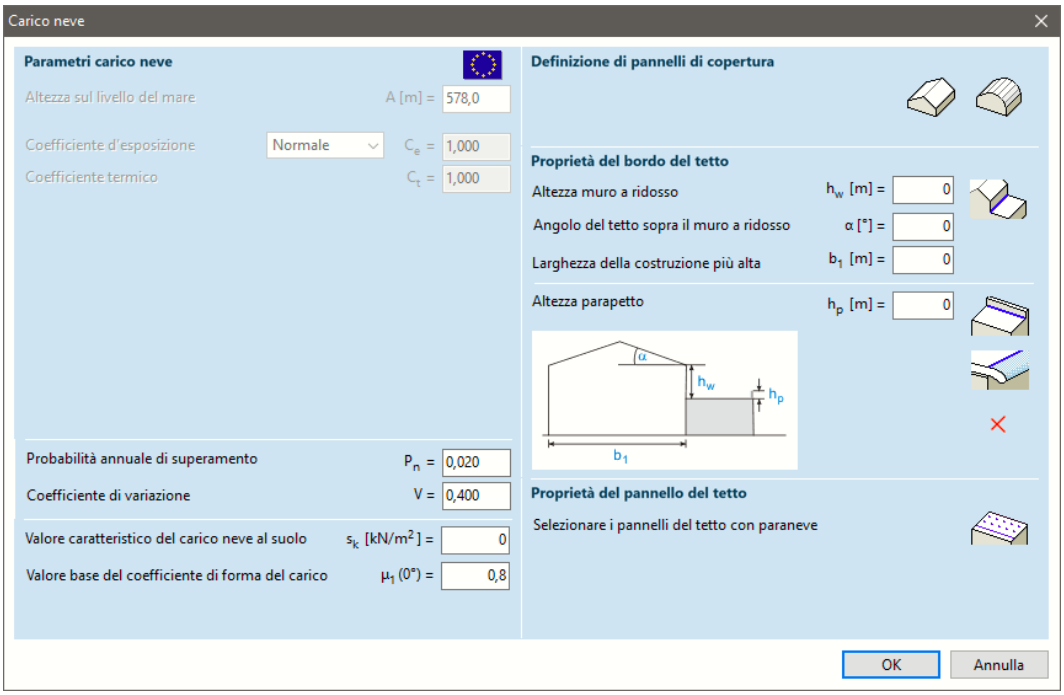
Carico di neve eccezionale

AXISVM considera anche il carico di neve eccezionale se l'allegato nazionale dell'Eurocodice richiede questa caratteristica. Il programma consente all'utente di trascurare il carico eccezionale di neve. Questo può essere impostato nella finestra di dialogo *Impostazioni/Codici* di progettazione nella scheda *Carichi* (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*). Nelle norme spagnole e britanniche, il carico di neve eccezionale è disattivato per impostazione predefinita.



Per inserire i parametri del carico neve fare clic sull'icona del carico neve sulla scheda *Carichi*.
La finestra di dialogo dei parametri permette di scegliere pannelli di carico del tetto spiovente (o piatto) della copertura o botte per i carichi di neve e l'impostazione dei parametri di carico.

Parametrii carico neve



È possibile assegnare due tipologie di tetto ai pannelli di carico. Fare clic sull'icona e selezionare i pannelli di carico appartenenti al tetto.

 *Tetto a falde (o piatto)*

 *Tetto a botte*

Parametri del carico di neve:

Altitudine sul livello del mare A[m]

Il coefficiente termico C_t può essere impostato su un valore diverso da 1,0 solo se il progettista ha eseguito i calcoli di trasmittanza termica per il tetto (la perdita di calore può causare la rottura). In questo caso il programma chiede conferma e utilizza il valore personalizzato.

Coefficiente di esposizione C_e

In caso di circostanze particolari, è possibile impostare un fattore di esposizione diverso da 1,0 a seconda della topografia (*ventosa, normale, riparata o altro*).

È inoltre possibile specificare un valore di C_e personalizzato. In questo caso, il programma chiede conferma e utilizza il valore personalizzato per calcolare l'intensità del carico di neve e di neve eccezionale.

Coefficiente termico

Il coefficiente termico Ct può essere impostato con un valore diverso da 1.0 solo se il progettista ha eseguito calcoli di trasmittanza termica per il tetto (la perdita di calore può provocare la fusione). In questo caso il programma chiede conferma quindi utilizza il valore personalizzato.

Coefficiente per carichi di neve eccezionali

Nei paesi nei quali il codice di progettazione richiede la verifica carico neve eccezionale l'intensità del carico eccezionale è calcolata moltiplicando l'intensità normale di Cesl. Valori personalizzati possono essere inseriti. In questo caso il programma chiede conferma poi utilizza il valore personalizzato.

Nei paesi dove non è richiesta tale verifica,Cesl è impostato a 1,0. Il carico neve eccezionale può essere creato in questo caso aumentando questo valore.

μ1 (0°) Coefficiente di forma del carico di neve

Il coefficiente di forma del carico di neve può essere impostato manualmente. Il valore predefinito è fornito dagli allegati nazionali. (Il fattore influisce solo sul carico di neve dei tetti piani e a una falda). Il fattore non può essere modificato nella norma britannica (la tabella NA.1 riporta un valore di 0,8).

Zona

Nei paesi dove la caratteristica di carico di neve dipende dalla posizione geografica, l'allegato nazionale divide il paese in zone. La zona selezionata influisce sulla caratteristica del carico neve.

Fattore d'importanza

Un fattore d'importanza può essere immesso a seconda della classificazione dell'edificio se richiesto dal codice di progettazione. I valori non standard possono essere inseriti con la conferma.

Probabilità annua di eccedenza e coefficiente di variazione

Dati necessari per calcolare il carico di neve per un periodo di ritorno definito dall' utente. I valori predefiniti corrispondono al periodo di ritorno standard di 50 anni.

Valore caratteristico del carico neve al suolo

AXISVM calcola i valori sk e sAd dai parametri di cui sopra. Questi possono essere sovrascritti con un'intensità personalizzata ma in questo caso la modifica dei parametri non influenzera' il valore.

AXISVM calcola i coefficienti di forma del carico neve per tetti a ridosso e vicino a costruzioni più alte o che hanno un parapetto che agisce come un ostacolo.
I parametri vengono memorizzati associati ai bordi in modo che bordi diversi dei tetti possono avere parametri differenti.

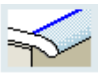
Proprietá dei bordi del tetto



Selezionare i bordi a ridosso della parete
Per definire i bordi del tetto dove si trovano le mura inserire i parametri h_w, α, b_1 e fare clic sul questa icona per selezionare le rispettive linee.



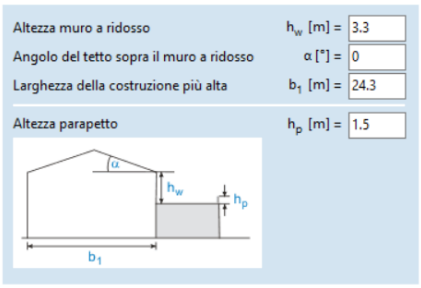
Selezionare i bordi parapetto
Per definire parapetti inserire il parametro h_p quindi fare clic sulla seconda icona per selezionare le linee.



Bordi del tetto con neve sovrastante.
Clicca sull'icona per selezionare i bordi del tetto con neve sovrastante.



Elimina
Le proprietà del bordo possono essere cancellate facendo clic sull'icona di elimina e selezionando i bordi.





Altezza della parete a ridosso [m]
h_w altezza della parete a ridosso rispetto al livello del tetto



Angolo del tetto sopra la parete a ridosso
α è l'angolo del tetto sopra la parete a ridosso. Esso determina la quantità di neve che cade dal tetto più alto .



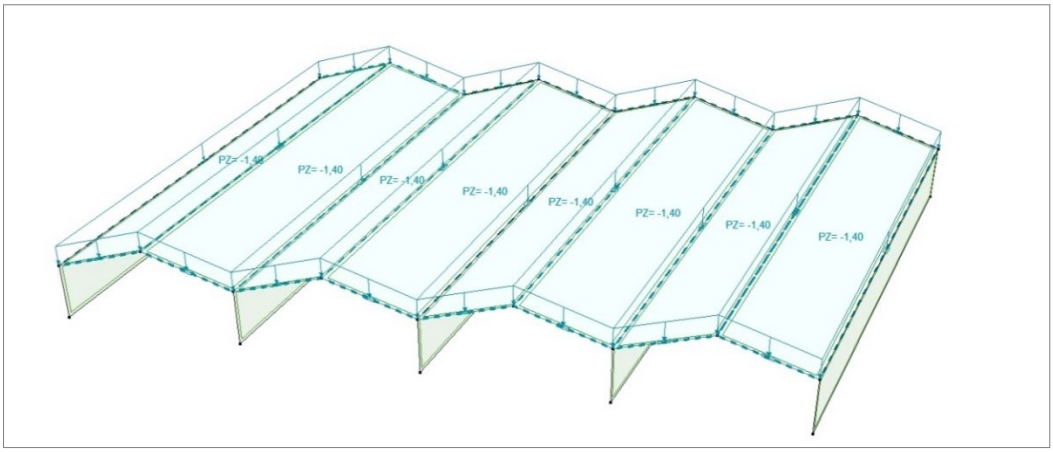
Larghezza della costruzione più alta
b_1 è la larghezza della costruzione più alta misurata perpendicolarmente alla parete



Altezza parapetto
h_p è l'altezza del parapetto o qualsiasi altro ostacolo rispetto al livello del tetto.



Selezionare i pannelli del tetto con paraneve
Fare clic sull'icona per selezionare i tetti su cui considerare i paraneve. (Non è possibile selezionare i tetti a botte).



4.10.14. Carico vento – modulo SWG

Le normative

Il carico del vento viene generato automaticamente dal programma secondo le indicazioni delle diverse normative nazionali e i loro relativi allegati. I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al punto *3.3.7 Codici di calcolo*

Ipotesi
Limiti di applicazione

L'applicabilità dell'algoritmo del programma è limitata dall'applicabilità delle specifiche delle norme alle quali si fa riferimento. Di seguito è riportato un elenco di tali limitazioni per ciascuna norma utilizzata all'interno del programma.



Eurocodice Generale

- L'algoritmo può determinare il carico del vento di piani rettangolari di edifici, piani rettangolari di tettoie, pareti libere e cartelli. Gli edifici sono strutture con uno spazio vuoto interno circondato da una linea chiusa di pareti e coperto da un tetto.
- I seguenti tipi di tetti vengono gestiti dall algoritmo per gli edifici: piatti, ad una falda, a due falde, fiancheggiato, a volta.
- I seguenti tipi di tetti a baldacchino sono gestiti dall'algoritmo: ad una falda a due falde.
- L'altezza e la larghezza dell'edificio non devono superare 200 m.
- L'effetto del vento globale è determinato per la struttura. Di conseguenza, i coefficienti di pressione sono calcolati con l'assunzione di almeno 10 m2 di superficie caricata per gli edifici. Il carico del vento delle tettoie e degli oggetti liberi si basa sui coefficienti di forza.
- L'influenza delle strutture e degli ostacoli vicini è presunta trascurabile.
- Nel calcolo dei coefficienti di pressione interna, si pensa che l'edificio non abbia un'apertura esterna dominante. La pressione interna viene calcolata solo per gli edifici.
- Il fatto strutturale cscd viene considerato 1.0 (i limiti di applicabilità corrispondenti vengono elencati in 6.2 (1) dell EC 1-4).
- l'influenza del ghiaccio e della neve sul carico vento è assunta come trascurabile



EC Tedesco

- poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- altezza dell'edificio < 300 m
- l'altitudine dell'edificio < 1100 m



Normativa NTC

- poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- l'altitudine dell'edificio < 1500 m



EC Olandese

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard



EC Ungherese

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard



EC Rumeno

- poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche / estensioni elencate di seguito.
- Altitudine di costruzione <1000 m (per edifici nel sud-ovest di Banat e in zone con altitudine superiore a 1000 m occorre particolare attenzione e la velocità di base del vento è specificata dall'utente)



EC Repubblica Ceca

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard



EC Slovacca

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard



EC Belga

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard



EC Polacco

- poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard

 EC Danese	• poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard
 EC Austriaco	• poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, i limiti presentati si applicano anche per questo standard
 EC Finlandese	• poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, anche per questo standard valgono i limiti ivi indicati
 EC Norvegese	• poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, le limitazioni presenti valgono anche per questa norma
 EC Grecia	• poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti presentati valgono anche per questa norma
 EC Portoghese	• poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa normativa
 EC Spagnolo	• poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa normativa
 EC Britannico	• poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, i limiti ivi presentati si applicano anche a questa norma.
 Svizzero	• l'algoritmo è applicabile solo agli edifici con un pianta rettangolare; uno spazio vuoto interno circondato da una linea chiusa di pareti e coperto da un tetto • altezza di costruzione <200 m • i coefficienti di pressione sono calcolati in base a EC 1-4; Sono coperti i tetti delle seguenti tipologie: piatte, mono falda, a due falde, a padiglione e voltato • gli effetti del vento sono calcolati per la struttura portante complessiva, quindi si presume una superficie caricata di almeno 10 m2 • l'influenza dell'attrito del vento è assunta in modo trascurabile • l'edificio è assunto per non avere una faccia dominante • l'influenza delle strutture e degli ostacoli vicini è presunta trascurabile

Dettagli di calcolo La logica di calcolo dell'effetto vento è descrita di seguito nell'ambito di ciascuna norma utilizzata dal programma.

 Eurocodice Generale

- I valori raccomandati sono stati assunti per tutti i coefficienti se non diversamente definiti dall'utente. Non è stata assunta nessuna delle raccomandazioni degli Allegati Nazionali.
- La velocità base del vento è calcolata secondo la Eq. (4.1) a 4.2 (2) dell' EC 1-4
- La rugosità del terreno è calcolata secondo la Eq. (4.4) a 4.3.2 (1) dell' EC 1-4
- L'orografia del terreno è presa in considerazione con il fattore orografico co, ma il calcolo di co deve essere eseguito dall'utente.
- La velocità media del vento è calcolata secondo la Eq. (4.3) a 4.3.1 (1) dell' EC 1-4
- L'intensità della turbolenza del vento è calcolata secondo Eq. (4.7) a 4,4 (1) dell' EC 1-4
- L'altezza di riferimento è calcolata secondo il 7.2.2 (1) in EC 1-4
- La pressione della velocità di picco è calcolata secondo Eq. (4.8) a 4.5 (1) dell' EC 1-4
- I coefficienti di pressione per le pareti vengono calcolati secondo la 7.2.2 (2) dell'EC 1-4. Come ipotesi conservativa, la mancanza di correlazione fra le pressioni del vento tra il lato di sopravento e sottovento non viene presa in considerazione.
- I coefficienti di pressione esterna per le coperture sono calcolati secondo 7.2.3 - 7.2.6 e 7.2.8 dell'EC 1-4.
- I coefficienti di pressione interna vengono calcolati in base ad un valore μ (determinato utilizzando l'Eq. (7.3) nell'EC 1-4 e definito dall'utente) utilizzando la fig. 7.13 in EC 1-4. Se l'utente decide di non specificare μ, vengono considerati due diversi casi con cpi = +0,2 e cpi = -0,3 secondo il 7.2.9 (6) NOTA 2 in EC 1-4.
- Gli effetti torsionali sono calcolati secondo 7.1.2 dell' EC 1-4.

- La pressione sul lato inferiore degli angoli di tetto sporgenti è considerata come da EC 1-4 a 7.2.1 utilizzando la pressione da pareti direttamente collegate.
- Il carico del vento delle tettoie è calcolato in base a EC 1-4 7.3. Il carico distribuito generato è compatibile con i coefficienti di pressione per le zone A, B, C, D e produce un carico di vento con la grandezza e la posizione definiti dal coefficiente di forza generale.
- Il carico del vento di pareti autoportanti è calcolato secondo EC 1-4 7.4.1-7.4.2.
- Il carico del vento delle strutture autoporanti è calcolato secondo EC 1-4 7.4.3.
- L'effetto dell'attrito del vento è determinato secondo EC 1-4 7.5.



EC Tedesco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità fondamentale del vento è basata sulla Fig. NA.A.1 in EC 1-4 NA. L'altitudine dell'edificio è presa in considerazione secondo A.2 a EC 1-4 NA.
- La velocità media del vento e l'intensità della turbolenza del vento sono calcolate secondo la tabella NA.B.2 in EC 1-4 NA
- La pressione della velocità di picco viene calcolata come per Equ. (NA.B.11) in NA.B.4.1 (4) in EC 1-4 NA
- I coefficienti di pressione per le pareti sono calcolati secondo la tabella NA.1 in EC 1-4 NA.
- I coefficienti di pressione per tetti piani sono modificati in conformità al punto 7.2.3 in EC 1-4 NA



Normativa NTC

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità del vento base è calcolata utilizzando i parametri della tabella N.A.1 in EC 1-4 NA.
- La rugosità del terreno è calcolata utilizzando 3.3.7 in NTC 2018.
- La distribuzione del carico del vento per pareti di edifici snelli non è variabile secondo la norma EC 1-4, ma uniforme secondo le norme di cui al punto 3.3 della NTC 2018.
- I coefficienti di pressione per le pareti si basano sulla tabella IV. Al punto 3.3 in NTC 2018.
- La geometria della zona di carico e i corrispondenti coefficienti di pressione per i tetti si riferiscono al punto 3.3 dell' NTC 2018.
- I coefficienti di pressione globale secondo NTC 2018 non sono presi in considerazione.
- Il calcolo automatico della pressione interna si riferisce al punto 3.3 in NTC 2018 e utilizza c_{pi} = ±0.2.



EC Olandese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento base è proposta in base alle zone della Figura NB.1 ei valori corrispondenti nella Tabella NB.1 in EC 1-4 NA.
- La rugosità del terreno è calcolata come per Equ. (4.5) e la tabella 4.1 in EC 1-4 NA
- I coefficienti di pressione per le pareti sono calcolati secondo la tabella 7.1 in EC 1-4 NA. La mancanza di correlazione tra le pressioni del vento tra il vento e la parte anteriore è sempre presa in considerazione moltiplicando le intensità di pressione con 0,85.
- I coefficienti di pressione esterna per i tetti sono calcolati secondo le tabelle 7.2, 7.3a, 7.3b, 7.4a, 7.4b e 7.5 in EC 1-4 NA.



EC Ungherese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di base del vento è considerata come 23.6 m/s^2 come per NA4.1 in EC 1-4 NA.
- Il valore consigliato di c_{dir} = 1,00 in NA4.2 in EC 1-4 NA è preso in considerazione.



EC Rumeno

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento base è calcolata usando Equ. (2.2) e Fig. 2.1 in CR 1-4.
- Il fattore di importanza è preso in considerazione nel calcolo dell'intensità della pressione del vento in base a Eq. (3.1) e (3.2) in CR 1-4.



EC Repubblica Ceca

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento fondamentale si basa sulla mappa del vento della Repubblica Ceca in Fig. NA.4.1 in EC 1-4 NA.



EC Slovacca

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento fondamentale è calcolata in base alla tabella EC 1-4 NA NB1.
- I coefficienti di pressione esterna per i tetti sono modificati in base a EC 1-4 NA 2.27-2.30.



EC Belga

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento fondamentale si basa sulla mappa del vento del Belgio in Fig. 4.3 in EC 1-4 NA.
- I coefficienti c_{dir} e c_{season} raccomandati in EC 1-4 NA possono essere presi in considerazione dall'utente, ma i valori predefiniti per entrambi i parametri sono 1.0.
- Il fattore di turbolenza k_I viene calcolato come per 4.4 in EC 1-4 NA.



EC Polacco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento base è calcolata come da tabella NA.1 in EC 1-4 NA.
- I coeficienti c_{dir} raccomandati nella tabella NA.2 in EC 1-4 NA possono essere presi in considerazione dall'utente, ma i valori predefiniti per il parametro sono 1.0.
- La rugosità del terreno viene calcolata in base all'opzione selezionata nella scheda Carichi della finestra di dialogo sui parametri del codice di progettazione (*3.3.7 Codici di calcolo*). Sono disponibili tre opzioni: (1) ce(z) viene calcolato in base alla Tabella NA.3, (2) in conformità al cr(z) della Tabella NA.3 e Iv(z) dell'Eurocodice di base, (3) ce(z) viene calcolato in base all'Eurocodice di base. Per impostazione predefinita, la rugosità del terreno viene calcolata con la prima opzione (1).



EC Danese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di vento fondamentale è pari a 24 m/s come da 4.2 (1) P NOTA 2 in EC 1-4 NA. Diversi valori (ad esempio per le aree inferiori a 25 km dal Mare del Nord) sono specificate dall'utente.
- I coefficienti cdir e cseason raccomandati in 4.2 (2) P in EC 1-4 NA possono essere presi in considerazione dall'utente. I valori predefiniti per entrambi i parametri sono 1.0.
- Il coefficiente di pressione per la zona I dei tetti piani è calcolato come da 7.2.3 (4) in EC 1-4 NA.



EC Austriaco

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è stata applicata per questa norma anche con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La pressione di velocità di base (q_b) deve essere specificata dall'utente in base all'allegato A del regolamento EC 1-4 NA.
- La pressione di velocità di picco viene calcolata come da tabella 1 in EC 1-4 NA
- Non vengono applicati gli approcci semplificati per i coefficienti di pressione in EC 1-4 NA. I coefficienti di pressione sono calcolati con approcci complessi più accurati in ogni momento.
- I coefficienti di pressione per le pareti sono calcolati secondo le tabelle 3, 4 e 5 in EC 1-4 NA.
- Le zone F e G non sono applicate sui tetti in conformità a EC 1-4 NA se la loro superficie totale non supera il 20% della superficie totale del tetto.



EC Finlandia

- Poiché il calcolo è basato sull' Eurocodice generale, la procedura qui presentata è applicata anche per questa norma con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità di base del vento in varie parti del paese si basa sul punto 4.2 (1)P nella CE 1-4 NA.
- Il valore univoco per kr in 4.3.2 (1) in EC 1-4 NA è preso in considerazione quando si calcola la rugosità del terreno.



EC Norvegese

- Poiché il calcolo è basato sull'Eurocodice generale, la procedura presentata è applicata anche a questa norma con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- Il valore fondamentale della velocità base del vento (v_{b0}) deve essere specificato dall'utente.
- La velocità base del vento è calcolata tenendo conto del fattore di altitudine (c_{alt}). l fattore di altitudine deve essere specificato dall'utente, il valore predefinito è 1.
- Il fattore di turbolenza (k_I) può essere impostato individualmente, il valore predefinito è 1. Il fattore di turbolenza è necessario per il calcolo dell'intensità di turbolenza $I_v(z)$.
- Nel calcolo del fattore di rugosità, il modulo prende in considerazione le specifiche per kr, z0, zmin specificate in EC 1-4 NA 4.3.2 (1).
- Nel caso di tetti a volta e cupole, vengono considerate le specifiche per le zone G e F della NA.7.2.8(1).
- I casi speciali descritti in NA.4.3.2(2) e NA.4.3.3 non possono essere gestiti nel modulo.



EC Portoghese

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata si applica anche a questa normativa con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità del vento di base per le zone specifiche di carico del vento del paese si basa sulla normativa EC 1-4 NA 4.2(1)P.
- Nel calcolo del fattore di rugosità, il modulo ha considerato le specifiche per z_0, z_{min} specificate in EC 1-4 NA 4.3.2 (1).



EC Spagnolo

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata si applica anche a questa normativa con le modifiche/estensioni elencate di seguito.
- La velocità del vento di base per le zone specifiche di carico del vento del paese si basa sulla normativa EC 1-4 NA 4.2(1)P.



EC Britannico

- Poiché il calcolo si basa sull'Eurocodice generale, la procedura ivi presentata viene applicata anche a questa norma con le modifiche/estensioni elencate di seguito.w.
- Il valore fondamentale della velocità di base del vento ($v_{b,0}$) è determinato dalle *coordinate OSGB* e dall'altitudine secondo la norma NA2.4.
- Il programma può prendere in considerazione quattro direzioni principali per il calcolo della pressione del vento.
- Nel caso di tetti a volta, il programma non può prendere in considerazione le pressioni locali nelle zone G, F e J come definito nella nota 3 della NA.2.29.



Svizzero

- I valori consigliati sono assunti per tutti i coefficienti se non diversamente specificato dall'utente.
- Il valore di base della pressione di velocità (q_{p0}) è determinato dall'utente in base all'appendice E di SIA 261
- La pressione di picco viene calcolata in base a Eq. (11) in 6.2.1.1 in SIA 261
- Il coefficiente di profilo del vento è calcolato in base a Eq. (12) in 6.2.1.2 in SIA 261 secondo i parametri della tabella 4 corrispondenti alla categoria di terreno selezionata dall'utente.
- La pressione del vento è calcolata come per Equ. (13) (esterno) ed equ. (14) (interno) nel 6.2.2.1 in SIA 261. I corrispondenti coefficienti di pressione non sono prelevati dall'appendice C, ma dalle tabelle 7.2.3 - 7.2.6 e 7.2.8 della tabella 1-4 per fornire una più generalmente applicabile soluzione che è anche in linea con la pratica svizzera di progettazione.

Utilizzo

I paragrafi seguenti spiegano l'utilizzo del modulo generatore automatico del carico del vento.





Per applicare i carichi del vento secondo l'Eurocodice cliccare sul pulsante casi di carico/ gruppi di carico e definire un caso di carico del vento cliccando sul pulsante caso di carico vento. Un gruppo di carico vento viene creato automaticamente. Come primo passo un caso temporaneo di carico del vento viene creato nel gruppo di carico di vento e il suo nome può essere definito. Dopo aver definito i pannelli di carico e l'impostazione dei parametri di carico vento il programma sostituisce il caso di carico temporaneo con i casi necessari di carico vento. Per i dettagli sulla convenzione di denominazione per i casi di carico del vento ***vedi ...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

I casi di carico vento vengono generati con un nome che codifica la situazione del carico.

I primi due caratteri dopo il nome del caso di carico temporaneo descrivono la direzione del vento (X +, X-, Y +, Y-). I prossimi uno o due caratteri indicano il tipo di azione del vento. P indica la pressione e S l'aspirazione. Per i tetti inclinati il codice di progettazione richiede di controllare tutte le combinazioni delle azioni del vento sui due lati del tetto. Così per i tetti inclinati vengono creati i casi di carico Pp, Ps, Sp e Ss. Qui il primo carattere si riferisce al lato spazzato dal vento, il secondo si riferisce al lato riparato. Per le azioni di torsione speciali T+ e T-vengono utilizzati in riferimento alle due direzioni diverse di torsione.

L'ultimo carattere si riferisce al tipo di azione interna. Se è O, le azioni del vento interne vengono ignorate, P sta per pressione interna, S sta per aspirazione interna. Questi casi di carico sono necessari se usiamo l'approssimazione descritta nel codice di disegno per i casi in cui non è disponibile nessun ulteriore informazione quindi deve essere utilizzato un valore positivo e uno negativo critico.

Se l'ultimo carattere è il caso di carico C questo viene creato da un valore μ definito dall'utente che dipende dalle aperture della struttura. Se si crea un caso di carico C per una data direzione non vengono richiesti P e casi di carico S.

I casi di carico non necessari non vengono creati.

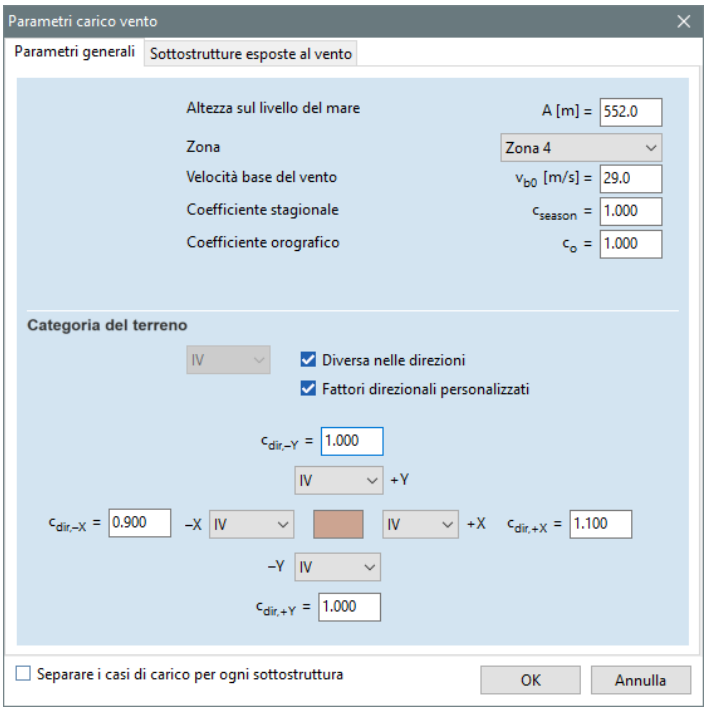


Per specificare i parametri del carico di vento selezionare un caso di carico vento. Esso attiva l'icona del carico vento sulla scheda Carichi. Se non sono stati creati pannelli di carico disegnarli per pareti e tetti secondo *4.10.12 Panelli di carico*. Cliccare sull'icona per visualizzare la finestra dei parametri del carico vento.

Parametri del carico del vento

La prima scheda della finestra di dialogo dei *parametri del carico vento* corrisponde ai parametri generali, mentre la seconda scheda viene utilizzata per definire parametri specifici della struttura.

Parametri generali



Possono essere specificati i seguenti parametri (alcuni parametri non sono richiesti da altri codici di progettazione)

Imposta i parametri e clicca Seleziona i pannelli di carico del muro e tetto per applicare i carichi.

Altitudine sopra il livello del mare A [m]
La quota è uno dei fattori che influenzano la velocità del vento di base.
Se v_{b0} dipende da *A*, v_{b0} è calcolato automaticamente.
Fattore d'importanza
Un fattore d'importanza può essere immesso a seconda della classificazione dell'edificio se richiesto dal codice di progettazione. I valori non standard possono essere inseriti con la conferma

Zona
Nei paesi dove la caratteristica di carico di neve dipende dalla posizione geografica, l'allegato nazionale divide il paese in zone. La zona selezionata influisce sulla caratteristica del carico neve.

Velocità base del vento
v_{b0} viene calcolato automaticamente dai parametri di cui sopra. Questo valore può essere sostituito con un valore personalizzato.

Fattore stagione c_{season} ($c_{stagione}$)
Il codice di progettazione puo consentire di ridurre l'azione del vento attraverso un fattore c_{season} per le strutture temporanee. Prende in considerazione il fatto che la velocità del vento calcolata non si verifichi durante la vita utile della struttura. Il valore effettivo viene lasciato al giudizio e responsabilità del progettista.

Fattore di altitudine c_{alt}
Il fattore può essere impostato solo nel caso del codice di progettazione norvegese, il valore predefinito è 1. Il parametro è considerato nel calcolo della velocità del vento di base. Il parametro deve essere impostato dalla guida dell'allegato nazionale.

Fattore di turbolenza k_I
Il fattore può essere impostato solo nel caso del codice di progettazione norvegese, il valore di default è 1. Il parametro è necessario per il calcolo dell'intensità di turbolenza Iv(z). Nel caso delle altre norme, il modulo considera i valori costanti specificati negli allegati nazionali.
Fattore orografico c_o
Il fattore c_o prende in considerazione l'effetto o orografia (colline, ecc) per le velocità del vento. Il codice di progettazione dà suggerimenti quando e come utilizzare questo fattore.

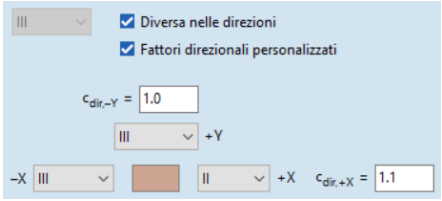
Fattore di struttura $c_s \cdot c_d$ (nella norma SIA $c_{red} \cdot c_d$)
Il valore predefinito del fattore è 1 e viene preso in considerazione nel calcolo dell'azione del vento..

Fattore di probabilità annuale di superamento p
Il fattore è disponibile per la norma Eurocodice; il valore predefinito è 0,02. Il fattore viene preso in considerazione nel calcolo della velocità di base del vento v_b .

Categoria del terreno
Seleziona una categoria dell terreno dall'elenco a discesa.

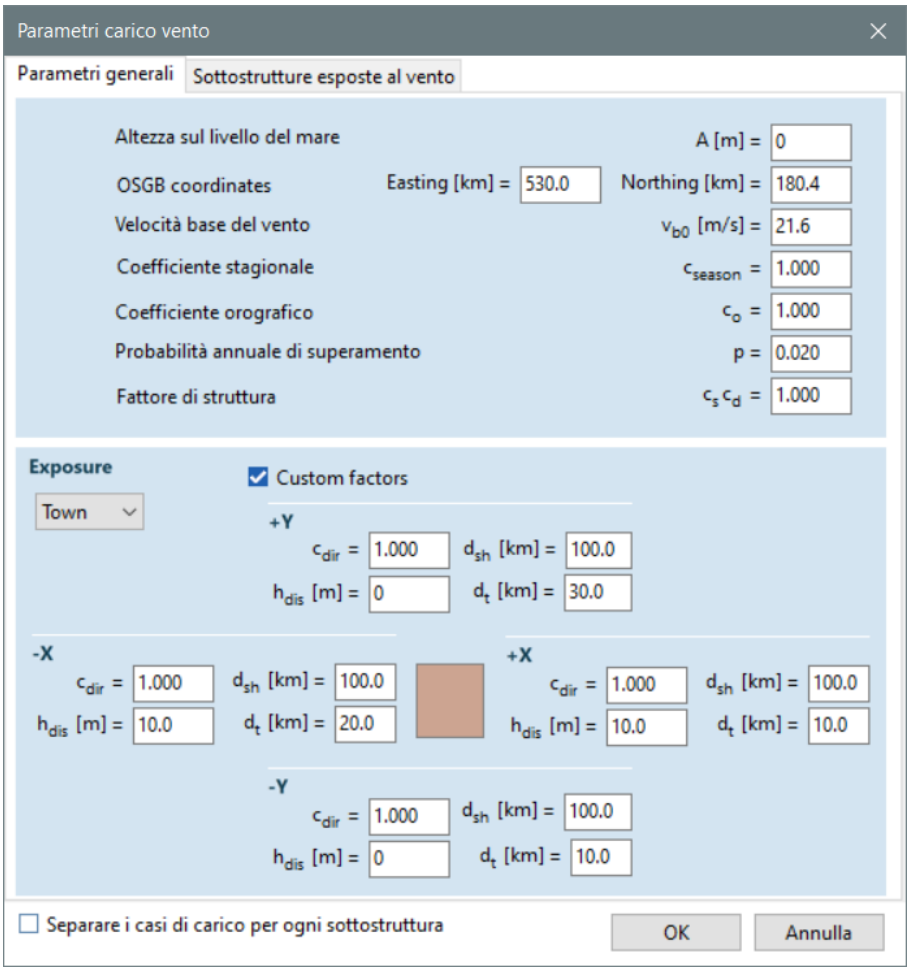
0	Mare, zona costiera esposta al mare aperto
I	Laghi o zona piana ed orizzontale con vegetazione trascurabile e senza ostacoli
II	Area con vegetazione bassa ad esempio erba e ostacoli isolati (alberi, edifici) con separazione di almeno 20 altezze d'ostacoli
III	Area con copertura regolare di vegetazione o edifici o ostacoli isolati con separazione massima di 20 altezze d'ostacoli (come villaggi, terreni suburbani, foresta permanente)
IV	Area in cui almeno il 15% della superficie è coperto da edifici con altezza media che supera i 15 m

Se i terreni sono diversi in direzione attivare la casella di controllo *Diversi in direzioni* e impostare le categorie del terreno per le diverse direzioni del vento.



Selezionando l'opzione *Fattori direzionali personalizzati*, vengono abilitati quattro fattori direzionali c_{dir} che tengono conto di una direzione dominante del vento sul sito, quindi la velocità del vento non è identica in tutte le direzioni.
Il fattore predefinito è 1,0 in tutte le direzioni

Parametri specifici dello standard britannico



Coordinate OSGB [km]
Coordinate Est e Nord nel sistema OSGB. Il software utilizza queste coordinate per determinare la velocità fondamentale del vento di base prima della correzione dell'altitudine.

Velocità base del vento v_{b0} [m/s]
La velocità di base del vento (vb,0) viene determinata automaticamente in base alle coordinate OSGB fornite e all'altitudine, come indicato in NA.2.4. Il valore può essere sovrascritto dall'utente. Il valore può essere sovrascritto dall'utente.

Esposizione

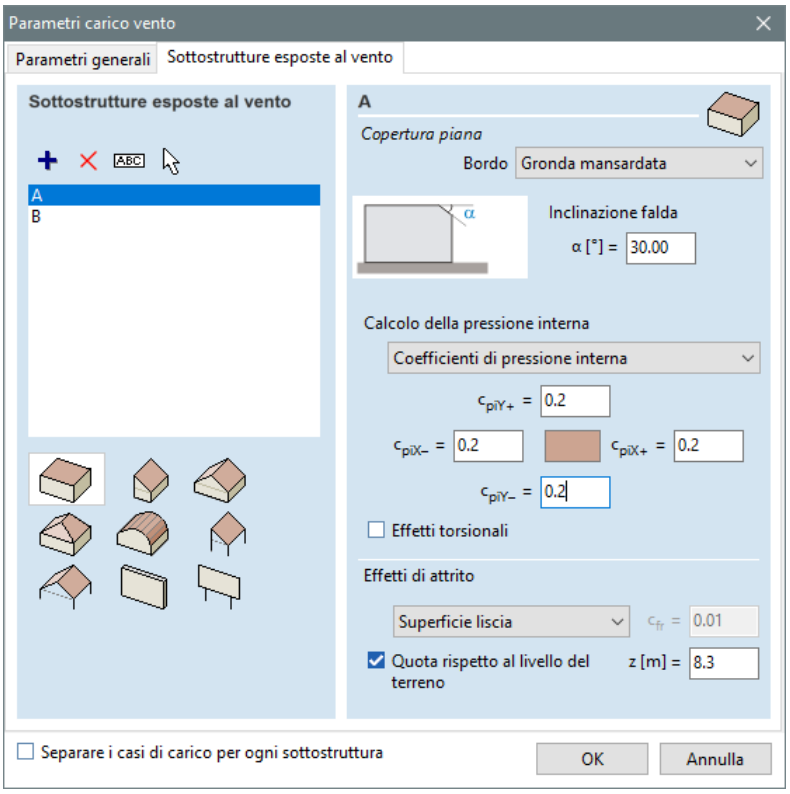
Categoria di terreno
Paese, città

Altezza di spostamento h_{dis} [m]
Il parametro dell'altezza di spostamento consente di tenere conto dell'effetto di riparo della densa urbanizzazione a monte.

Distanza dal mare d_{sh} [km]
Distanza dell'edificio dalla linea di costa in direzione del vento.

Distanza della città [km]
Distanza dell'edificio dal confine della città; è attivo solo per la categoria di terreno *"Città"*

Sottostrutture esposte al vento



Le sottostrutture rappresentate nella scheda vento permettono la definizione di parametri specifici della struttura.
Il programma può calcolare il carico del vento di diverse strutture indipendenti. E 'inoltre possibile modellare diverse parti della stessa struttura in modo indipendente come le sottostrutture.
Il programma può combinare i carichi del vento per tali sottostrutture in un carico di vento generale per tutta la struttura. Se non si desidera questa schematizzazione, creare i casi di carico in modo separato per ciascuna sottostruttura spuntando l'opzione nell'angolo in basso a sinistra.

Definire una nuova sottostruttura
Specificare innanzitutto il nome della sottostruttura, quindi selezionare i relativi pannelli di carico. L'elenco dei pannelli di carico corrispondenti viene visualizzato come tooltip quando il mouse si sposta sopra il nome.

Elimina sottostruttura
Elimina le sottostrutture selezionate.

Rinominare la sottostruttura
Rinomina le strutture sottostanti selezionate

Modificare una sottostruttura
Modifica le assegnazioni del pannello di carico della sottostruttura selezionata.

Edifici

Geometria del tetto
Selezionare l'icona che descrive la geometria del tetto che meglio descrive la struttura progettata. I tipi disponibili sono: tetto piano, a falda unica, doppia falda, a padiglione ed a botte.

 Tetto piano  A una falda  A doppia falda  Tetto a padiglione  Tetto a botte

Dopo aver selezionato la geometria del tetto, è possibile specificare i seguenti parametri.

Bordo del tetto per il tetto piano
Se in un tetto piano è definito il bordo del tetto ha un effetto significativo sulla intensità del carico del vento. Sono disponibili quattro opzioni: gronda tagliata (senza parametri), parapetto (inserire l'altezza parapetto), gronda rotonda (inserire il raggio di curvatura), gronda mansarda (inserire l'angolo del passo).

Effetto torsionale
L'Eurocodice richiede la verifica a torsione del vento per strutture sensibili alla torsione. Se questa opzione è attiva verranno creati casi di carico aggiuntivi per venti torsionali.

Calcolo della pressione interna
Sono disponibili due opzioni per determinare la pressione interna. Il primo è il metodo approssimativo. Si applicano la pressione critica e i carichi di aspirazione consigliati dal Eurocodice in casi di carico separati. La seconda opzione richiede l'inserimento del fattore μ relativo alla distribuzione delle aperture in direzioni diverse e di conseguenza calcola la pressione interna. Dove μ=0 il programma utilizza il metodo approssimativo in quella direzione.

Altezza rispetto al livello del terreno
Il punto più basso dei pannelli di carico selezionati per la generazione di carico del vento si presume che sia il livello del suolo. L'opzione del livello del terreno personalizzata consente all'utente di specificare il punto che rappresenta il livello del terreno. Questa opzione permette all'utente di effettuare analisi particolari come considerare il carico del vento per solo il tetto di un edificio.

L'attrito del vento
L'effetto dell'attrito vento viene considerato per ogni struttura di default. Il coefficiente di attrito corrispondente alla superficie della struttura deve essere selezionato dal menu a tendina. È inoltre possibile specificare un valore personalizzato per il coefficiente di attrito. Gli effetti di attrito del vento possono essere ignorati impostando $c_{fr} = 0$ come valore personalizzato.

Tettoie

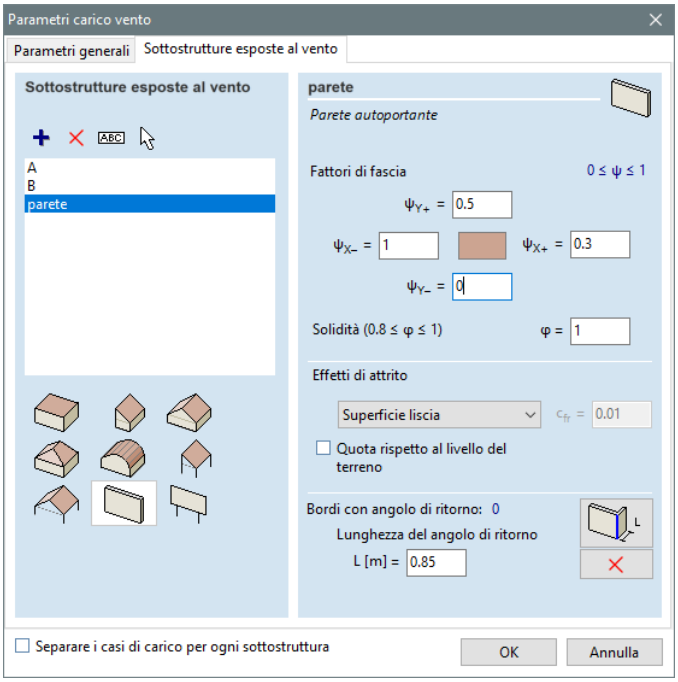
Geometria del tetto
Selezionare l'icona che descrive la geometria del tetto che meglio descrive la struttura progettata. I tipi disponibili sono: a falda unica e doppia falda.



A falda unica



Doppia falda



Dopo aver selezionato la geometria del tetto, è possibile specificare i seguenti parametri:

Fattori di blocco
Il fattore di blocco *p* descrive la quantità di ostacoli presenti sotto la tettoia che possono bloccare il flusso libero dell'aria nella direzione indicata. Il valore di 0.0 rappresenta una tettoia vuota, mentre il valore di 1.0 rappresenta il blocco completo nella direzione corrispondente. È possibile specificare un fattore di blocco per ciascuna delle quattro direzioni principali. Si noti che se il lato del vento di una tettoia è completamente bloccato da un ostacolo, è spesso opportuno considerare l'applicazione di più sottostrutture e un carico combinato del vento. Il lato completamente bloccato in quel caso può essere modellato come edificio.

Tettoie multi campata
Il carico del vento dei ponti mutli-campata deve essere modellato attraverso la combinazione del carico del vento su una serie di strutture. La posizione di ogni struttura nell'edificio multi-campata deve essere specificata (estremità finale, secondo segmento da un'estremità o da una qualsiasi delle altre zone) utilizzando le icone in basso a sinistra. Per ottenere un carico di vento generale per tutta la struttura, è importante ruotare i casi di carico separati per ogni sottostazione.

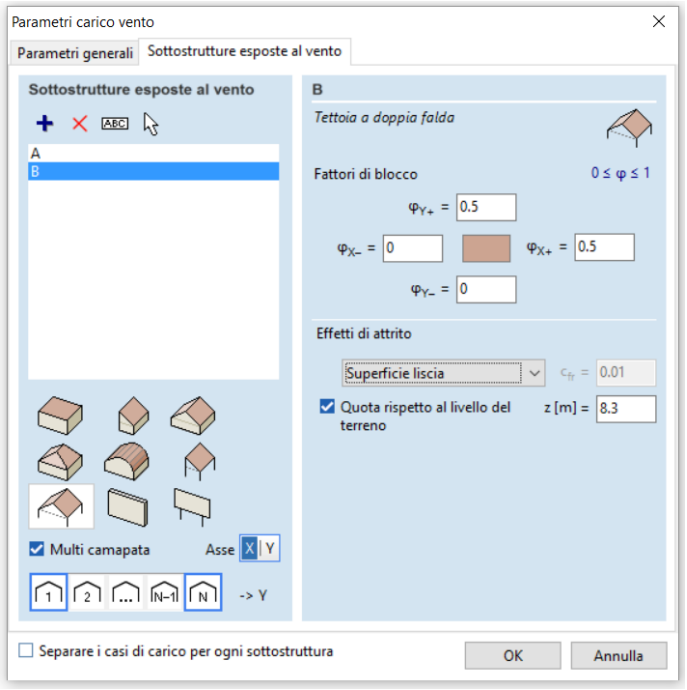
Altezza rispetto al livello del terreno
Se i pannelli di carico selezionati per descrivere la geometria del tetto della tettoia non comprendono elementi di parete (questo è lo scenario tipico), l'algoritmo del generatore di vento definirà il livello del terreno come il punto più basso del tetto per impostazione predefinita. Questo è un assunto errato nella maggior parte dei casi che può essere corretto specificando la quota del punto più basso del tetto dal livello del terreno.

Strutture autoportanti

Per la generazione automatica del carico del vento sono disponibili i seguenti tipi di strutture autoportanti:

 *Parete libera*

 *Insegne*



Dopo aver selezionato il tipo di struttura, è possibile specificare i seguenti parametri:

Parete libera

Fattori di protezione
I fattori di protezione considerano pareti o recinzioni aggiuntive che possono ridurre la pressione del vento agendo sulla parete modellata. È possibile specificare diversi fattori di protezione per le quattro direzioni principali.

Solidità
Il rapporto di solidità è proporzionale alla quantità di aperture sulla parete. 1.0 corrisponde a una parete solida. Le pareti con un rapporto di solidità inferiore a 0,8 sono calcolate come recinzioni e non rientrano nell'ambito dell'algoritmo di generazione del carico del vento
Altezza rispetto al livello del terreno
I cartelli che sono separati dal suolo per un'altezza inferiore ad un quarto della propria altezza devono essere modellati come pareti libere e la loro elevazione deve essere specificata qui.

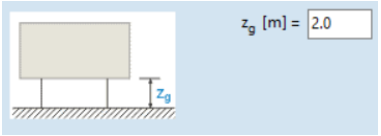


Bordi di spigolo
Il carico del vento di una parete di spigolo dipende dalla lunghezza dei lati di ciascuna estremità del muro. Specificare la lunghezza della parete di spigolo - dopo aver fatto clic sull'icona dello spigolo - viene selezionato il bordo della parete corrispondente. Solo la lunghezza della parete ha un effetto sul calcolo del carico del, la sua direzione no.
Rimuovi tutti gli angoli di psigolo facendo clic sul pulsante Elimina angoli di spigolo dai bordi:



Insegna

Il calcolo del carico del vento dei cartelli richiede solo l'altezza del bordo inferiore del cartello dal livello del terreno.



Dopo aver cliccato sul pulsante OK, i carichi di vento sono generati automaticamente per i pannelli di carico selezionati.

Dati carico vento

Dopo che sono stati generati i carichi del vento, tutti i dati riguardanti il loro calcolo sono disponibili nella Tabella a tendina sotto la voce *Carichi* / *Parametri carico vento* e *Parametri casi di carico vento*

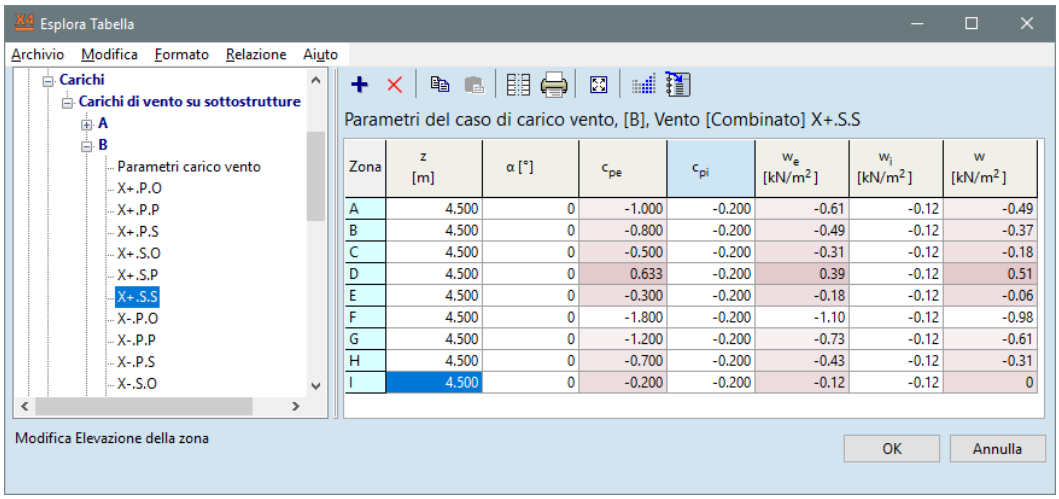
L'opzione *Parametri carico vento* riassume i valori che non sono specifici del caso di carico. Le impostazioni di default portano alla direzione indipendente del carico vento, e ai parametri identici in tutte e quattro le direzioni. Qualora l'utente specifichi la direzione dipendente dalle categorie del terreno e / o i fattori di direzione personalizzati, questi valori diventano diversi in ogni direzione.

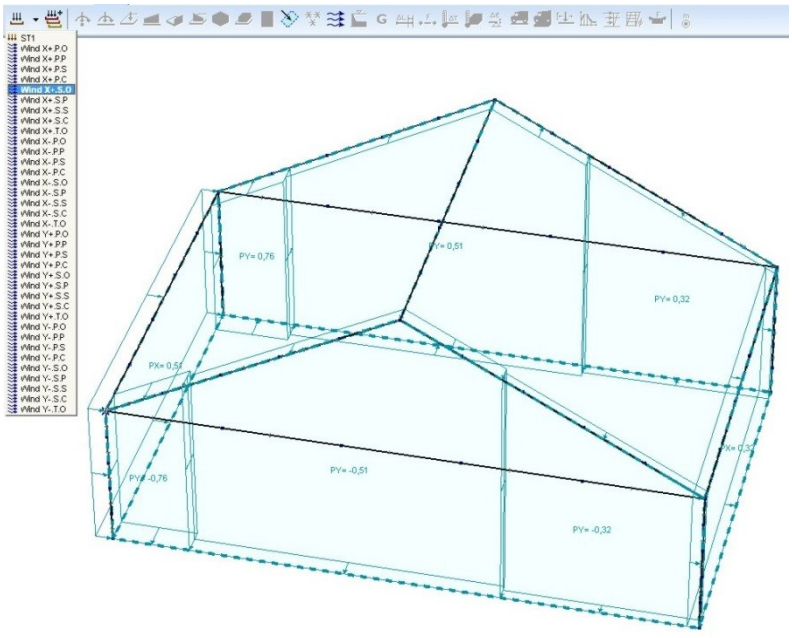
L'opzione *Parametri casi di carico vento* riassume i parametri specifici per ogni caso di carico vento. Questi parametri sono raggruppati per zone generate sui pannelli di carico selezionati.

Un numero dopo la lettera della zona indica che sul modello ci sono più di un dato tipo di zona nel caso di carico selezionato. Per gli edifici alti, le zone di parete (A-E) sono divise in due aree.

"1" corrisponde sempre verso il basso, "2" nella zona superiore per pareti. Le zone multiple del tetto dello stesso tipo sono disponibili per coperture (F) a una falda e (F-I) a due falde.

Le zone sopravento delle tettoie sono contrassegnate da "1" e le zone sottovento sono contrassegnate da "2". Le zone contrassegnate con "S" sono quelle in cui viene presa in considerazione l'effetto di protezione dato da pareti libere. La zona FR mostra l'effetto di attrito del vento per ogni tipo di struttura.





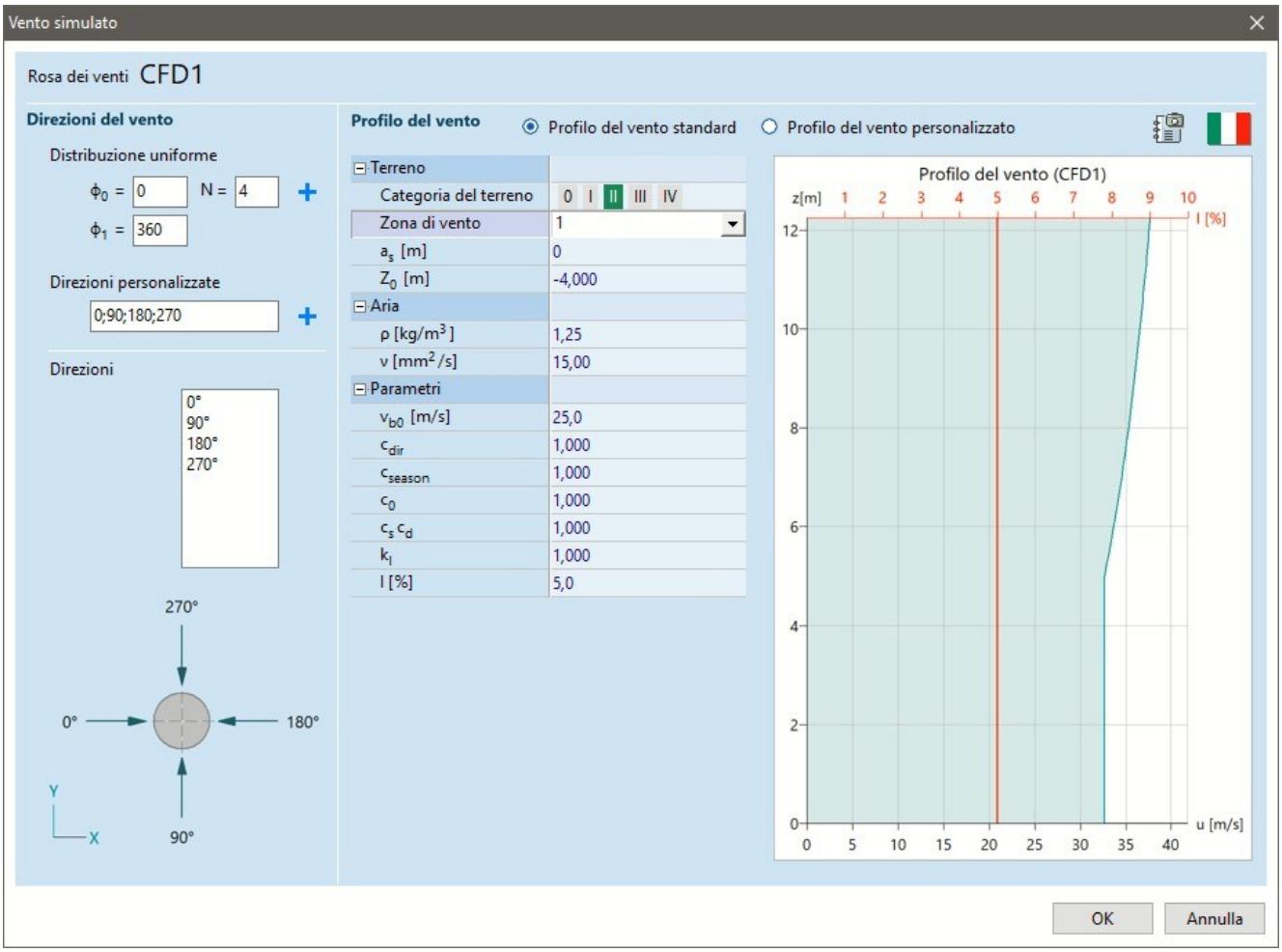
4.10.15. Vento simulato utilizzato nell'analisi della galleria del vento (modulo WIND)



L'analisi in galleria del vento colloca il modello in venti orizzontali che soffiano da diverse direzioni con una velocità che dipende dall'altezza sopra il livello del terreno e determina i carichi del vento mediante l'analisi fisica del flusso del vento.
I dettagli dell'analisi sono descritti al *4.11* e nella Guida WIND, ***vedere***... *3.8.2 Guide*.
La definizione dei carichi di vento simulati consente di specificare più direzioni del vento con lo stesso profilo e gli stessi parametri. Per ogni direzione del vento viene generato un caso di carico separato. L'insieme di questi casi è chiamato r*osa dei venti*. Facendo clic sul pulsante *Vento simulato usato nell'analisi della galleria del vento*, è possibile impostare le direzioni del vento, il profilo verticale del vento, il fattore strutturale e altri parametri per il terreno, l'aria e il carico del vento.
Il modulo WIND supporta profili di vento standard secondo l'Eurocodice 1991-1-4 e la SIA261.

Gli allegati nazionali utilizzati sono

EC Tedesco	EC 1991-1-4:2005 DIN EN 1991-1-4/NA Dicembre 2010
Normativa NTC	EC 1991-1-4:2005 UNI EN 1991-1-4/NA luglio 2007 NTC 2018
EC Olandese	EC 1991-1-4:2005 NEN EN 1991-1-4/NB Novembre 2007
EC Ungherese	EC 1991-1-4:2005 MSz EN 1991-1-4/NA Gennaio 2016
EC Rumeno	CR 1-1-4/2012 SR EN 1991-1-4
EC Slovacco	EC 1991-1-4:2005 CSN EN 1991-1-4/NA Luglio 2013
EC Polacco	EC 1991-1-4:2005 PN EN 1991-1-4/NA Ottobre 2008
EC Danese	EC 1991-1-4:2005 DS/EN 1991-1-4 DK NA Luglio 2015
EC Finlandese	EN 1991-1-4:2005 SFS-EN 1991-1-4/NA Novembre 2007
EC Norvegese	EN 1991-1-4:2005 SN-EN 1991-1-4/NA 2009
EC Greco	EN 1991-1-4:2005 ELOT EN 1991-1-4
EC Britannico	EN 1991-1-4:2010 BS EN 1991-1-4:2005+A1:2010
SIA Svizzera	SIA261:2020 Azioni sulle strutture portanti SIA261/1:2003 Specifiche aggiuntive



Direzioni del vento

Questo pannello serve a specificare le direzioni del vento della rosa dei venti nella vista dall'alto, cioè nel piano globale X-Y del modello. Il valore da inserire è l'angolo della direzione del vento in gradi rispetto all'asse X del sistema di coordinate globale.
Facendo clic sul pulsante + in Distribuzione uniforme verranno aggiunte N direzioni all'elenco delle direzioni distribuite in modo uniforme tra ϕ_0 e ϕ_1.
Con il pulsante + alla voce *Direzioni personalizzate* è possibile aggiungere uno o più angoli separati da punto e virgola. Tutti i valori degli angoli sono interpretati in gradi.
Per eliminare le voci dall'elenco delle direzioni, selezionare uno o più valori e premere il tasto Canc.
Le prove nella galleria del vento generano venti sull'ingresso in base alla direzione assegnata ai casi di carico. La velocità del vento non ha una componente Z e la sua velocità orizzontale segue un profilo verticale del vento in funzione dell'altitudine sopra il livello del terreno.

Profilo del vento

Un profilo del vento può essere definito sia come profilo parametrico secondo la normativa di progetto, sia come profilo del vento personalizzato. Alcuni parametri devono essere specificati indipendentemente dal tipo di profilo..

Terreno

Z_0 è il livello del terreno nel sistema di coordinate globale del modello. Ciò significa che solo la parte della struttura al di sopra del piano orizzontale a Z_0 viene inserita nella galleria del vento virtuale.

Aria

È necessario specificare due parametri dell'aria che scorre: la sua densità ρ e la sua viscosità cinematica ν. Il modulo WIND imposta i valori di default secondo l'Eurocodice: ρ = 1,25 kg/m^3, ν = 15 mm^2/s.

Normativa del profilo del vento

Il programma determina il profilo del vento in base alla *Categoria del terreno* e ad altri parametri richiesti dal codice di progettazione vigente e dall'allegato nazionale..

Categoria del terreno: descrive la rugosità del terreno sopravento alla struttura.
I [%],ntensità della turbolenza: descrive la deviazione standard della velocità del vento rispetto al valore medio

v_{b0}	Valore fondamentale della velocità di base del vento
c_{dir}	Fattore direzionale
c_{season}	Fattore di stagione
c_0	Fattore orografico
k_I	Fattore di turbolenza
$c_s c_d$	Fattore strtturale

	p	Probabilità di superamento
	☞	***Il fattore strutturale non compare direttamente nella simulazione aerodinamica. Il fattore strutturale viene utilizzato per modificare i carichi statici ottenuti dalla simulazione CFD.***

Il calcolo si basa sull'Eurocodice con i valori e le aggiunte specificati negli allegati nazionali.

Ungheria	*Categorie dei terreni*	0, I, II, III, IV
	v_{b0}	= 23.6 m/s in base a EC 1-4 NA 4.1.
	c_{dir}	= 1.0 come indicato in EC 1-4 NA 4.2.
	z_{max}	= 200 m, altezza massima dal suolo
Olanda	*Categorie dei terreni*	0, II, III
	Zone	Secondo l'EC 1-4 NA, esistono 3 zone di vento (I, II, III), che determinano il carico di vento di base e i parametri di distribuzione (*K, n*). Le zone di vento possono essere definite secondo l'EC 1-4 NA NB 1 Tabella 1 e mappa.
	z_{max}	=200 m, altezza massima dal suolo
Danimarca	*Categorie dei terreni*	0, I, II, III, IV
	v_{b0}	= 24 m/s in conformità con la norma CE 1-4 NA 4.2 (1)P NOTA 2. Il presente allegato indica che la velocità del vento deve essere aumentata nei 25 km di distanza dal Mare del Nord.
	c_{dir}, c_{season}	Possono essere modificati in base a EC 1-4 NA 4.2 (2) P, ma il loro valore di default è 1.
	z_{max}	=200 m, altezza massima dal suolo
Germania	*Categorie dei terreni*	I, II, III, IV, I/II, II/III (le ultime due sono transizioni tra le categorie di terreno I, II e II, III secondo NA.B.3.3)
	Zone	EC 1-4 NA NA La Fig. A.1 specifica 4 zone di vento che determinano il carico di vento di base
	H_s	Se l'altitudine sul livello del mare supera gli 800 metri, si applica un fattore di aumento. Il valore della velocità per una data pressione dinamica è calcolato dall'equazione NA.B.11. L'allegato nazionale tedesco specifica un profilo del vento basato sulla legge di potenza, in contrasto con il profilo del vento logaritmico utilizzato nelle altre normative.
Grecia	*Categorie dei terreni*	0, I, II, III, IV
	Zone	Az EC 1-4 NA La Fig. A.1 specifica 4 zone di vento che determinano il carico di vento di base
Italia	*Categorie dei terreni*	I, II, III, IV, V
	Zone	UNI EN 1991-1-4 NA Fig NA1. e la tabella specifica 9 zone di vento. le zone di vento determinano il carico di vento di base e i parametri tenendo conto dell'altitudine sul livello del mare.
	a_s	altitudine sul livello del mare
	z_{max}	=200 m, altezza massima dal suolo
Finlandia	*Categorie dei terreni*	0, I, II, III, IV
	v_{b0}	= 21 m/s in conformità a EC 1-4 NA 4.2 (1) P
	k_r	In riva al mare la CE 1-4 NA 4.3.2 (1) richiede un valore di 0,18
	z_{max}	=200 m, altezza massima dal suolo
Romania	*Categorie dei terreni*	0, I, II, III, IV
	Zone	La CR 1-4 Fig 2.1 e l'Eq. 2.2 specificano quattro zone di vento, con velocità di 18, 20, 22 e 24 m/s
	γ_{Iw}	Questo fattore viene utilizzato per modificare il carico del vento in base al fattore di importanza della struttura, vedi CR 1-4 Eq. 3.1. Questo fattore non compare direttamente nella simulazione aerodinamica. Viene utilizzato per modificare i carichi statici ottenuti dalla simulazione CFD.

z_{max} =200 m, altezza massima dal suolo

Slovacchia

Categorie dei terreni I, II, III, IV

Zone EC 1-4 NA La tabella NB1 specifica 4 zone di vento

z_{max} =200 m, altezza massima dal suolo

Polonia

Categorie dei terreni 0, I, II, III, IV

Zone EC 1-4 NA La tabella NA.1 specifica 3 zone di vento

A L'altitudine sul livello del mare influisce sulla velocità di base del vento

$c_e(z)$ La rugosità del terreno viene calcolata in base al parametro del codice di progettazione (*3.3.7 Codici di calcolo*) nella scheda "Carico". Sono disponibili tre opzioni: (1) $c_e(z)$ è calcolato in base alla Tabella NA.3, (2) in base a $c_r(z)$ della Tabella NA.3 e $I_v(z)$ dell'Eurocodice di base, (3) $c_e(z)$ è calcolato in base all'Eurocodice di base. Per impostazione predefinita, la rugosità del terreno viene calcolata con la prima opzione (1).

z_{max} =200, 300, 400, 500 m, altezza massima dal suolo, dipende dalla categoria del terreno

Gran Bretagna

Categorie di terreno Paese, Città

E, N Coordinate est e nord nel sistema OSGB. Il software utilizza queste coordinate per determinare la velocità di base del vento prima della correzione dell'altitudine.

A L'altitudine sul livello del mare. La velocità fondamentale del vento di base viene modificata dal fattore di altitudine in base a questo valore.

h_{dis} Altezza di spostamento.

d_{sh} Distanza dal mare.

d_t Distanza dalla città.

☞ ***Il software utilizza l'interpolazione lineare per la figura NA.1 e l'interpolazione logaritmica per le figure NA.3, NA.4, NA.5, NA.6, NA.7, NA.8.***

Svizzera

Categorie dei terreni II, IIa, III, IV

Rugosità La rugosità per le categorie di terreno viene calcolata secondo la norma SIA261 6.2.1.2 Eq. 12.

q_{p0} Il valore di riferimento della pressione dinamica secondo la norma SIA261 Appendice E

La velocità del vento è calcolata dalla pressione dinamica come

$$v = \sqrt{2q/\rho}$$

$c_{red}c_d$ È un fattore strutturale come nell'Eurocodice. Modifica i carichi del vento ottenuti dalla simulazione CFD

z_{max} =200 m, altezza massima dal suolo

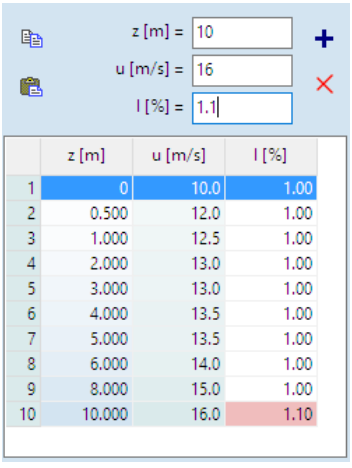
Il codice svizzero, come quello tedesco, utilizza un profilo del vento a principio di potenza.

Profilo del vento personalizzato

Un profilo del vento personalizzato richiede che vengano specificati la velocità del vento e l'intensità della turbolenza alle diverse altezze z.

Il pulsante + aggiunge al profilo del vento triplette di valori *z, u, I* I punti possono essere inseriti in qualsiasi ordine, la tabella li ordinerà automaticamente per *z* crescente.

Utilizzare il pulsante *Cancella* per eliminare le righe selezionate dalla tabella.



	z [m]	u [m/s]	I [%]
1	0	10.0	1.00
2	0.500	12.0	1.00
3	1.000	12.5	1.00
4	2.000	13.0	1.00
5	3.000	13.0	1.00
6	4.000	13.5	1.00
7	5.000	13.5	1.00
8	6.000	14.0	1.00
9	8.000	15.0	1.00
10	10.000	16.0	1.10

Copiare la tabella negli Appunti. Incollarla in Excel per ulteriori modifiche, ad esempio.

Copiare il contenuto degli Appunti nella tabella. I profili del vento calcolati in Excel possono essere importati in questo modo.

☞ ***Un profilo del vento personalizzato può portare a una soluzione divergente o lentamente convergente.***

4.10.16. Generazione del carico del vento da un file CFD (Computational Fluid Dynamics)

Interfaccia CFD



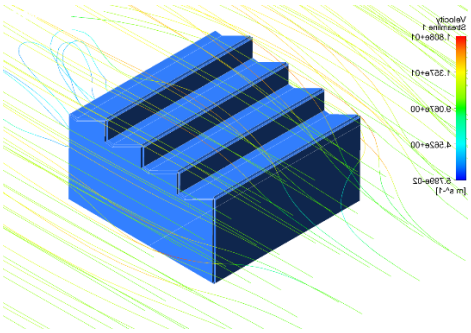
L'interfaccia CFD permette di applicare una distribuzione di pressione su domini o pannelli di carico. I codici di progettazione forniscono indicazioni sul calcolo dei coefficienti di pressione e sulla definizione del carico di vento solo per strutture con una forma geometrica semplice (*4.10.14 Carico vento – modulo SWG*.).
Nel caso di strutture più complesse o composte questi metodi non sono applicabili e i coefficienti di pressione devono essere determinati individualmente da una simulazione fluidodinamica (modellazione CFD) o da una prova in galleria del vento. L'interfaccia CFD aiuta a importare questi risultati in AXISVM.
CFD è un interfaccia generica per definire le pressioni causate da sostanze che scorrono.

Fasi per la generazione di carichi

Esportare il modello in un file STL

Un file STL (*Stereo Lithography*) contiene i dati di una maglia triangolare che descrive la superficie di un corpo.
Scegliere *File / Esporta* al menu e poi scegliere il formato di file STL. Selezionare l'opzione *modello CFD*. Verrà generato un modello 3D della struttura che include domini e pannelli di carico. Il file risultante deve essere caricato nel software CFD.

Importazione della distribuzione delle pressioni dal software di simulazione



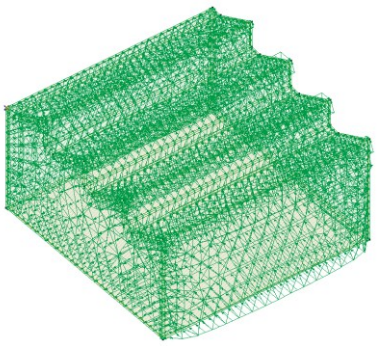
Il programma importa la distribuzione delle pressioni determinata dalla simulazione fluidodinamica computazionale e la applica agli elementi AXISVM come carichi di vento statici.
I valori di pressione devono essere importati elaborando un file di interfaccia.

Il programma legge i valori di pressione da un file di testo ASCII. Ogni riga del file deve contenere

- **x, y, z** coordinate globali
- un valore di pressione

Il carattere di separazione tra questi campi può essere uno spazio, una virgola o un punto e virgola. Le unità dei valori di pressione possono essere scelte, ma le coordinate devono essere in metri.

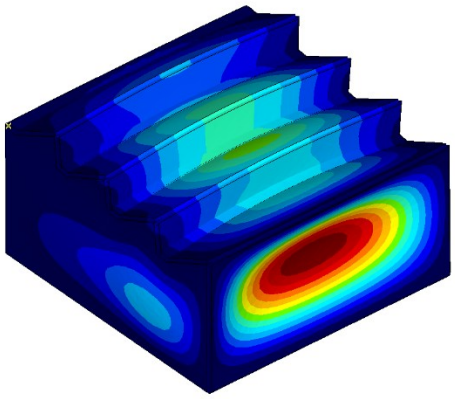
Interpolazione (elaborazione del campo di pressione)



Il file di interfaccia generato dal software di simulazione fluidodinamica può essere caricato nella scheda *Carichi*, ccando sull'icona di cui sopra.
I valori di carico sono ottenuti interpolando il campo di pressione descritto nel file di interfaccia.
I punti di pressione importati sono interpolati su una mesh triangolare, dove si assume una distribuzione di pressione lineare su ogni triangolo. La risultante di questa distribuzione lineare è resa uguale alla risultante del campo originale. Se nessuna superficie di AXISVM può essere associata ad alcuni punti di pressione (o la superficie non può essere chiaramente determinata), viene visualizzato un messaggio di avviso

☞ ***Questo metodo ignora i carichi di bordo, poiché le superfici non possono essere associate in modo univoco ai punti di bordo.***

Visualizzazione dei risultati

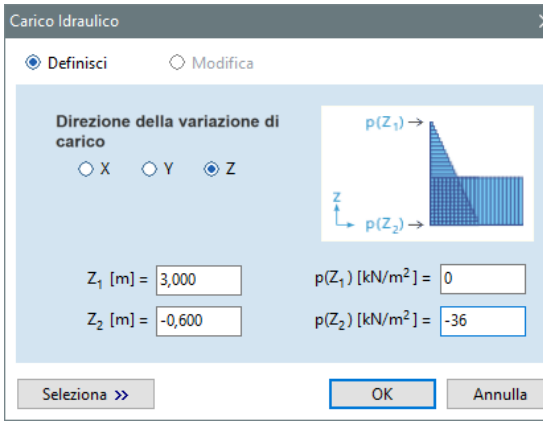


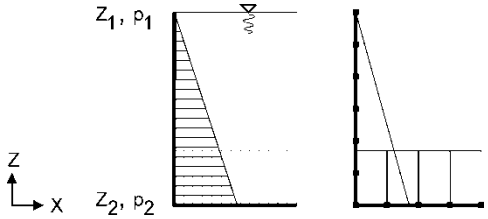
Le deformazioni e le sollecitazioni generate dalla distribuzione delle pressioni del vento calcolate possono essere visualizzate nel modo usuale come diagrammi, isolinee o isosuperfici.

4.10.17. Carico idraulico



Permette di applicare pressioni tipiche dei fluidi agli elementi piastra o guscio selezionati. Il carico effettivo è dato dai valori calcolati all'angolo degli elementi. La direzione del carico positivo è identica all'asse Z locale del dominio/superficie.
I carichi dei fluidi creati con la stessa definizione verranno trattati come un solo carico. Quindi, se hai specificato un carico di fluido su più elementi e cliccando sul contorno di carico su uno di questi elementi, il carico verrà selezionato su tutti e potrai modificare facilmente i parametri di carico.
La variazione lineare del carico è approssimata da valori calcolati al centro degli elementi, che vengono considerati costanti nell'elemento.





4.10.18. Peso proprio



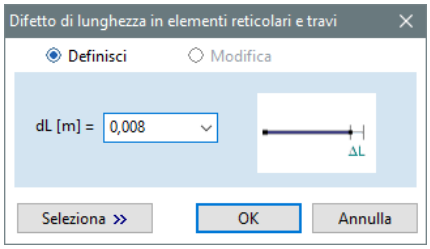
Permette di prendere in considerazione nelle analisi il peso proprio degli elementi (se gli è stato assegnato un materiale). Il peso proprio viene calcolato in base alla sezione trasversale, al peso specifico del materiale, all'accelerazione gravitazionale *g* e alla lunghezza o all'area dell'elemento. Il carico viene applicato come carico distribuito in direzione del vettore gravitazionale.

Una linea tratteggiata è disegnata lungo gli elementi lineari o sui contorni di superficie/dominio. Se le etichette di intensità di carico sono accese appare un G blu chiaro.

4.10.19. Difetto di Lunghezza



Questo tipo di carico è usato quando un elemento strutturale trave è più lungo o più corto di quanto richiesto a causa di un errore nella manifattura.
Permette di applicare agli elementi selezionati il carico richiesto per forzare l'elemento più corto/lungo ad adattarsi alla distanza tra i nodi ad esso relativi. Occorre specificare il valore del difetto di manifattura, dL[m]. Un dL positivo significa che la trave è più lunga del dovuto di dL.



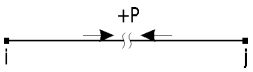
Il carico ha lo stesso effetto di un carico termico dT = dL/ (α · L).

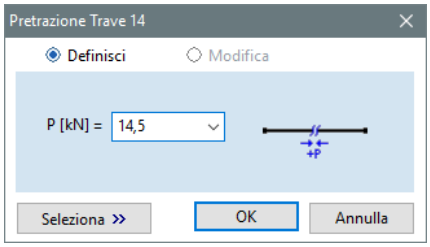
4.10.20. Pretrazione/Precompressione



Permette di definire una forza assiale interna iniziale in elementi reticolari/travi. Il carico ha lo stesso effetto di un carico termico

$dT^{=} = -P/(\alpha \cdot E \cdot A)$

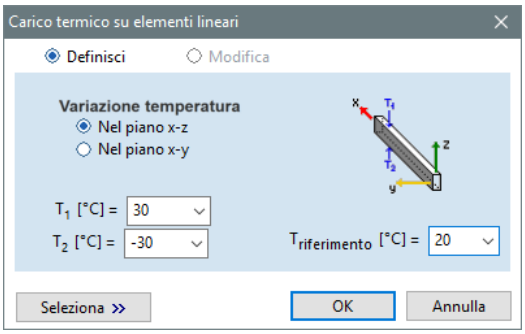




4.10.21. Carico Termico su elementi lineari



Permette di applicare carichi termici agli elementi lineari selezionati (elemento reticolare, trave, e/o nervatura) Si devono specificare i valori dei seguenti parametri.



Elemento Reticolare

Tref – temperatura di riferimento (corrisponde allo stato iniziale senza tensioni).
T – temperatura assunta per l'analisi.

dT = T - Tref è la variazione temperatura presa in considerazione nell'analisi. Un dT positivo significa un aumento di temperatura nei reticolari.

Trave/ Nervatura

Tref: - temperatura di riferimento (corrispondente allo stato iniziale senza tensioni).
T1: - temperatura della fibra superiore (nella direzione locale corrispondente).
T2: - temperatura della fibra inferiore (nella direzione locale corrispondente).

$dT^{=}$ = T -Tref è La variazione di temperatura uniforme presa in considerazione nell'analisi, dove T è la temperatura della sezione nel baricentro.

nella direzione locale y: $T = T_2 + (T_1 - T_2)\frac{y_G}{H_y}$.

nella direzione locale z: $T = T_2 + (T_1 - T_2)\frac{z_G}{H_z}$.

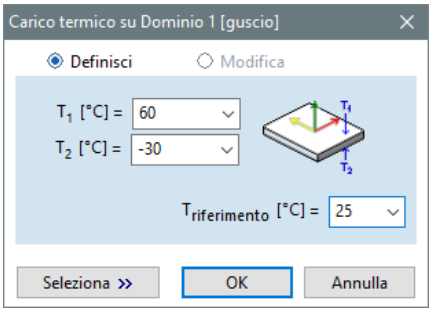
dove,
y_G, z_G, e H_y, H_z sono proprietà della sezione.
Un $dT^{=}$ positivo indica un aumento della temperatura dell'elemento.

$dT^{\#}$ = T1 – T2 è la variazione di temperatura non uniforme presa in considerazione nell'analisi.

4.10.22. Carico termico su elementi bidimensionali



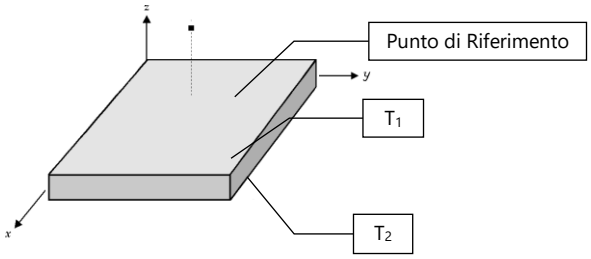
Permette di applicare carichi termici agli elementi bidimensionali selezionati.



Tref: - temperatura di riferimento (corrispondente alo stato iniziale senza tensioni).
T1: - temperatura della fibra superiore (nella direzione locale positiva z).
T2: - temperatura della fibra inferiore (nella direzione locale negativa z).

$dT^{=}$ =T- Tref è la variazione uniforme di temperatura presa in considerazione nell'analisi, dove T è la temperatura nel baricentro della sezione.

$dT^{\#}$ =T1- T2 è la variazione di temperatura non uniforme presa in considerazione nell'analisi.



☞ ***Nelle membrane viene preso in considerazione solo*** **$dT^{=}$.**

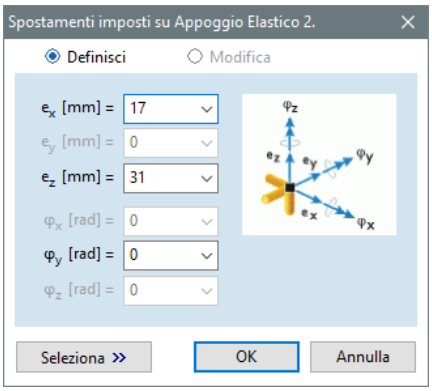
Nelle piastre viene preso in considerazione solo **$dT^{=}$.**

Viene preso in considerazione per le membrane solo **$dT^{=}$*. è preso in considerazione per le piastre solo* $dT^{\#}$.**

4.10.23. Spostamenti imposti agli appoggi elastici



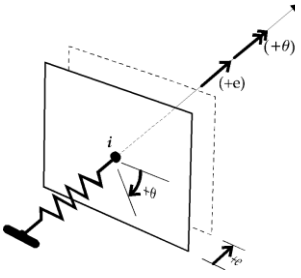
Permette di applicare spostamenti forzati agli elementi di appoggio elastico selezionati. Bisogna specificare i valori delle componenti di spostamento imposte (traslazionale: e [m] ; rotazionale: θ [rad]) AXISVM approssima il problema, applicando una forza $P_{appoggio}$ nella direzione dell'elemento di appoggio elastico in modo da produrre lo spostamento forzato ***e***.



$$P_{appoggio} = K_{appoggio} \cdot e$$

Dove
$K_{appoggio}$ è la rigidezza corrispondente dell'appoggio elastico.

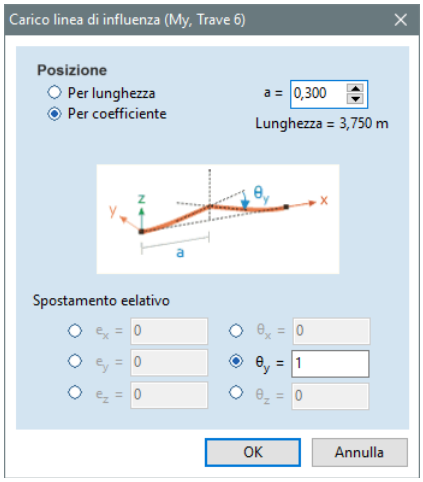
Se la rigidezza dell'elemento di appoggio elastico è grande abbastanza, gli spostamenti secondari dovuti ad altri carichi saranno trascurabili. Quindi si possono applicare spostamenti imposti solo agli appoggi elastici abbastanza rigidi rispetto alla rigidezza della struttura (almeno 1000 volte più grande) nella direzione corrispondente. Si consiglia di controllare ogni volta questa assunzione, controllando i risultati di spostamento e verificando lo spostamento al nodo rispettivo.
Uno spostamento imposto positivo sposta il nodo nella direzione positiva dell'asse locale.



4.10.24. Linea d'influenza

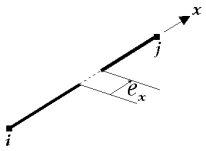


Permette di applicare un carico di spostamento relativo per ottenere la linea d'influenza di una componente di sollecitazione sugli elementi reticolari/travi selezionati. Occorre specificare il valore dello spostamento relativo e come +1 o –1.

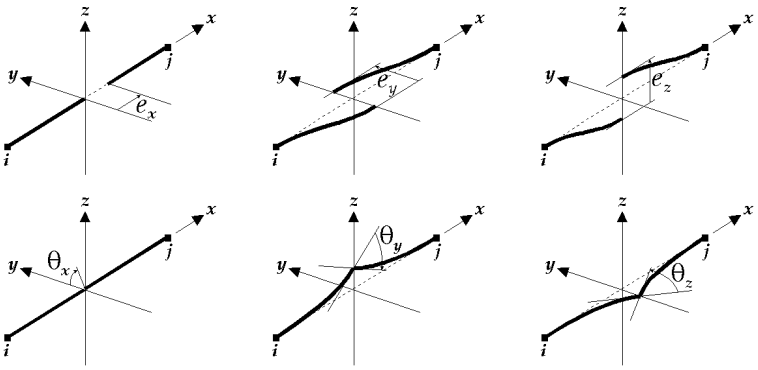


☞ ***Si può definire un carico linea influenza , solo in un caso di carico del tipo linea d'influenza***

Elemento Reticolare Si può specificare il valore dello spostamento relativo e_x come +1 o –1.



Trave Si può specificare il valore degli spostamenti relativi $e_x/e_y/e_z/\theta_x/\theta_y/\theta_z$ come +1 o –1.



4.10.25. Carichi Sismici - modulo SE1



Il modulo SE1 comprende diversi strumenti che facilitano l'esecuzione dell'Analisi Spettrale di Risposta Modale (MRSA) in AXISVM. Gli strumenti eseguono automaticamente la generazione di carico sismico in tre direzioni ortogonali per ogni modo di vibrare; calcolo della risposta strutturale per ogni modo di vibrazione e combinazione delle risposte modali in un effetto sismico. La guida seguente fornisce informazioni sulle impostazioni e le opzioni disponibili nel programma e spiega come utilizzarle. A causa della vasta letteratura di MRSA non è possibile fornire qui una spiegazione teorica passo dopo passo all'applicazione di una simile analisi.

Normative

I calcoli vengono eseguiti secondo le norme generali degli standard dell'Eurocodice (in particolare Eurocodice 8) integrati dall'Allegato Nazionale che corrisponde al codice di progettazione selezionato dall'utente. Fanno eccezioni a questo approccio le norme nazionali svizzere e ungheresi, che non sono basate sugli Eurocodici. SIA, la norma nazionale svizzera è simile ma non basata sull'Eurocodice. Le norme di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al *3.3.7 Codici di calcolo*

procedura MRSA

I carichi sismici vengono generati in base alle forme modali di vibrazione in tutti i codici di progettazione. I carichi vengono applicati in analisi statica lineare e gli effetti di diverse forme modali vengono combinati per ottenere le forze interne di progettazione e gli spostamenti della struttura. Le seguenti parti forniscono dettagli sul processo di calcolo. In primo luogo, viene presentata la procedura generale dell'Eurocodice seguita da un riepilogo delle modifiche specifiche del paese.
Si possono definire più azioni sismiche per la struttura. Queste azioni non possono essere combinate.

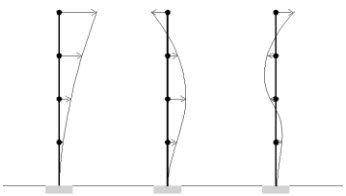
Come viene applicata la riduzione della rigidezza

I Se le forme modali usate per generare i carichi sismici sono state ottenute da un'analisi modale (*5.2 Modale*), tenendo conto della riduzione della rigidezza specificata per l'analisi dello spettro di risposta (*3.3.10 Riduzione della rigidezza*) allora l'analisi statica lineare sarà eseguita due volte: una senza riduzione della rigidezza e una con la riduzione della rigidezza specificata.
I risultati senza riduzione di rigidezza sono mostrati in casi di carico non sismico e combinazioni senza azione sismica, mentre i risultati con riduzione di rigidezza sono mostrati in casi di carico sismico o combinazioni che includono l'azione sismica (lo stesso vale per gli inviluppi e le combinazioni critiche).
Se avete diversi risultati di vibrazione calcolati per diverse combinazioni, alcuni con riduzione della rigidezza e altri senza, e avete creato più carichi sismici, uno generato da forme calcolate con riduzione della rigidezza e l'altro da forme senza riduzione della rigidezza, allora nei casi di carico sismico o nelle combinazioni che includono l'azione sismica l'azione sismica inclusa determinerà quali risultati vengono visualizzati. Se il caso di carico sismico è stato generato da una forma ottenuta con riduzione della rigidezza, allora verranno visualizzati i risultati con riduzione della rigidezza. Altrimenti verranno visualizzati i risultati senza riduzione della rigidezza.
Le parti seguenti forniscono dettagli sul processo di calcolo. In primo luogo, viene presentata la procedura generale dell'Eurocodice seguita da un riassunto delle modifiche specifiche del paese.

4.10.25.1. Calcolo sismico in accordo con l'EUROCODICE 8

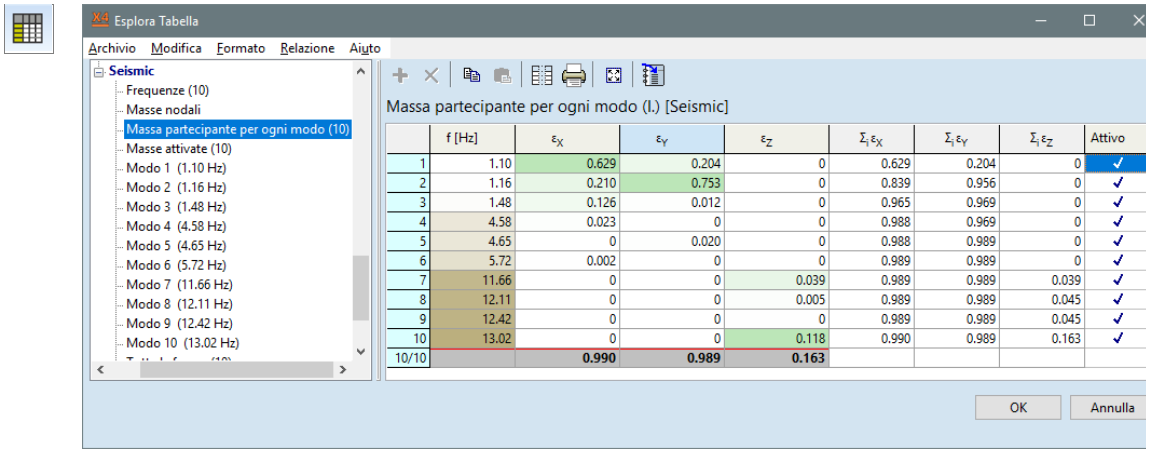


1. Calcola modi di vibrare

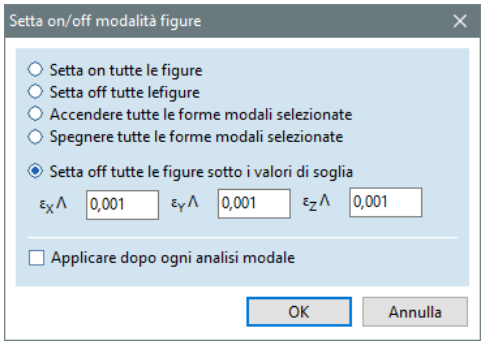


La generazione di carico sismico richiede informazioni sulle frequenze di vibrazione e sulle forme di funzionamento corrispondenti. Pertanto, il primo passo nella creazione dei carichi sismici è il calcolo di un numero sufficientemente ampio di forme di modo e di corrispondenti frequenze di vibrazione. Questa analisi viene eseguita al tab *Modale* eseguendo un'*Analisi Modale* (5.2).
L'analisi modale di primo ordine è di solito sufficiente per la generazione del carico sismico. I risultati dipendono dalla rigidità degli elementi strutturali e dalla distribuzione di massa della struttura. Le masse possono essere determinate sulla base di una combinazione di carico predefinita che rappresenta la cosiddetta massa sismica della struttura. In alternativa, le masse di base possono essere collocate nel modello strutturale da parte dell'utente. La riduzione della rigidità degli elementi in cemento armato può anche essere presa in considerazione automaticamente.

Utilizzare la tabella dei *Fattori di massa modale* nel Browser di tabella per verificare se il numero dei modi di vibrare calcolati è sufficientemente grande per soddisfare i requisiti dello standard applicabile. L'Eurocodice 8 generale ha due requisiti: (1) la massa modale totale considerata in ciascuna direzione supera il 90% della massa totale; (2) sono presi in considerazione tutte le forme modali corrispondenti a una massa modale superiore al 5% della massa totale. Le somme dei fattori di massa modale sono mostrate nella parte inferiore della tabella.



L'utente può indicare quali forme modali devono essere utilizzate per la generazione del carico sismico, inserendo un segno di spunta nella colonna *Attiva* della tabella.



Facendo clic con il pulsante destro del mouse su una qualsiasi cella della colonna *Attiva*, viene attivato un menu popup in cui è possibile selezionare la finestra di dialogo *Attiva/Disattiva forme modali*. Questa finestra di dialogo consente all'utente di definire i valori di soglia da filtrare in automatico in ciascuna direzione.
La casella di controllo in fondo alla finestra consente all'utente di richiedere l'applicazione del filtro automatico dopo ogni analisi modale.
I filtri possono ridurre significativamente il numero di casi di carico sismici e, di conseguenza, il tempo necessario per l'analisi statica.

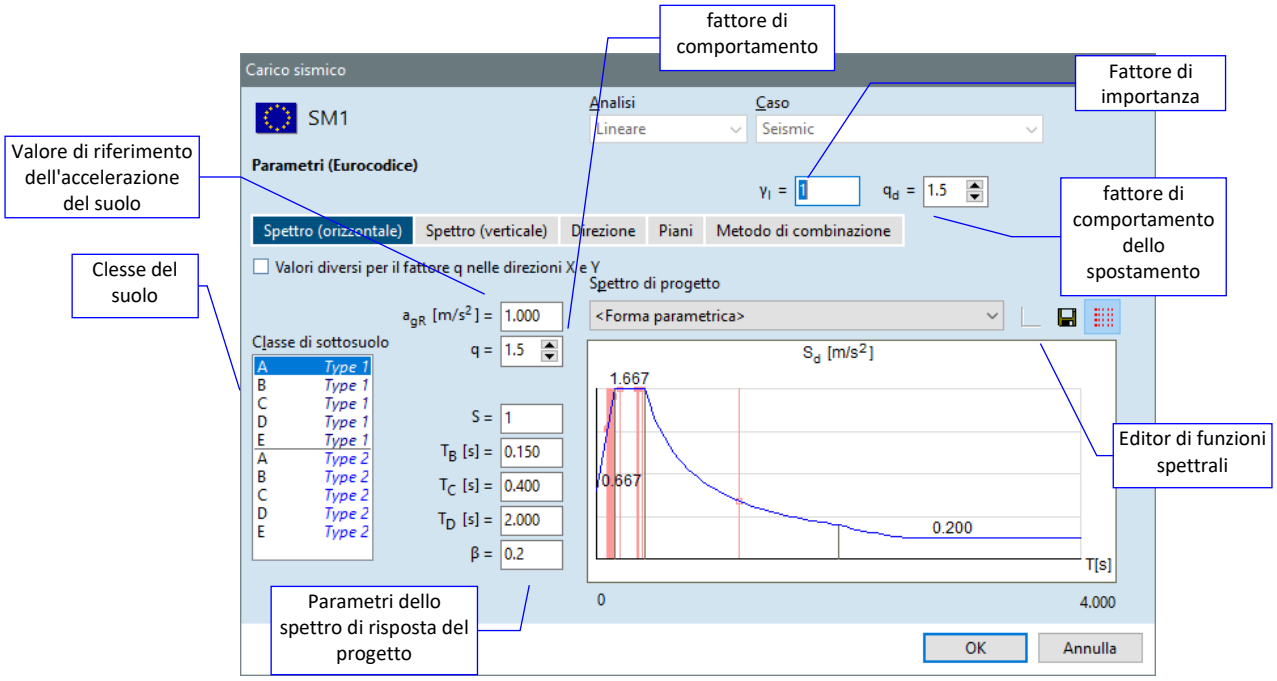
2. Creare un nuovo caso di carico sismico

Dopo aver calcolato le forme modali, il caso di carico sismico può essere creato dal tab *Carichi* nella finestra di dialogo *Casi di Carico/Gruppi di Carico*. Selezionare il caso di carico *Sismico* tra le icone di *Nuovi Casi*. Il programma creerà automaticamente diversi nuovi casi di carico per il carico sismico e questi saranno integrati da altri dopo che sono stati impostati i dettagli della generazione di carico sismico. La convenzione di denominazione per i casi di carico è spiegata nella parte di analisi statica di questa sezione.



3. Impostare i parametri di carico sismico

Seleziona uno dei casi di carico sismico generato e fai clic sull'icona *Carico Sismico* nella tab *Carichi* per aprire la finestra di dialogo *Carico Sismico*.



Spettro (orizzontale)

La prima tab della finestra di dialogo consente all'utente di impostare i dettagli dello **spettro di risposta orizzontale.** Lo spettro di risposta orizzontale viene utilizzato per calcolare carichi statici equivalenti per ogni forma modale in due direzioni orizzontali ortogonali. Lo spettro può essere generato automaticamente usando le funzioni date in EC8-1 4.2.4 ei parametri forniti dall'utente oppure uno spettro personalizzato può essere definito nell'editor delle *Funzioni Spettrali*.

Editor di funzioni spettrali per *creare spettri personalizzati*

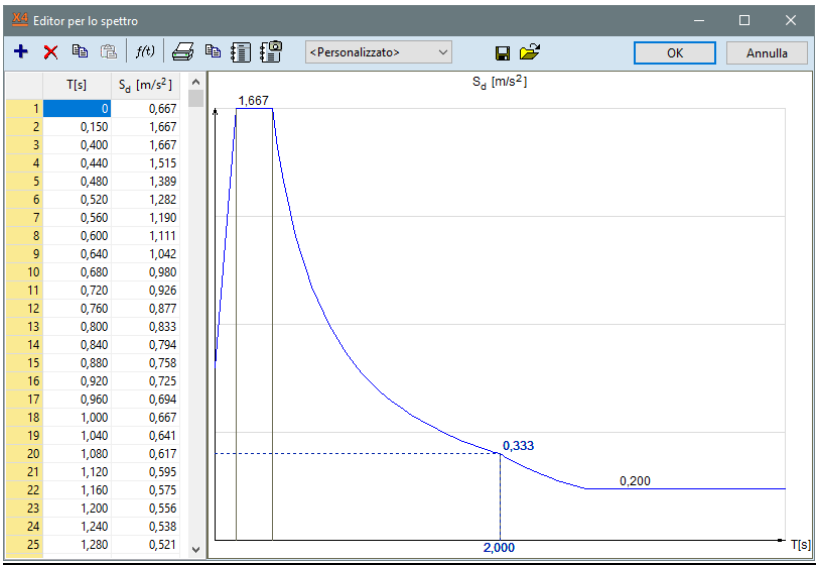
Salva spettro come ...

Visualizza il periodo di tempo delle forme modali calcolate: Attiva/disattiva la visualizzazione dei periodi di tempo forniti dall'analisi delle vibrazioni. I periodi di tempo sono contrassegnati da una linea rosa verticale al rispettivo valore T.

Lo spettro generato automaticamente utilizza i seguenti parametri:
a_{gR} - accelerazione del picco di riferimento su roccia m/s^2
q - fattore di comportamento per la riduzione degli effetti sismici orizzontali secondo la EC 8-1 3.2.2.5 (3)P. Dopo aver controllato *Diversi fattori q nelle direzioni X e Y*, i valori di q_X e q_Y indipendenti possono essere definiti dall'utente.
S, T_B, T_C, T_D - parametri specifici del suolo che definiscono la forma spettrale. Se il tipo di terreno è selezionato dall'elenco delle classi di suolo, questi parametri vengono caricati automaticamente secondo le tabelle 3.2 e 3.3 in EC 8-1. Ogni valore può essere sovrascritto dall'utente.
β - Fattore limite inferiore per lo spettro di progettazione orizzontale. Il valore consigliato in EC 8-1 3.2.2.5 (4) P è 0.2.
γ_I - fattore di importanza per EC 8-1 4.2.5
q_d - fattore di comportamento di spostamento secondo EC 8-1 4.3.4 (1) P

Se il modello contiene isolatori sismici viene utilizzato uno spettro modificato. ***Vedere...*** *4.9.20 Isolatori sismici*

Gli spettri personalizzati sono definiti nell'editor di *Funzioni spettrali* dopo aver impostato lo *Spettro di progettazione* da *parametrico* a *personalizzato*. Gli Spettri vengono creati nell'editor mediante una approssimazione lineare parziale della forma spettrale su un elenco di coppie di coordinate di accelerazione spettrale di periodo naturale prefissato.
Le coordinate possono essere modificate, copiate o incollate da altri programmi.

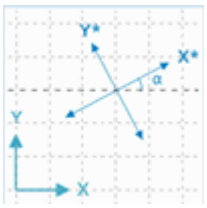


Spettro (verticale)

La seconda tabella della finestra di dialogo *Carico Sismico* corrisponde ai parametri dello **spettro di risposta verticale**. Si noti che l'effetto sismico nella direzione verticale (Z) è preso in considerazione solo se viene definito uno spettro di risposta verticale. I carichi verticali non vengono generati per impostazione predefinita. I parametri e il layout di questa scheda sono identici alla prima.

Direzione

Una terza scheda è *Direzione* dove si può impostare l'angolo dell'azione sismica. Se questo valore non è zero i carichi sismici saranno generati non nelle direzioni globali *X* e *Y* ma nelle direzioni *X** e *Y** econdo un angolo α da aggiungere alle direzioni globali.



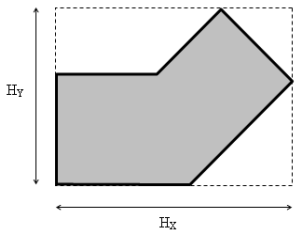
Piani

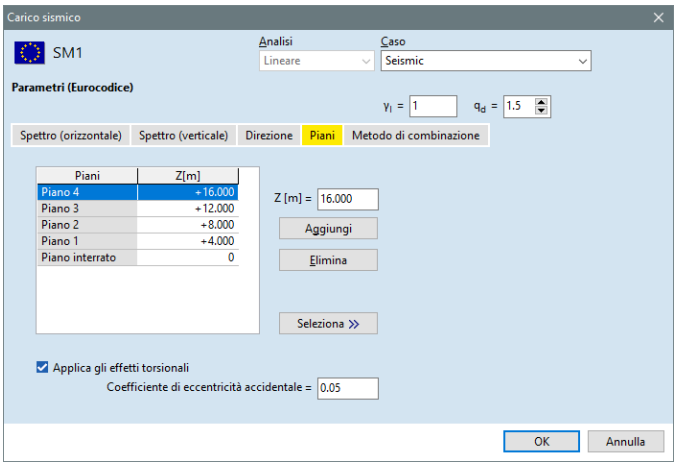
La quarta scheda *Piani*. Consente all'utente di decidere se gli **effetti torsionali** dovuti a eccentricità accidentale dovranno essere presi in considerazione. Se l'utente desidera considerare tali effetti, il programma calcola momenti torsionali aggiuntivi attorno all'asse verticale per ogni livello e ogni forma modale. La grandezza dei momenti torsionali dipende dal carico orizzontale e dall'eccentricità di ogni livello.
I carichi orizzontali vengono recuperati dai casi di carico corrispondenti a ciascun modo di vibrazione e direzione orizzontale.
La dimensione dell'eccentricità rispetto alla dimensione totale di ciascun livello è definita dall'utente. Si raccomanda un'ecentricità accidentale del 5% in EC 8-1 4.3.2 (1) P.

I momenti torsionali vengono calcolati con le seguenti espressioni:

$$T_{X,i,j} = F_{X,i,j} \cdot (\pm e H_{Y,i})$$
$$T_{Y,i,j} = F_{Y,i,j} \cdot (\pm e H_{X,i})$$

Dove *F* è la forza orizzontale del modo *j* al livello *i*; *H* è la dimensione del i^{th} livello nella direzione data X o Y. I momenti torsionali sono considerati con segni + o -, ma sempre con lo stesso segno in tutti I livelli.



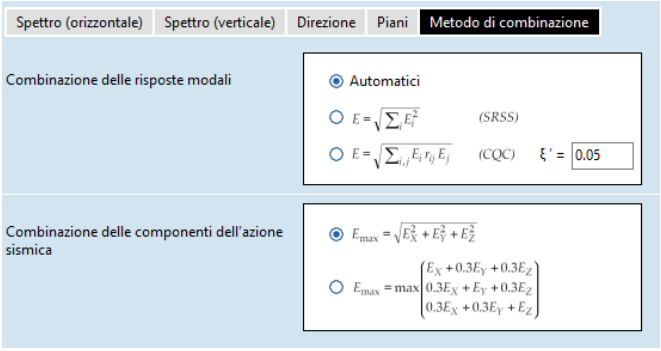


Metodo di combinazione

L'ultima scheda della finestra di dialogo *Carico Sismico* consente di controllare la combinazione dei risultati per le modalità individuali e le singole direzioni. I risultati di singoli modi possono essere combinati utilizzando la radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS) o il metodo Combinazione quadratica completa (CQC). Quest'ultimo è considerato più appropriato se i modi di vibrare della struttura non sono ben separati (cioè le frequenze di vibrazione sono vicine tra loro).

Selezionando l'opzione automatica, il programma decide automaticamente se l'applicazione del metodo CQC è garantita dai risultati delle vibrazioni. Il programma considera i modi *i* e *j* ben separati se si tiene la condizione seguente: *Tj / Ti <0.9*.
I risultati nelle due direzioni orizzontali e verticali possono essere combinati utilizzando uno dei due metodi di combinazione comunemente utilizzati nella finestra di dialogo.
Gli effetti sismici in varie direzioni possono anche essere riassunti manualmente creando una combinazione di carico personalizzata. SMX, SMY e SMZ e casi di carico collegati a questi (vedi sotto) sono anche disponibili nella tabella delle combinazioni di carico, ***vedere...*** *4.10.2 Combinazione di Carico*

☞ ***Avvertimento! Molteplici casi di carico appartenenti alla stessa direzione o SMX, SMY, SMZ e SM +/- casi di carico non devono essere presi in considerazione nella stessa combinazione collettivamente.***



Dopo che i parametri di carico sono impostati e la finestra di dialogo *Carico Sismico* viene chiusa facendo clic sul pulsante OK, il programma genera un caso di carico per ogni modalità e direzione in base alle impostazioni definite dall'utente. La seguente convenzione di denominazione viene utilizzata per questi casi di carico:
I casi di carico che termineranno in **01X, 02X, ...nX, 01Y, 02Y, ...nY, 01Z, 02Z, ...nZ** sono le forze equivalenti in direzione X, Y o Z corrispondenti alle forme madali individuali.
I carichi che terminano in **01tX, 02tX, ...ntX, 01tY, 02tY, ...ntY** sono i momenti torsionali dovuti a eccentricità accidentale in direzione X o Y.

4. Eseguire analisi statica lineare e valutare i risultati

L'analisi dello spettro di risposta modale utilizza una combinazione di risultati di analisi statica lineare per ottenere gli effetti sismici di progettazione per la struttura in esame. Dopo che vengono creati i casi di carico per ciascun modo di vibrare in ogni direzione, il passo successivo nella procedura MRSA è quello di eseguire le analisi statiche lineari. Il programma calcolerà automaticamente l'effetto di ciascuna modalità in ogni direzione e combinerà questi effetti in base alle impostazioni nella finestra di dialogo Carico Sismico.
Dopo aver eseguito le analisi statiche lineari, sono disponibili diversi casi di carico sismico nell'elenco dei risultati sotto la scheda *Statica*. Utilizziamo la seguente convenzione di denominazione per i casi di carico sismico:
Oltre ai casi di carico corrispondenti alle singoli modi, esistono due tipi di risultati aggiuntivi. I nomi dei casi di carico che terminano in **X, Y** o **Z** contengono la risposta combinata dei risultati modali in direzione X, Y o Z. Se si esamina l'eccentricità accidentale, c'è un ulteriore **a** o **b** in nome di casi di carico corrispondenti alle direzioni orizzontali. Le lettere a o b corrispondono rispettivamente agli effetti torsionali con eccentricità positiva o negativa. **Ya** per esempio è una combinazione di risultati modali nella direzione Y considerando l'effetto di eccentricità positiva delle masse sismiche nella direzione X.
La combinazione dei casi di carico nelle direzioni X, Y, Z viene eseguita automaticamente dal programma. Tale combinazione produce un risultato unico e unanime se non vi è eccentricità accidentale. Se si assume un'ecentricità accidentale, la combinazione di effetti da più direzioni è più ambigua. Ci sono quattro casi fondamentali considerati nel programma a seconda della direzione di eccentricità nei casi di carico X e Y. Ciascuna delle seguenti combinazioni viene eseguita e memorizzata in un caso di carico con il suo nome che termina con il numero particolare:

1 = Xa + Ya + Z

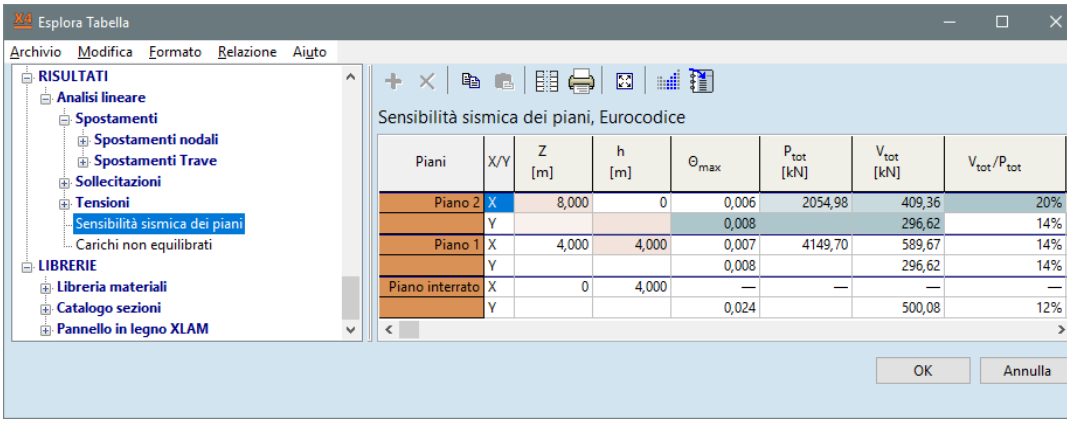
2 = Xa + Yb + Z
3 = Xb + Ya + Z
4 = Xb + Yb + Z

I risultati di MRSA sono valori assoluti per definizione. Di conseguenza, i casi di carico presentati in precedenza contengono solo valori positivi. Lo scenario di caricamento meno favorevole è una combinazione di effetti sismici e di effetti provenienti da altre fonti, come il carico gravitazionale. La creazione di questa combinazione di carico è agevolata nel programma fornendo due casi di carico per ciascun carico sismico: gli effetti sismici con solo effetti positivi e gli effetti sismici con solo valori negativi sono identificati da un segno + e un segno - alla fine del nome del loro caso di carico. Si noti che i valori assoluti delle risposte corrispondenti (forze interne, spostamenti ecc.) sono identici nei casi di carico + e -.

I risultati di spostamento visualizzati nella scheda Statica vengono scalati automaticamente dal fattore q_d specificato nella finestra di dialogo Carico Sismico.

Gli effetti secondari dovuti alla nonlinearità geometrica devono essere presi in considerazione durante la valutazione dei risultati di MRSA. Il programma supporta tali calcoli con i dati nella sezione *Sensibilità sismica dei piani*. I risultati indipendenti sono disponibili nella tabella per ogni direzione orizzontale.
Le seguenti quantità sono calcolate dal programma:

θmax indice di stabilità plastica, conosciuto anche come coefficiente di sensibilità al drift di interpiano come nel EC8-1 4.4.2.2 (2)
P_{tot} carico totale di gravità sopra il piano
V_{tot} taglio di piano sismico totale
d_{max} lo spostamento di progetto di interpiano calcolato come lo spostamento relativo dei corrispondenti centri di piano
S posizione del centro di taglio
G_m posizione del baricentro
M massa di piano
I_{mz} il momento di inerzia del baricentro attorno all'asse Z



AXISVM non tiene in considerazione l'influenza degli effetti di secondo ordine automaticamente attraverso l'amplificazione interna della forza. L'utente deve valutare la sensibilità della struttura a tali effetti. Se l'influenza degli effetti del secondo ordine deve essere presa in considerazione attraverso l'amplificazione della forza, l'utente deve determinare il valore appropriato del fattore di amplificazione in base a EC8-1 4.4.2.2 (3). Questo fattore di amplificazione può essere specificato nel programma come fattore f_{se} nei seguenti strumenti di progettazione:

6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1

6.5.9 Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci – modulo RC3

6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2

6.5.11 La verifica della progettazione di colonne composte – modulo RC2

6.5.4 Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)

6.5.13.2 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S

6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3

6.5.15 Progettazione delle fondazioni – modulo RC4

6.5.16 Progettazione di setti e pareti in cemento armato - modulo RC5

6.5.17 Analisi sforzo-deformazione di strutture in C.A. - modulo RC6

6.6 Progetto acciaio

6.7 Progettazione legno

6.8 Progetto pannelli CLT – modulo CLT

6.9 Progetto delle pareti in muratura - modulo MD1

Il fattore f_{se} scala solo le forze interne dal carico sismico.

4.10.25.2. Calcolo del carico sismico secondo SIA 261



La procedura di calcolo, le finestre di dialogo, le ipotesi e le caratteristiche sono identiche a quelle riportate nella sezione generale Eurocode 8. I paragrafi seguenti elencano solo le modifiche che sono uniche allo standard SIA 261.

3. Impostazione dei parametri di carico sismico

Le seguenti modifiche vengono applicate alla finestra di dialogo *Carico Sismico*:

- Gli spettri di risposta orizzontale e verticale sono basati su SIA261 16.2.4
- I parametri specifici del suolo sono impostati in base alla tabella 25 in SIA261.

4.10.25.3. Calcolo dell'azione sismica secondo la normative italiana NTC 2018



La procedura di calcolo, le finestre di dialogo, le ipotesi e le caratteristiche sono identiche a quelle presentate nella sezione generale dell'Eurocodice 8. I paragrafi seguenti elencano solo le modifiche che sono uniche per l'ultima normativa NTC.

3. Impostazione dei parametri di carico sismici

Le seguenti modifiche sono applicate alla finestra di dialogo *Carico sismico*:

- Gli spettri di risposta orizzontali e verticali sono basati su NTC 2018 3.2.3.2.
- I parametri specifici del terreno sono impostati secondo le tabelle 3.2.V-VII in NTC 2018 3.2.3.2.
- Se il modello contiene isolatori sismici viene utilizzato uno spettro modificato, a seconda dello stato limite (SLO, SLD, SLV, SLC) impostato nella finestra di dialogo dei parametri sismici secondo le NTC 2018 3.2.1. ***Vedere...*** *4.9.20 Isolatori sismici.* Poiché è possibile definire più azioni sismiche per lo stesso modello, è possibile confrontare i risultati sismici ottenuti per diversi stati limite.
- I risultati del sistema di isolamento sismico sono disponibili in una tabella separata.

4.10.25.4. Calcolo del carico sismico secondo P100-1 Rumeno



La procedura di calcolo, le finestre di dialogo, le ipotesi e le caratteristiche sono identiche a quelle riportate nella sezione generale Eurocode 8. I paragrafi seguenti elencano solo le modifiche che sono uniche allo standard P100-1.

3. Impostazione dei parametri di carico sismico

Le seguenti modifiche vengono applicate alla finestra di dialogo *Carico Sismico*:

- Gli spettri di risposta orizzontale e verticale si basano su P100-1 3.1 (7), 3.1 (13) e 3.2 (1).

4.10.25.5. Calcolo del carico sismico secondo NPR 9998:2018 Olandesi



La procedura di calcolo, le finestre di dialogo, le ipotesi e le caratteristiche sono identiche a quelle riportate nella sezione generale Eurocode 8. I paragrafi seguenti elencano solo le modifiche che sono uniche al standard NPR 9998: 2018.

3. Impostare i parametri di carico sismico

Le seguenti modifiche sono applicate alla finestra di dialogo Caricamento sismico:

- Gli spettri di risposta orizzontale e verticale sono basati su NPR 9998: 2018 3.2.2.2.3.

I parametri di accelerazione $a_{g;d}$ e p, T_B, T_C, T_D devono essere specificati dall'utente in base al codice o al codice conforme allo strumento dell'anima NPR 9998.

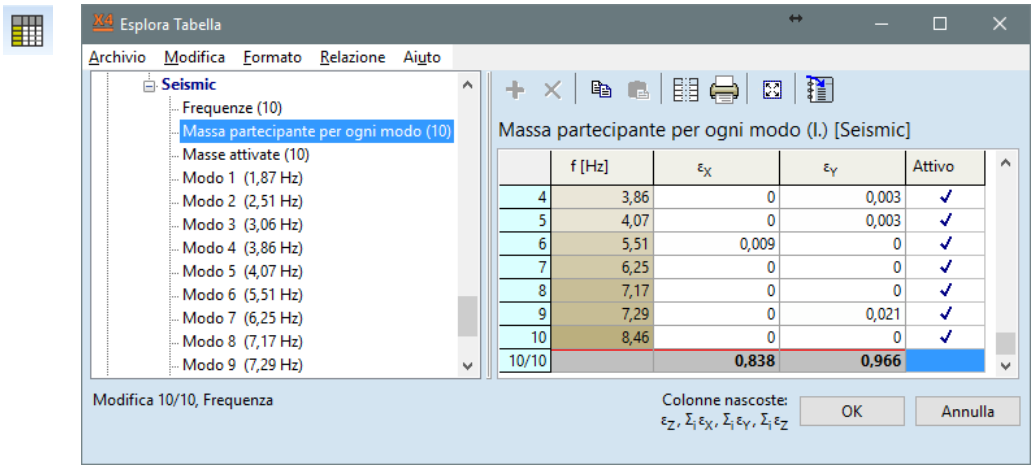
4.10.26. Carichi Pushover – modulo SE2

I carichi Pushover sono generati secondo le regole dell'Eurocodice 8. La generazione di carico utilizza frequenze di vibrazione libera smorzata e forme modali corrispondenti del modello, pertanto, i carichi possono essere generati solo se l'analisi delle vibrazioni del secondo ordine è già stata eseguita.

I passi per la generazione del Carico Pushover

La descrizione seguente mostra come creare casi di carico pushover e di impostare le loro proprietà prima di effettuare una analisi statica non lineare.

1. *Calcolare le forme dei modi di vibrare e le frequenze.*
Quando si esegue l'analisi delle vibrazioni assicurarsi di utilizzare l'opzione converti carichi in masse con il caso di carico appropriato se ci sono carichi definiti che devono essere considerati statici. Controllare la tabella delle percentuali di *massa partecipante per modo* di vibrare da Esplora Tabella. I risultati della vibrazione vengono visualizzati solo se si seleziona la scheda Vibrazione.

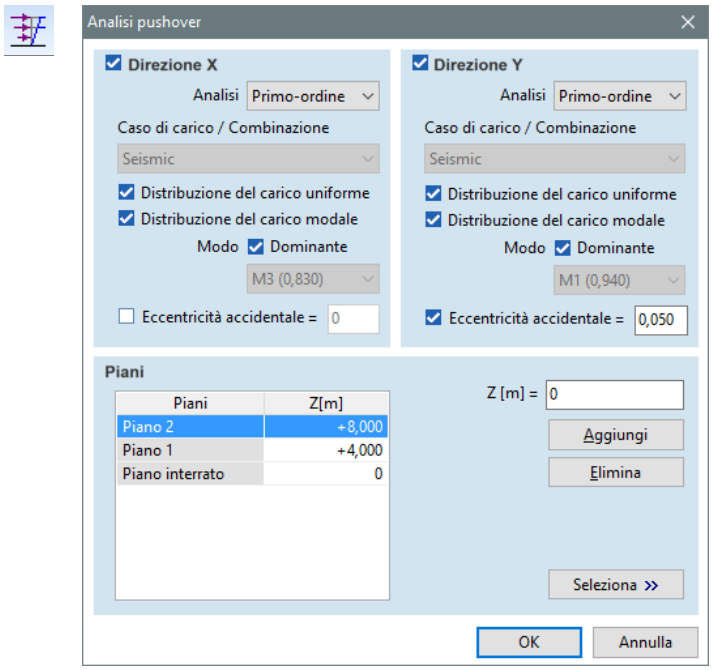


Anche se nell' Eurocodice 8 non viene richiesto il valore minimo delle percentuali di massa sismica partecipante, è fortemente consigliato di effettuare l'analisi pushover standard solo su strutture che hanno delle forme modali chiaramente dominanti in ogni direzione orizzontale. Le percentuali per ogni forma modale sono elencati nella tabella Massa sismica partecipante per ogni modo.
A differenza dei carichi sismici, la generazione del carico pushover (quello standard) utilizza una singola forma di modo di vibrare, per ciascun caso di carico, quindi la somma delle percentuali di massa sismica partecipante non è importante. In questo caso non è necessario di calcolare un grande numero di modi, ma solo quelli dominanti.

2. *Creare un nuovo caso di carico pushover.*
I casi di carico Pushover possono essere creati, rinominati e cancellati nella finestra di dialogo Casi di Carico Gruppi di Carico. La configurazione iniziale di quattro casi di carico è stato creato facendo clic sul pulsante Carico Pushover.



3. *Impostazione dei parametri di carico Pushover*
Dopo aver creato i casi di carico, i parametri per i carichi possono essere impostati facendo clic sul pulsante Analisi Pushover nella barra degli strumenti della scheda carichi.



I parametri per la generazione di carico possono essere impostati in alto, mentre i piani sono specificati nella parte inferiore della finestra. (In questa finestra sono disponibili anche i dati del piano definiti precedentemente)
La generazione di carico per una direzione specifica può essere disabilitato utilizzando le caselle corrispondenti. Ciò è utile nel caso in cui il modello è bidimensionale.
Per ogni direzione il tipo di analisi delle vibrazioni e il caso di carico assegnato deve essere selezionato per primo. Le caselle di spunta attivano/disattivano la generazione del carico uniforme e modale. L'opzione della distribuzione del carico uniforme genera forze nodali proporzionali alle masse assegnate a ciascun nodo del modello. La distribuzione del carico modale utilizza la forma modale ottenuta dalle masse ad ogni nodo per generare la distribuzione delle forze nodali. In entrambi i casi, nella stessa direzione orizzontale la somma delle forze generate è di 1kN.
Se i carichi modali devono essere generati, è possibile ignorare la forma modale dominante utilizzata per la generazione del carico. E 'importante sottolineare che questa opzione è utilizzata solo per utenti esperti e per l'Eurocodice 8 che richiede l'uso della forma modale dominante per l'analisi.
Il numero tra parentesi per ogni numero di modalità mostra la corrispondente percentuale di massa di partecipazione modale.
I carichi di pushover vengono generati solo dopo la chiusura della finestra di dialogo. Anche i casi di carico non necessari vengono rimossi in questo momento.

4. *Esecuzione dell'Analisi Pushover*

Dopo aver definito i carichi per i casi di carico pushover, l'analisi pushover deve essere eseguita utilizzando il pulsante di analisi statica non lineare nella scheda statica della finestra principale.

L'impostazione della soluzione di controllo di Pushover consente all'utente di definire un caso di carico parametrico e un caso di carico costante. L'ipotesi di carico parametrico è tipicamente un caso di carico pushover, tuttavia AXISVM consente agli utenti di definire come carico parametrico anche altri casi di carico.

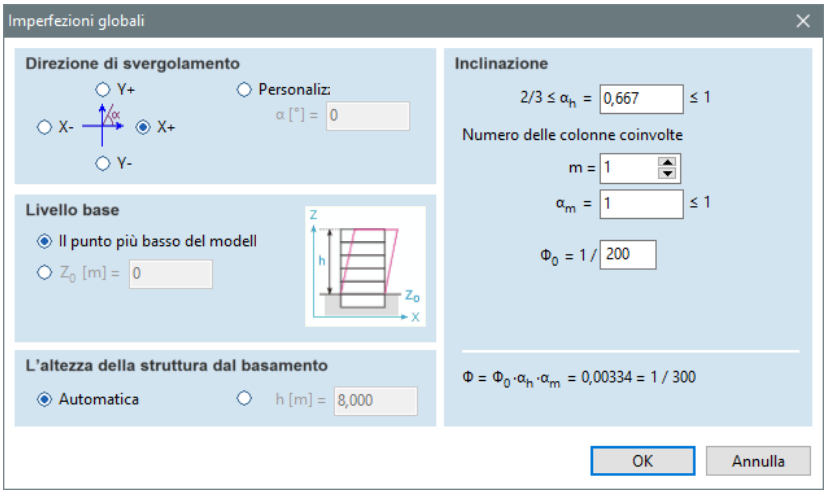
Il caso di carico costante rappresenta carichi gravitazionali nella maggior parte dei casi. Le altre impostazioni di questa finestra di dialogo sono definite in 5.1 Analisi Statica.

Il nodo di controllo deve essere uno dei nodi nella parte superiore della struttura. E 'importante per impostare la direzione delle analisi secondo la direzione del caso di carico parametrico. La stabilità delle analisi può essere aumentato significativamente aumentando il numero di incrementi. L'opzione di non linearità geometrica è consigliato per le analisi pushover. L'analisi viene avviato facendo clic sul pulsante OK.

La generazione delle curve di capacità e dei risultati relativi sono definiti nel capitolo *6.1.5 Le curve di capacità Pushover*

4.10.27. Imperfezioni globali





Dopo aver selezionato un caso di carico imperfetto, viene attivata l'icona per i casi di carico imperfetti sopra indicata. Dopo aver impostato i parametri d'imperfezione, l'imperfezione globale viene applicata alla struttura (la sua ampiezza visualizzata viene ingrandita per renderla visibile).

I casi di carico imperfetti possono contribuire alle combinazioni di carico utilizzate per eseguire le analisi con non linearità geometrica. I nodi verranno spostati dalla posizione iniziale e gli altri carichi in combinazione verranno applicati alla struttura distorta.

Parametri

L'imperfezione globale richiede i seguenti parametri.

Direzione d'oscillazione

Definisce la direzione dello spostamento. Esso può agire:

- in direzione X o Y globale
- in direzione personalizzata con angolo α dall'asse globale X

Livello base

L'oscillazione comincia al livello Z_0. Due opzioni sono disponibili

- Impostarlo sul punto più basso del modello
- Impostarlo su un livello personalizzato Z_0

Altezza della struttura dal livello base

L'altezza della struttura viene misurata dal livello base Z_0. Le opzioni disponibili sono:

- Impostarlo sul punto più alto del modello
- Impostarlo su un valore personalizzato Z_0

Inclinazione

L'inclinazione viene calcolata nei seguenti modi:

Acciaio/Cemento armato

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m,$$

dove

α_h è un fattore di riduzione: $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h[m]}}$ con $2/3 \le \alpha_h \le 1.0$

α_m è un fattore di riduzione: $\alpha_m = \sqrt{0.5\left(1+\frac{1}{m}\right)}$, dove m è il numero di colonne coinvolte per livello

Muratura

$$\nu = \frac{1}{100\sqrt{h}}$$

Altro

* Un valore arbitrario può essere specificato dall'utente.

4.10.28. Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità



L'unico parametro di questi casi di carico è un'imperfezione basata sulle forme di instabilità. Ogni volta che una combinazione di carico contiene un caso di carico imperfetto, AXISVM calcola con una geometria imperfetta. Sebbene i casi di carico di imperfezione basati su forme di instabilità possano essere creati, cancellati e modificati, i casi di carico che utilizzano forme imperfette vengono creati e cancellati automaticamente secondo la definizione e la cancellazione delle forme imperfette.
Per la definizione di geometria imperfetta ***vedere...*** *6.2.1 Creazione di imperfezione geometrica da forme di instabilità - modulo IMP*

4.10.29. Precompressione – modulo PS1

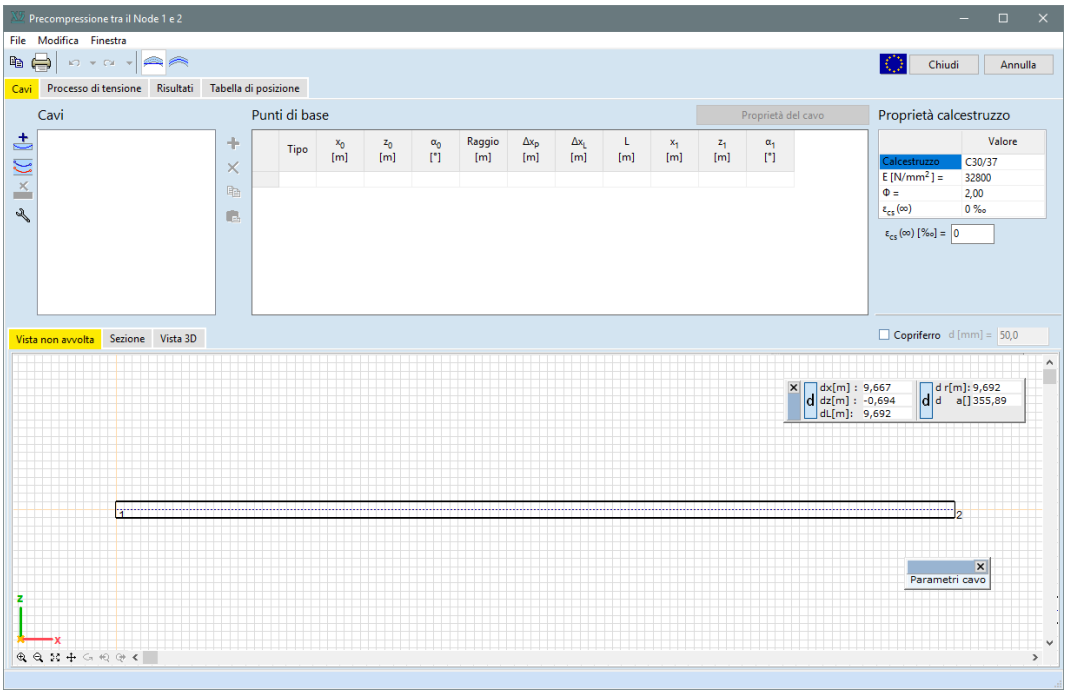
I cavi possono essere assegnati a una serie di elementi trave, nervatura o dominio. Dopo avendo definito le proprietà dei cavi e del processo di precompressione, AXISVM determina la distribuzione delle sollecitazioni nei tiranti immediatamente dopo l'ancoraggio e i carichi equivalenti alla fine del tensionamento (casi di carico *nome-T0*). Dopo avere completato l'analisi statica si determinano i carichi equivalenti a lungo termine dal risultato delle combinazioni critiche (casi di carico *nome-TI*). Le tabelle di posizione dei cavi possono essere generate con passi definiti dall'utente.

4.10.29.1. Post-tensionamento di elementi di trave e nervature



Cavi

Cliccare su questa icona della scheda Carichi per assegnare i cavi agli elementi trave o nervature selezionati.
La prima tabella è per definire i parametri e la geometria dei cavi.



Sistema di coordinate



La geometria di un cavo può essere definita in un sistema di coordinate fisso (icona a sinistra) o in un sistema di coordinate relative in sequenza (icona a destra).
Il **sistema di coordinate fisso** definisce l'asse x sulla linea retta che collega il primo e l'ultimo nodo. L'asse y è definito dall'asse y iniziale della trave, mentre l'asse z è definito dalla regola della mano destra.
Se gli elementi in tensione non sono su una linea retta ma definiti da un arco, o da un poligono, si può scegliere un **sistema di coordinate in sequenza**Se la trave è un arco, il sistema di coordinate si muove lungo questo arco. Se la struttura è definita da un poligono, la geometria è interpolata da una spline cubica. L'asse x di questo sistema di coordinate si adatta alla tangente della curva generata, mentre l'asse z segue l'asse z locale della trave in ogni singolo punto. L'asse y è definito dalla regola della mano destra.

La geometria del tirante può essere vista nelle seguenti tre viste:

Vista di strotolamento Nella vista di strotolamento la posizione del tirante può essere vista nel piano di lavoro. Le linee continue rappresentano la sezione del piano di lavoro e gli elementi. Le linee tratteggiate mostrano la linea centrale e la proiezione dei bordi delle travi sul piano di lavoro non rivestito.

Sezione trasversale In questa vista i punti del tirante sono mostrati nella sezione *y-z* (sezione trasversale).

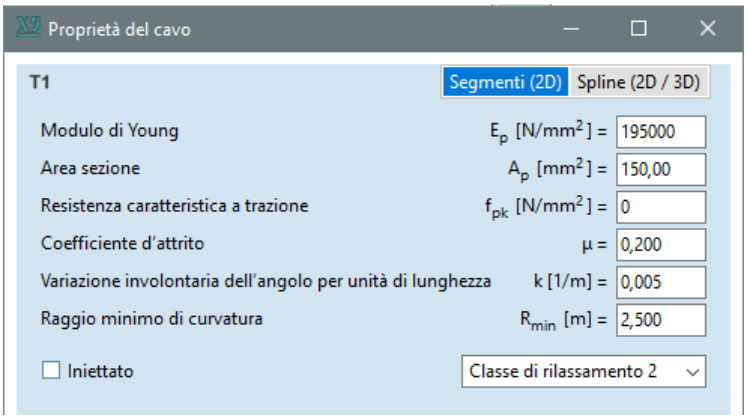
Vista 3D La vista 3D mostra il cavo e gli elementi in 3D.

Nota: i punti base della geometria e i punti di flessione sono mostrati sia nella vista di strotolamento che nella vista 3D.

Le icone sulla barra degli strumenti verticale sono presentate accanto all'elenco dei cavi.



Aggiungi nuovo cavo. La geometria per il nuovo cavo può essere definita utilizzando la barra degli strumenti accanto al diagramma. Prima devono essere definite le proprietà del cavo.



Segmenti (2D) La geometria del cavo è definita come una serie di segmenti (connessioni rettilinee-parabola-arco).

Spline (2D/3D) La geometria del cavo è definita come una spline.

E_p modulo di elasticità del tirante in acciaio

A_p area della sezione trasversale del tirante

f_{pk} resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio del tirante

μ coefficiente di attrito tra il tirante e la sua manica

k spostamento angolare involontario per i cavi interni per unità di lunghezza. Mostra la precisione della lavorazione. Di solito $0{,}005 < k < 0{,}01$.

R_{min} Raggio minimo di curvatura. Laddove il raggio di curvatura è più piccolo di questo limite i tiranti sono visualizzati in colore rosso.

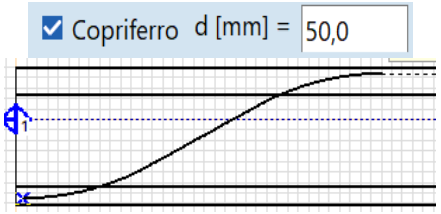
Classe di rilassamento La classe di rilassamento dipende dalle proprietà di rilassamento del tirante. I cavi a trefoli appartengono alla classe di rilassamento 2, i laminati a caldo e le barre lavorate appartengono alla classe di rilassamento 3.

Iniettato Se i tubi sono riempiti con un materiale iniettato, questa opzione deve essere controllata.

Nota: Per modificare le proprietà sopra selezionate, selezionare il tirante attivo e fare clic sul pulsante *Proprietà Tirante*.

Copertura in calcestruzzo

Se il mouse si trova vicino al bordo superiore o inferiore della sezione, il cursore trova il bordo. Se la *Copertura in calcestruzzo* è spuntata, il punto inserito non sarà sul bordo, ma all'interno della sezione come definito da d.
Questa operazione funziona sia per i segmenti che per le splines.



Disegno dei cavi se Spline (2D/3D) è selezionato

Per disegnare la geometria del tirante, fare clic sulle icone sulla barra verticale degli strumenti accanto al disegno e inserisci i punti base. AXISVM determina la traiettoria che passa attraverso questi punti base come una spline cubica per ridurre al minimo la curvatura. Per ciascun punto base è possibile specificare gli angoli del tangente impostando i valori α (vista dall'alto) e β (vista laterale) nella tabella. Immettere valori compresi tra -180 ° e 180 °. I valori iniziali sono 0 °. I punti base esistenti possono essere trascinati in una nuova posizione usando il mouse.



Disegno dei cavi in 2D. I punti di base possono essere creati facendo clic sul diagramma o utilizzando la finestra delle coordinate. Cliccare due volte oppure *Tasto destro del mouse / Completa* per terminare la polilinea. La posizione del cavo all'interno della sezione trasversale deve essere specificata solo al primo punto di base. Ulteriori punti di base saranno posizionati nel piano locale x-z (strotolamento) che contiene il primo punto di base.

Passi per disegnare un cavo inl 2D:

1. Selezionare la posizione x della sezione trasversale dove verrà definito il punto di base del cavo.
2. Posizionare il cavo nella posizione corretta nella vista in sezione trasversale.
3. Posizionare gli altri punti del cavo nella vista non rivestita.



Disegnare cavi in 3D. La posizione dei cavi all'interno della sezione trasversale deve essere specificata per ogni punto di base. È possibile definite la geometria dei cavi utilizzando il Tasto destro del mouse / Completa.

Passi per disegnare un cavo in 3D:

1. Selezionare la posizione della sezione trasversale dove si vuole definire un punto base del cavo.
2. Impostare la posizione corretta del cavo nella vista in sezione.
3. Ripetere il passo 1 e il passo 2 per definire tutti i punti base.



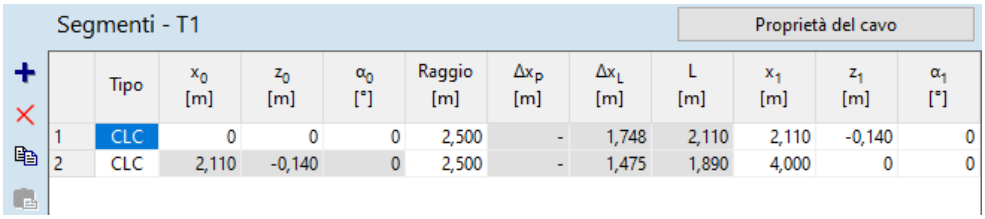
Aggiungere nuovi punti di base. Fare clic sul cavo per aggiungere un nuovo punto di base. In caso di più cavi, questa operazione funziona sul cavo attivo.



Cancellare punti di baset. Cliccare su un punto base esistente per cancellarlo. Dopo aver cancellato il secondo punto base, l'intero cavo viene cancellato. In caso di più cavi, questa operazione funziona sul cavo attivo.

Tabella dei punti di base

Le proprietà dei punti base possono essere modificate nella tabella. *x, y, z* sono le coordinate Cartesiane dei punti base. Se *Tangente* è spuntata, α e β (l'angolo tra la direzione x e la tangente sul piano x-y e x-z) possono essere modificate.



	Tipo	x_0 [m]	z_0 [m]	α_0 [°]	Raggio [m]	Δx_P [m]	Δx_L [m]	L [m]	x_1 [m]	z_1 [m]	α_1 [°]
1	CLC	0	0	0	2,500	-	1,748	2,110	2,110	-0,140	0
2	CLC	2,110	-0,140	0	2,500	-	1,475	1,890	4,000	0	0



Aggiungi punto base



Elimina linea/e selezionate



Copia I dati del cavo in memoria



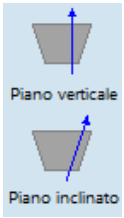
Incolla I dati del cavo dalla memoria

Disegnare i cavi se Segmenti (2D) è selezionato

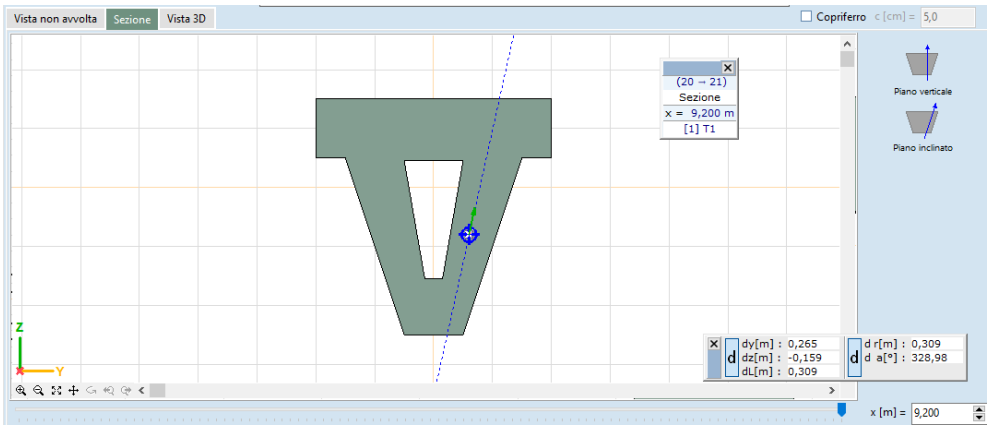
Questo metodo costruisce i cavi a partire dai segmenti. Ogni segmento è costruito da uno, due o tre sotto-segmenti di base.

Nota: Se è stato selezionato il sistema di coordinate sequenziale, le coordinate x, y e z rappresentano punti nel sistema di coordinate relative.

Impostazione del sistema di coordinate del cavo

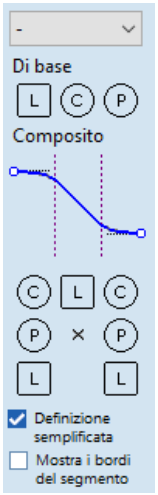


I segmenti sono curve planari all'interno del piano non rivestito. La posizione e l'orientamento di questo piano possono essere impostati nella vista in sezione.
Scegliere una posizione x lungo la trave trascinando la barra in basso o inserendo un valore x.
Scegliere *Piano verticale* se i cavi si muovono su un piano verticale. Cliccare all'interno della sezione (y, z) per definire l'origine (x, y, z) del sistema di coordinate del cavo. L'asse z del sistema di coordinate del tirante sarà parallelo all'asse locale z della trave.
Scegliere *Piano inclinato* se i cavi si muovono in un piano non verticale. Cliccare all'interno della sezione (y, z) per definire l'origine (x, y, z) del sistema di coordinate del cavo e cliccare su un altro punto della sezione per impostare l'inclinazione.
La geometria piana del cavo viene definita e visualizzata in questo sistema *Vista non rivestita.*



Definizione dei segmenti

Ogni segmento è costituito da uno, due o tre sotto-segmenti di base. La geometria dei sotto-segmenti può essere scelta dalle icone della barra degli strumenti accanto al diagramma del cavo. Le abbreviazioni di una lettera corrispondono a:



C arco di cerchio con raggio definito
P arco parabolico
L Linea retta
x nessun sotto-segmento intermedio

Opzioni:

Base Cliccare sui simboli L, C o P (o selezionare L, C o P dall'elenco a discesa) per aggiungere una linea singola, sottosegmento ad arco circolare o parabolico alla geometria esistente con continuità tangente.

Composito Cliccare sulle tre colonne dei simboli (o selezionare i codici a due o tre lettere dal menu a tendina) per impostare un segmento composito composto da due o tre sotto-segmenti.

Definizione simplificata Se si crea un segmento *Composito* e si spunta *Definizione semplificata,* le tangenti finali dei segmenti saranno sempre orizzontali. Se l'ultimo sotto-segmento del primo segmento è un arco (come in un segmento di partenza LC) tutti i segmenti successivi saranno CLC. Se è un arco parabolico (come in un segmento di partenza LP) tutti i segmenti successivi saranno PLP..

Visualizza i bordi dei segmenti Vengono visualizzati anche i bordi dei segmenti.

Poi i punti dei segmenti sequenziali possono essere posizionati.

Tabella dei segmenti

Le proprietà dei segmenti definiti possono essere modificate nella *Tabella dei segmenti*. La tabella e la barra degli strumenti accanto contengono le seguenti funzioni:

Segmenti - T3

	Tipo	x_0 [m]	z_0 [m]	α_0 [°]	Raggio [m]	Δx_P [m]	Δx_L [m]	L [m]	x_1 [m]	z_1 [m]	α_1 [°]
1	PLP	0	0,200	0	-	2,003	2,003	6,010	6,010	-0,220	0
2	PLP	6,010	-0,220	0	-	1,997	1,997	5,990	12,000	0,200	0

x_0, z_0 le coordinate del punto iniziale del segmento del cavo,
α_0 l'angolo del tirante tangente al punto iniziale,
Radius nel caso di arco (s) il raggio (raggio) può essere definito,
Δx_P la lunghezza x-direzionale della prima parabola
Δx_L la lunghezza x-direzionale della retta,
L lunghezza del segmento proiettato alla linea di base
x_1, z_1 le coordinate del punto finale del segmento del cavo,
α_1 l'angolo del cavo tangente al punto finale.

Nota: non tutti i parametri geometrici sono disponibili per diversi tipi di segmenti. Ad esempio, la tangente all'inizio non può essere modificata per segmenti di arco lineare, poiché la tangente è già definita dalle coordinate dei punti iniziale e finale e il raggio dell'arco.



Aggiungi un nuovo segmento

Elimina segmenti selezionati

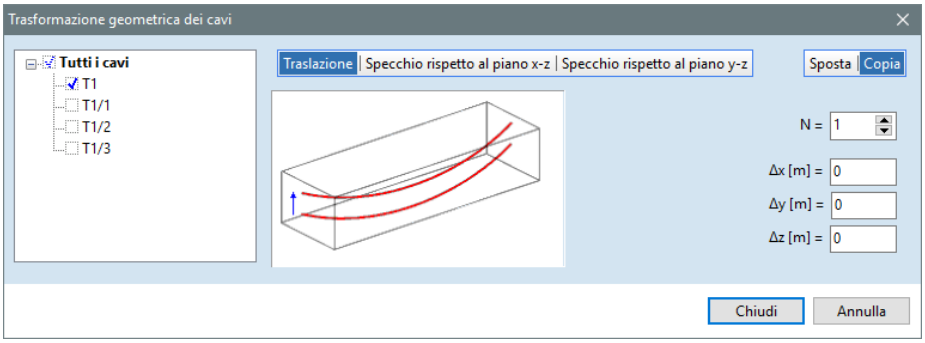


Copia i dati dei cavi in memoria

Incolla i dati dei cavi dalla memoria



Trasformazione geometrica dei cavi



I cavi scelti nell'albero possono essere spostati o specchiati. I cavi possono essere copiati o solo spostati.
I cavi copiati ereditano i parametri originali e può essere assegnato a loro il processo di precompressione.



Cancella cavi.. Cancella i cavi selezionati

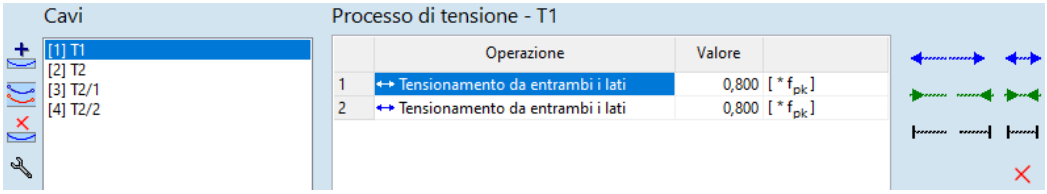


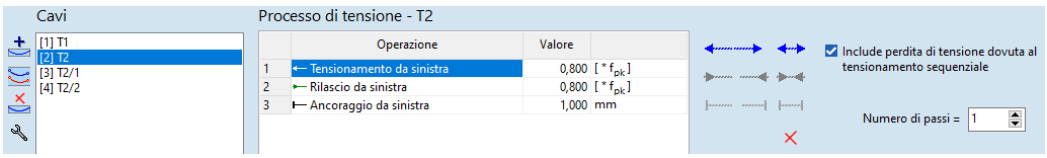
Opzioni. Impostazioni separate di griglia e cursore per il diagramma del cavo longitudinale e trasversale.

Parametri calcestruzzo Sotto i parametri del calcestruzzo è possibile verificare le proprietà del materiale del calcestruzzo. Inoltre, $e_{cs}(\infty)$, il valore a lungo termine della deformazione di ritiro del calcestruzzo può essere modificato.

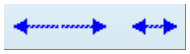
Processo di precompressione

La seconda cartella consente il processo di precompressione per i cavi determinando l'ordine delle operazioni. Cliccare sul simbolo appropriato per aggiungere una nuova operazione all'elenco.





Possibili operazioni e parametri:



Tendere da sinistra / destra / entrambi i lati



Rilasciare da sinistra / destra / entrambi i lati

La forza è intesa come una frazione del valore caratteristico di tensione dei cavi (f_{pk}).



Ancorare da sinistra / destra / entrambi i lati

Cunei di bloccaggio del sistema di ancoraggio



Cancella l'ultima operazione dall'elenco.

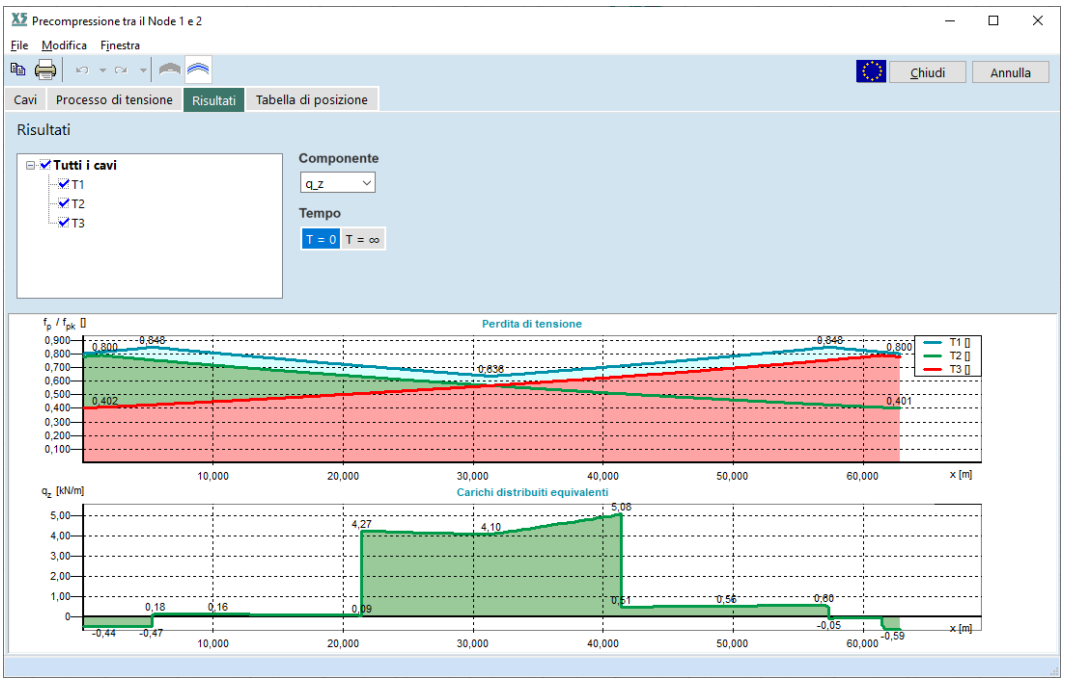
Nota: a sinistra c'è il punto di partenza e a destra il punto finale del cavo.

Includere la perdita di tensione dovuta allo sforzo sequenziale Se più di un cavo si riferisce ad un elemento strutturale, questi cavi possono essere sollecitati in momenti diversi. A causa di ciò, si verifica una perdita di tensione nei cavi tensionati precedentemente ancorati. Con questa opzione l'utente può tener conto di questo fenomeno.

Numero di passi Se l'utente prende in considerazione la perdita dal tensionamento sequenziale, qui dovrebbe essere impostato il numero delle fasi di tensionamento.

Risultati

Se ad ogni tirante sono assegnati parametri di materiale validi, i processi di geometria e tensionamento, i diagrammi dei risultati vengono visualizzati nella scheda *Risultati* . Il diagramma superiore mostra il rapporto tra la tensione effettiva e la resistenza a trazione caratteristica dei tiranti selezionati. Il diagramma inferiore mostra il componente di carico distribuito equivalente scelto per i tiranti selezionati.



Componente il componente del sistema di carico equivalente può essere scelto. Sono disponibili tre componenti di forza e tre componenti di momento.

Tempo le tensioni nel cavo e il componente di carico equivalente possono essere illustrate subito dopo il tensionamento (scegliendo *T=0*) e dopo perdite a lungo termine (scegliendo *T=∞)*. I componenti, relativi a *T=∞*, possono essere scelti solo dopo un'analisi statica.

Perdita di tensione immediata

1. La perdita di tensione a causa di attrito fra cavi e i loro condotti alla posizione x misurata dal punto di ancoraggio lungo il cavo è calcolata come

$$\sigma_{\mu}(x) = \sigma_{max}(1 - e^{-\mu(\Theta + kx)}),$$

dove

σ_{max} è la tensione massima nel cavo

Θ è la somma degli spostamenti angolari assoluti alla distanza *x*

2. Le perdite a causa della deformazione istantanea di calcestruzzo sono calcolate come

$$\Delta P_{el} = A_p E_p \sum \left[\frac{j \Delta \sigma_c}{E_{cm}} \right],$$

dove

$\Delta\sigma_c$ è la variazione di tensione nel baricentro dei cavi

j = *(n–1) / 2n,* dove *n* è il numero dei passi di precompressione

E_{cm} è il modulo di elasticità secante del calcestruzzo

3. Le perdite di ancoraggio sono a causa del cuneo di bloccaggio dei dispositivi di ancoraggio.

Perdita di tensione a lungo termine

La perdita a lungo termine di forza a causa di restringimento e di fluage del calcestruzzo e del rilassamento dei cavi è calcolata come

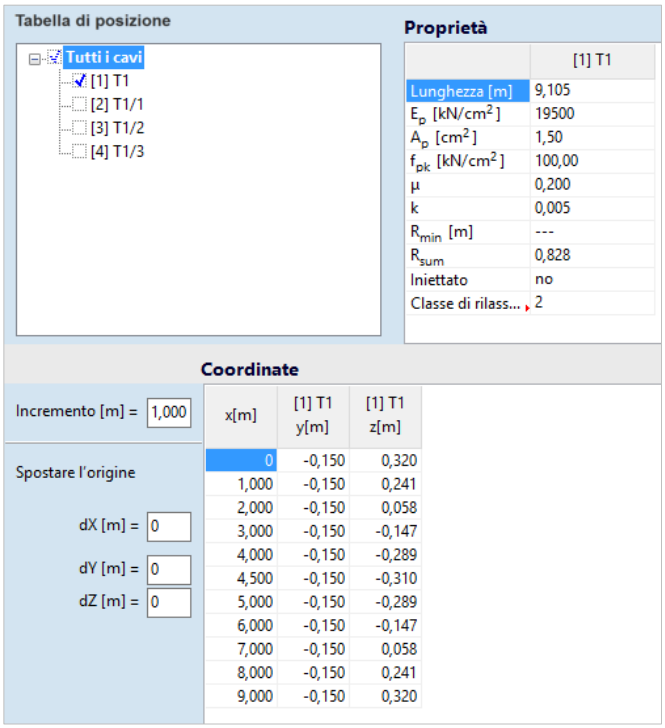
$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta\sigma_{c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0{,}8\Delta\sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi\, \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c}\left(1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2\right)\left[1 + 0{,}8\varphi\right]},$$

dove

$\Delta\sigma_{c+s+r}$	è la perdita di tensione a causa degli effetti sopra elencati
E_{cm}	è il modulo di elasticità secante del calcestruzzo
$\Delta\sigma_{pr}$	è la perdita di tensione assoluta a lungo termine a causa del rilassamento dei cavi in caso di 2° classe di rilassamento : $\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{\max} \cdot 0{,}66\rho_{1000} e^{9{,}1\mu} \cdot 500^{0{,}75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}$, in caso di 3° classe di rilassamento : $\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{\max} \cdot 1{,}98\rho_{1000} e^{8\mu} \cdot 500^{0{,}75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}$ dove ρ_{1000} = 2,5% è la perdita di rilassamento a una temperatura media di 20° C a 1000 ore dopo il tensionamento
φ	valore finale del coefficiente di fluage
$\sigma_{c,QP}$	è la tensione nel calcestruzzo adiacente ai cavi, a causa del peso proprio e della pretensione iniziale e delle altre azioni quasi-permanenti dove necessario.
A_p	è l'area della sezione trasversale totale dei tendini
A_c	è l'area di sezione trasversale del calcestruzzo
I_c	è il momento d'inerzia della sezione in calcestruzzo.
z_{cp}	è la distanza fra il baricentro della sezione in calcestruzzo e i cavi

Tabella di posizione

L'ultima cartella è per costruire una tabella di posizione dei cavi scelti con l'incremento chiesto e con l'eventuale variazione di origine. La tabella di posizione è formata dalle coordinate locali y e z dei cavi scelti alle posizioni x calcolate.
I punti di base definiti vengono mostrati sempre nella Tabella di Posizione.



Barra principale

La barra principale dispone di due pulsanti



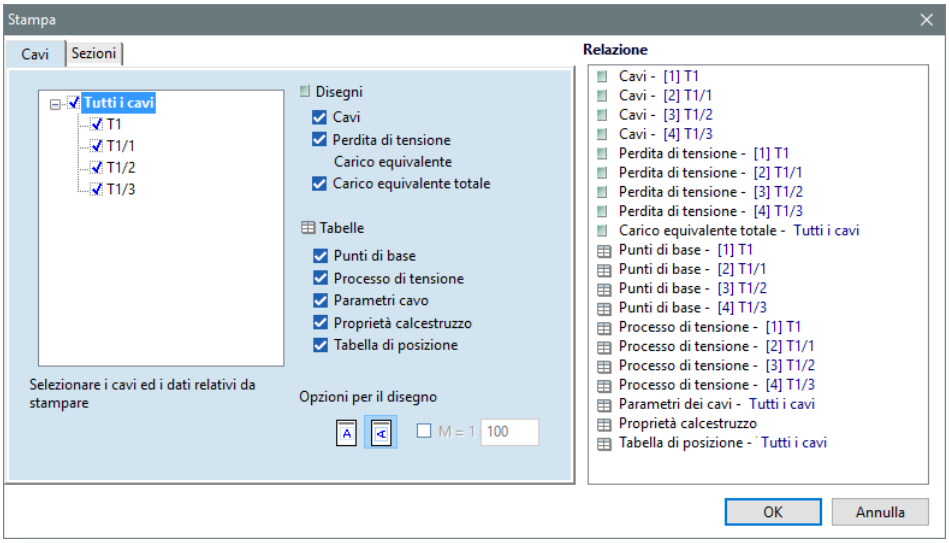
Copia diagramma
Ctrl+C

Copia il disegno dalla finestra attiva alla Clipoard come un metafile Windows. In questo modo il diagramma può essere trasmesso ad altre applicazioni (es. Word).

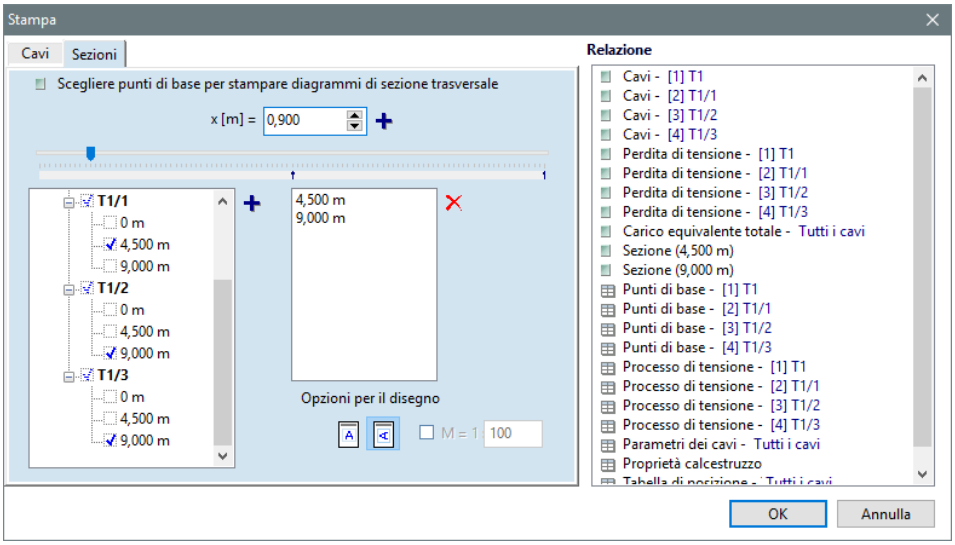


Stampa
Ctrl+P

Stampa una relazione circa la precompressione applicata utilizzando i diagrammi e le tabelle. Si possono definire cavi e gli elementi relativi. È possibile scegliere la posizione del disegno (verticale o orizzontale) e la scala relativa *(Opzioni di stampa per disegni)*.



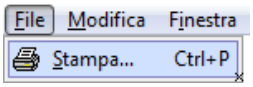
Si possono scegliere sezioni trasversali per stampare i diagrammi relativi.



Menu

È possibile eseguire le seguenti funzioni tramite il menu:

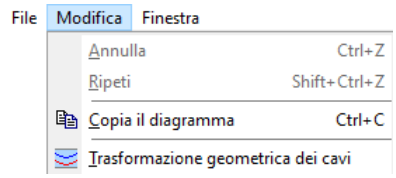
File



Stampa

Vedere... *Barra principale / Stampa*

Edit



Undo/Redo

Ritorna alla condizione prima del comando eseguito, annullando l'effetto. / Esegue il comando che era stato annullatto

Copia diagramma

Vedere... *Barra principale / Copia diagramma*

Trasformazioni geometriche di cavi

Vedere... *Cavi / Trasformazioni geometriche di cavi*

Finestra



Coordinate Attraverso una finestra che riporta le coordinate è facile editare la sezione longitudinale e la sezione trasversale rappresenta in un diagramma. La visualizzazione di questa finestra può essere accesa e spenta.

Status Sui diagrammi appare una finestra delle informazioni che presenta informazioni specifiche sul diagramma. La visualizzazione di questa finestra può essere accesa e spenta.

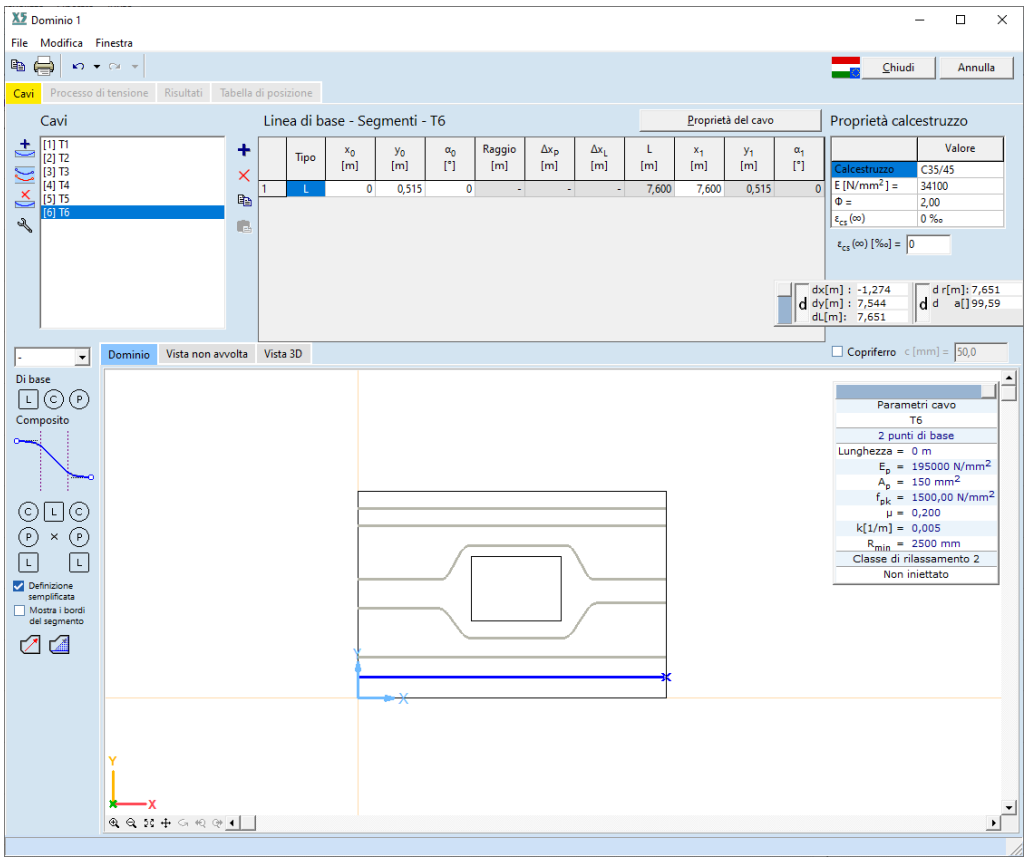
4.10.29.2. Post-tensionamento dei domini



Nella pagina Carichi, cliccando su questa icona e selezionando i domini, è possibile assegnare i cavi agli elementi selezionati.

Cavi

La prima scheda è quella per definire i parametri dei cavi e la geometria.



La geometria del cavo può essere visualizzata in tre viste.

Dominio I cavi sono visualizzati nella vista dall'alto mostrando la geometria della curva sul piano centrale (linea di base).

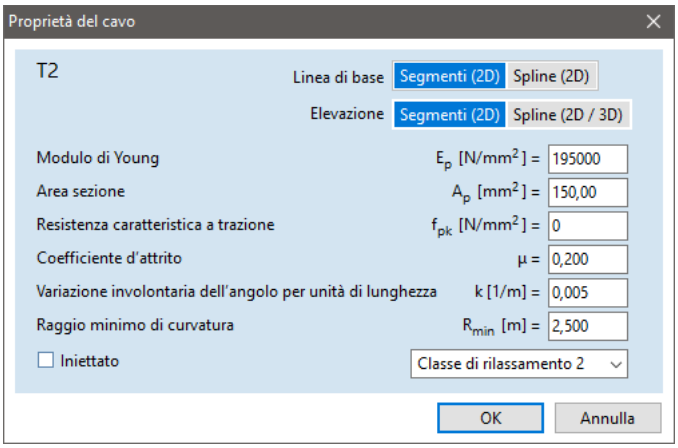
Vista non rivestita Altezza del cavo perpendicolare al piano centrale in funzione di x (la posizione della lunghezza d'arco sulla linea di base).

Vista 3D La vista 3D mostra il cavo e gli elementi in 3D.

Nota: I punti di base della geometria e i punti di inflessione sono mostrati sia nella vista non rivestita che nella vista 3D.

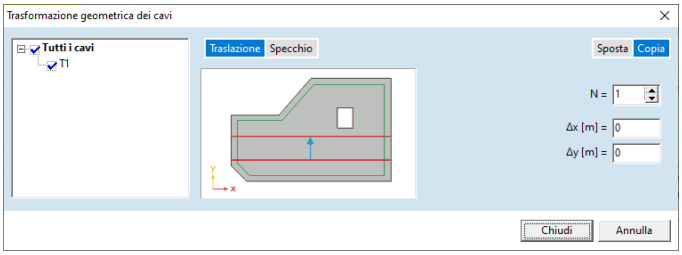
Le icone sulla barra degli strumenti verticale accanto alla lista dei cavi sono

Aggiungere un nuovo cavo
Le proprietà dei cavi sono le stesse di quelle descritte nella sezione precedente.
Anche la modalità di definizione della geometria del cavo può essere selezionata qui.



Linea di base è la proiezione perpendicolare del cavo al piano centrale del dominio.
Elevazione è la deviazione perpendicolare del cavo dalla linea di base.
Se *Elevazione* è definita come una spline 3D la proiezione perpendicolare effettiva del cavo può anche deviare dalla linea di base.
Per modificare le proprietà di cui sopra scegliere il cavo attivo e cliccare sul tasto *Propiertà cavi.*

Trasformazioni geometriche dei cavi



I cavi selezionati nell'albero possono essere traslati o specchiati. I cavi possono essere copiati o semplicemente spostati. Le coordinate *Δx, Δy* sono definite nel sistema di coordinate del cavo (vedi sotto). I cavi copiati ereditano i parametri originali e il processo di tensionamento ad essi assegnato.

Elimina cavo: elimina i cavi selezionati.

Opzioni: Impostazioni separate della griglia e del cursore per il diagramma del cavo longitudinale e della sezione trasversale.

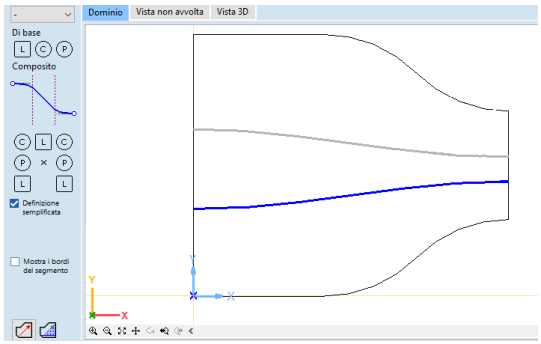
Parametri del calcestruzzo Sotto i parametri del calcestruzzo si possono controllare le proprietà del materiale del calcestruzzo. Inoltre, $e_{cs}(\infty)$, il valore a lungo termine della deformazione di ritiro del calcestruzzo può essere modificato.

Geometria del cavo Il primo passo è quello di disegnare la linea di base nella vista dall'alto nella scheda *Dominio* utilizzando gli strumenti di geometria basati su segmenti o spline come nel caso del post-tensionamento delle travi. Poiché la linea di base deve essere nel piano centrale della definizione della spline del dominio è limitata a 2D. Ogni cavo ha il proprio sistema di coordinate (vedi sotto).
Il secondo passo è quello di disegnare la curva di elevazione lungo la linea di base sulla scheda *Vista non ricoperta* utilizzando il metodo di definizione selezionato nella finestra di dialogo *Proprietà cavi.*
Il controllo del *Rivestimento in calcestruzzo* e l'inserimento del valore richiesto aiuta la definizione dei cavi come nel caso delle travi.

Sistema di coordinate dei cavi



Cliccare su questa icona per impostare l'origine (primo clic) e l'asse X locale (secondo clic) del sistema di coordinate del cavo. Il disegno del dominio sarà tradotto e ruotato di conseguenza. Disegnare la linea di base come nel caso dei raggi. L'asse Z del sistema di coordinate del cavo è perpendicolare al piano, mentre Y è definito secondo la regola della mano destra.
La ridefinizione del sistema di coordinate locali di un tendine esistente cancellerà il tendine e dovrà essere ridisegnato nel nuovo sistema.



Sistema di coordinate della traiettoria



Cliccare su questa icona per impostare l'origine (primo clic) e la direzione locale X (secondo clic) del sistema di coordinate e traiettoria (un sistema per tutti i cavi).

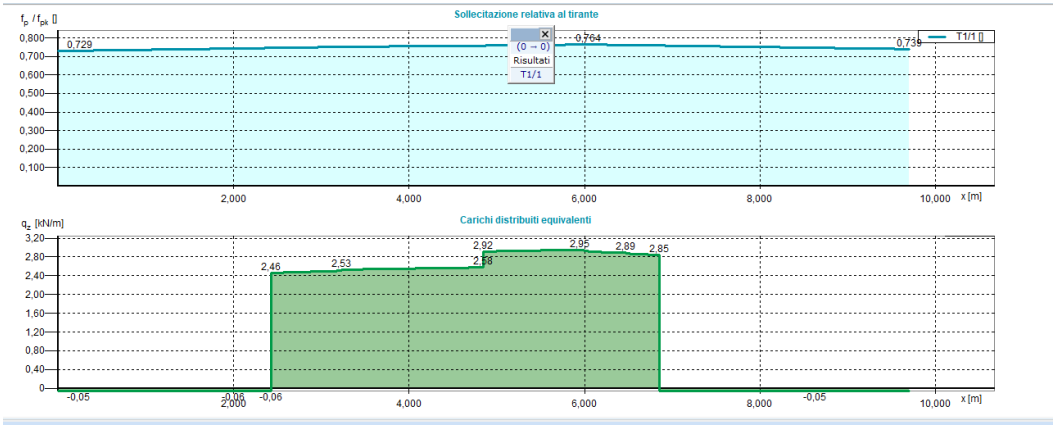
Processo di tensionamento

La seconda scheda serve a definire il processo di tensionamento dei cavi determinando l'ordine di alcune operazioni, proprio come per il tensionamento delle travi.

Includere la perdita di tensione dovuta a sollecitazioni sequenziali	Durante il post-tensionamento dei domini viene trascurata la perdita di elasticità dovuta a sollecitazioni sequenziali.

Risultati

Se tutti i cavi hanno parametri di materiale, geometria e processo di tensionamento validi, i diagrammi dei risultati vengono visualizzati nella scheda *Risultati*. I diagramma superiore mostra il rapporto tra la tensione effettiva e la resistenza alla trazione caratteristica. Il diagramma inferiore mostra il componente di carico distribuito equivalente scelto.
Nel caso di domini si può scegliere solo un cavo alla volta per le superfici post-tensionate.



Componenti Si può scegliere il componente del sistema di carico equivalente. Sono disponibili tre componenti di forza (*q_x, q_y* e *q_z*) e tre componenti di momento (m_x, m_y e m_z).

Tempo Le sollecitazioni nel cavo e la componente di carico equivalente possono essere illustrate subito dopo il tensionamento (scegliendo *T=0*) e dopo perdite a lungo termine (scegliendo *T=∞*). I componenti, relativi a *T=∞* possono essere scelti solo dopo un'analisi statica.

Il calcolo della perdita di carico viene effettuato nello stesso modo in cui è stato introdotto in precedenza, per le travi post-tensionate. Il calcolo delle perdite di carico subito dopo la messa in tensione trascura il ritiro elastico del calcestruzzo.

Tabella tracciato

Nell'ultima scheda la tabella di tracciato può essere creata allo stesso modo come per le travi. Il sistema di coordinate per le traiettorie può essere definito nella scheda *Cavi*.

Per il menu principale e le funzioni di reporting ***vedere***... *4.10.29.1 Post-tensionamento di elementi di trave e nervature*

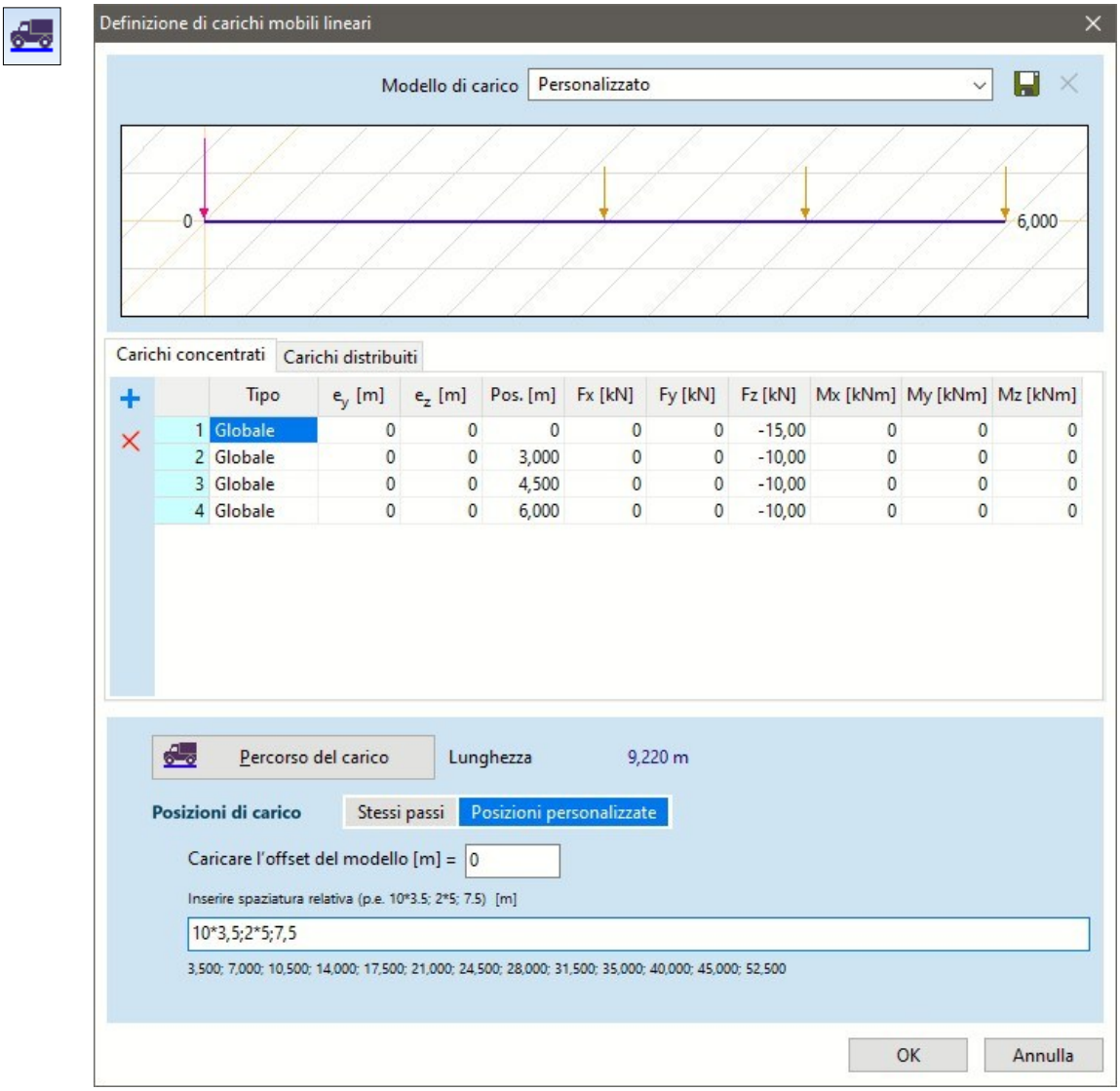
4.10.30. Carichi mobili



I carichi mobili permettono la definizione di una massa costante che si sposta, come ad esempio un veicolo che attraversa un ponte o un carrello gru in movimento.
Per poter inserire i carichi mobili occorre definire precedentemente un caso di carico mobile. E' possibile farlo tramite il comando *Carichi* facendo clic sull'icona *"Casi di carico e gruppi di carico".* ***Vedere...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico.* Le icone di carico mobile saranno abilitate solo se il caso di carico corrente è un caso di carico mobile. Dopo aver definito il carico, i nuovi casi di carico verranno creati automaticamente in base al numero specificato di passi. I casi di carico creati automaticamente sono mantenuti e aggiornati automaticamente e loro non possono essere cancellati o spostati individualmente in un altro gruppo di carico. Aumentando il numero di passi di carico si creano casi di carico aggiuntivi. La riduzione di questo numero rende inutili alcuni casi di carico. Questi casi di carico in eccesso verranno rimossi solo prima di salvare il modello.
I simboli di carico in movimento possono essere visualizzati in due modi. La prima opzione è quella di disegnare solo la fase corrente. La seconda è quella di disegnare altre fasi in grigio.

Aprire il browser Tabella per vedere il carico ed il percorso del carico nel formato tabulare. Queste tabelle possono essere utilizzate anche ai fini della relazione.

4.10.30.1. Carichi mobili su elementi lineari



I carichi mobili su elementi lineari vengono definiti dall'utente che ne stabilisce anche *N,* ovvero il numero di passi.
Nel modello di carico è possibile definire sia carichi concentrati che carichi distribuiti.
Di ogni singolo carico è possibile specificare il riferimento, la posizione e l'intensità.

Si possono applicare insieme sullo stesso punto carichi verticali ed orizzontali.
I singoli carichi del modello possono essere locali o globali e se ne può impostare la posizione, l'eccentricità e le componenti di intensità. In questo modo, il carico verticale di un carrello della gru e le forze orizzontali possono essere applicate insieme sulla pista. L'eccentricità del carico è sempre parallela all'asse y o z locale. L'eccentricità del carico è sempre parallela all'asse y o z locale e il suo segno viene interpretato nella direzione del sistema locale dell'elemento finito.
I carichi possono essere aggiunti al modello facendo clic sull'icona più e compilando i campi della riga. Le righe selezionate possono essere eliminate facendo clic sull'icona Cancella sotto l'icona più.
I carichi inseriti possono essere salvati come modello e caricati successivamente.
Dopo la definizione del modello di carico occorre definire il percorso di carico, che deve risultare una sequenza di elementi lineari contigui.
Dopo aver selezionato il percorso occorre specificare il punto iniziale e finale, questi punti debbono coincidere con dei nodi degli elementi lineari del percorso.

Indipendentemente dai passi scelti il caso di carico più vicino al punto iniziale sarà posto sul nodo iniziale, mentre il caso di carico più vicino al punto finale sarà posto sul nodo finale. La direzione *z* del carico coincide esattamente con la *z* locale degli elementi lineari del percorso.
La modifica o la cancellazione di un elemento lineare facente parte del percorso di un carico mobile lineare ne produce l'immediato ricalcolo.

Posizioni di carico

Le posizioni del carico mobile possono essere specificate in passi uguali o come *Posizioni personalizzate*.

Passi regolari

Il valore di *N* determina il numero di passi che il modello di carico compie in modo uniforme lungo il percorso.



Modalità binari della gru

Nella prima fase il carico con la coordinata più bassa sul schema sarà posizionato nel punto iniziale. Nell'ultima fase il carico con la coordinata più alta sarà posizionato nel punto finale.



Modalità ponte

Nella prima fase il carico con la coordinata più alta sul schema sarà posizionato nel punto iniziale. Nell'ultima fase il carico con la coordinata più bassa sarà posizionato nel punto finale.



Unidirezionale: I carichi viaggiano dal punto iniziale al punto finale in N passi.



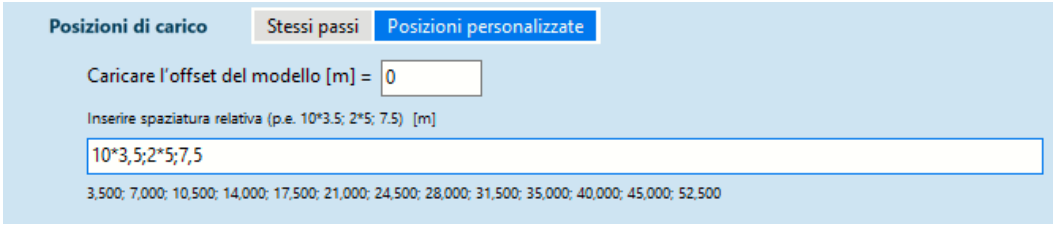
Percorso circolare: I carichi viaggiano dal punto iniziale al punto finale e viceversa in 2N passi.

Posizioni personalizzate

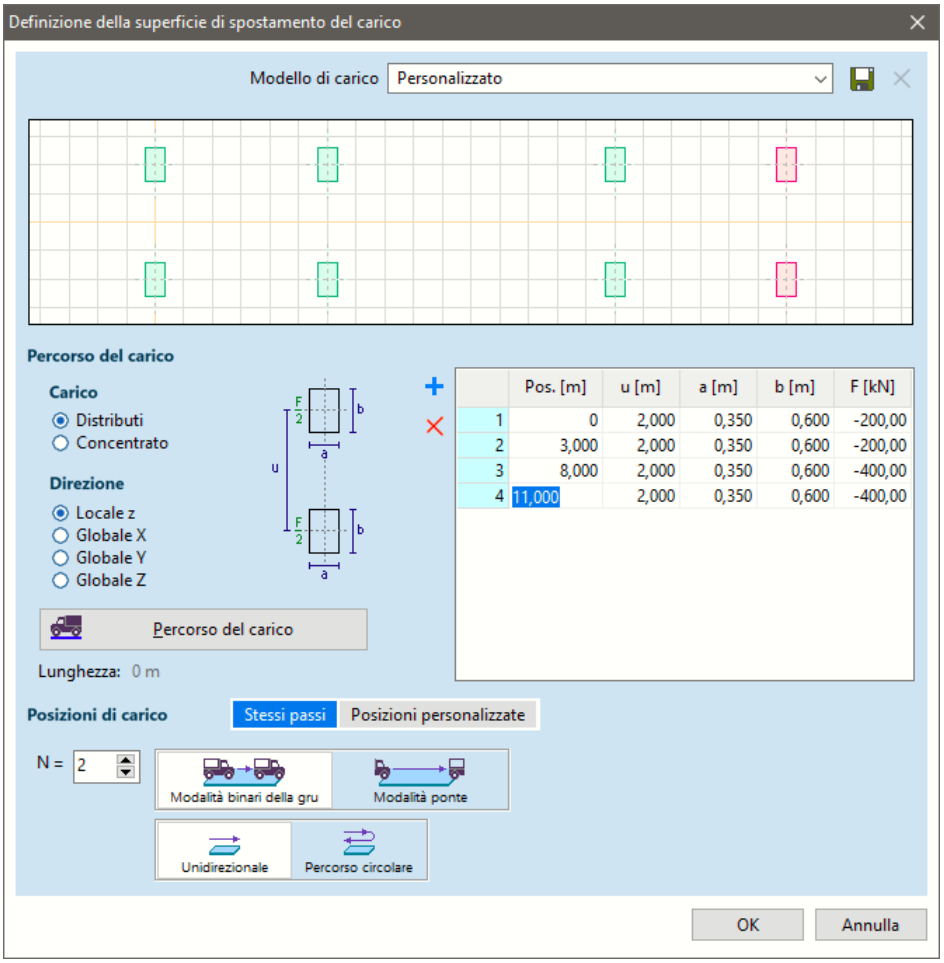
Lo schema di carico può essere spostato in qualsiasi posizione lungo il percorso del carico. La lunghezza dei passi può essere specificata come in una griglia strutturale: il programma si aspetta valori numerici o sequenze specificate nel formato n*d (dove n è il numero di passi, d è la lunghezza di un passo), separati da punti e virgola. Se si vuole impostare il carico sul punto di partenza del percorso, il primo valore deve essere 0..

Offset dello schema di carico

Il modello di carico può avere un offset. Se è zero, il carico più a sinistra dello schema di carico sarà posizionato sulle posizioni indicate.



4.10.30.2. Carichi mobili sui domini o pannelli di carico



Questo tipo di carico è molto comodo per definire il carico di un veicolo in transito, dove *u* rappresenta la distanza tra le ruote dello stesso asse, *a* e *b* definiscono la superficie di contatto e quindi di distribuzione del carico e Pos definisce il passo del veicolo.
Per aggiungere un carico occorre cliccare sul bottone col simbolo più, compilare successivamente le celle della nuova riga appena aggiunta. Per cancellare un carico basta selezionarne la riga e cliccare sul pulsante cancella.
Dopo la definizione del modello di carico è necessario selezionare il percorso di carico. Deve essere una polilinea continua che attraversa domini o pannelli di carico.
Il percorso di carico non deve necessariamente rimanere nello stesso piano e può attraversare buchi o aree vuote tra domini e pannelli di carico.
Il punto iniziale e finale del percorso è il primo e l'ultimo punto della polilinea.
Ogni passo conterrà solo i carichi che cadono effettivamente su un dominio o pannelli di carico.
La direzione z locale del modello di carico sarà la direzione z locale del dominio o pannello di carico su cui è posto. Nel caso di un percorso che corre lungo il bordo di due o più domini in piani diversi vengono presi in considerazione solo i domini nelle parti attive. La direzione z locale sarà scelta trovando il dominio con il minimo angolo tra le direzioni z locale e Z globale.
Oltre al pulsante del percorso di carico, può essere impostato il valore di N. Esso determina il numero di passi che il modello di carico farà uniformemente lungo il percorso.
Al primo passo, il carico con la coordinata più bassa nel modello sarà posizionato sopra il punto di partenza. Nel ultimo passo il carico con la coordinata più alta nello schema sarà posizionato sopra il punto finale.
Cambiare la geometria del dominio/pannello di carico porterà ad un ricalcolo automatico delle fasi di carico.

Posizioni di carico Le posizioni del carico mobile possono essere specificate in passi uguali o come *Posizioni personalizzate*.

Passi regolari Il valore di *N* determina il numero di passi che il modello di carico compie in modo uniforme lungo il percorso.



Modalità binari della gru

Nella prima fase il carico con la coordinata più bassa sul schema sarà posizionato nel punto iniziale. Nell'ultima fase il carico con la coordinata più alta sarà posizionato nel punto finale.



Modalità ponte

Nella prima fase il carico con la coordinata più alta sul schema sarà posizionato nel punto iniziale. Nell'ultima fase il carico con la coordinata più bassa sarà posizionato nel punto finale.



Unidirezionale: I carichi viaggiano dal punto iniziale al punto finale in N passi.



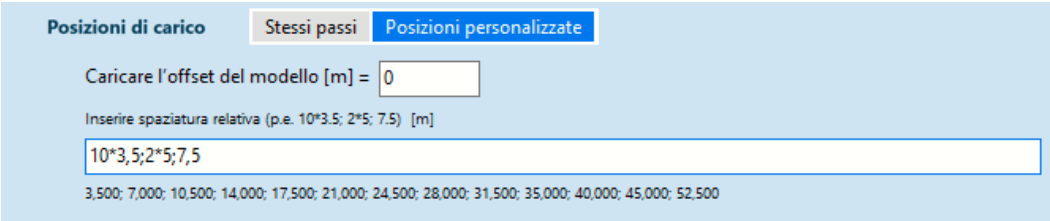
Percorso circolare: I carichi viaggiano dal punto iniziale al punto finale e viceversa in 2N passi.

Posizioni personalizzate

Lo schema di carico può essere spostato in qualsiasi posizione lungo il percorso del carico. La lunghezza dei passi può essere specificata come in una griglia strutturale: il programma si aspetta valori numerici o sequenze specificate nel formato n*d (dove n è il numero di passi, d è la lunghezza di un passo), separati da punti e virgola. Se si desidera impostare il carico sul punto di partenza del percorso, il primo valore deve essere 0.

Offset dello schema di carico

Il modello di carico può avere un offset. Se è zero, il carico più a sinistra dello schema di carico verrà posizionato sulle posizioni indicate.

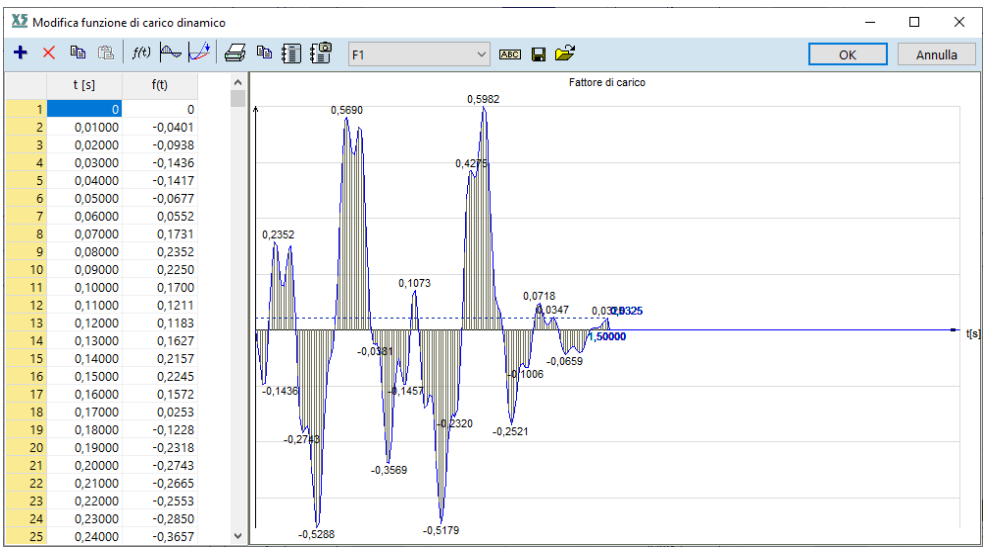


4.10.31. Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN

I carichi dinamici nodali e le funzioni di accelerazione possono essere definiti per l'analisi tempo-storia.
Le funzioni di accelerazione possono essere utilizzate anche per l'analisi sismica. In questo caso si consiglia di ottenere accelerogrammi sismici adeguati e assegnare queste funzioni per sostenere gli appoggi nodali per analizzare gli effetti del sisma. Questo metodo fornisce risultati più precisi rispetto all'analisi dello spettro di risposta e può essere utilizzato, anche se nel modello sono definiti gli elementi non lineari (appoggi non lineari, solo la tensione per gli elementi reticolari, ecc.) Il suo svantaggio è che non può essere combinato automaticamente con altri tipi di carico.

☞ ***Per definire i carichi nodali oppure le funzioni di accelerazione, il caso del carico corrente deve essere un caso di carico dinamico.*** ***Vedere...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

Definizione delle funzioni



I carichi dinamici e le accelerazioni sono definiti da funzioni che descrivono il parametro tempo. È possibile modificare la funzione nella finestra di dialogo del carico dinamico.
Le funzioni devono essere settate in una tabella come coppie di valori. L'icona Più aggiunge una nuova riga, l'icona Elimina cancella le righe selezionate. Le funzioni sono tracciate automaticamente e possono essere stampate. Le funzioni possono essere riutilizzate. Per renderle disponibili in seguito, è possibile salvarle nella libreria di funzioni. Le funzioni salvate possono essere ricaricate, modificate e salvate con un nuovo nome. Le funzioni vengono salvate in **.dfn* file nella cartella *c:\ Users \ [user name] \ AppData \ Roaming \ AXISVM \ [version number] \ dfn*.

☞ ***Se la durata totale dell'analisi dinamica supera la lunghezza della funzione in tempo, i valori dei parametri oltre la fine della funzione sono assunti come zero.***



Tabella delle funzioni di modifica


Aggiungere una nuova riga alla tabella.

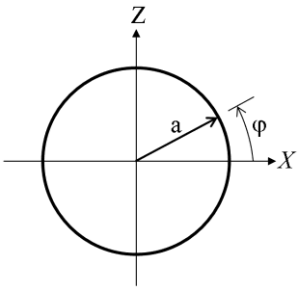

Elimina le righe selezionate dalla tabella.


Copia le celle selezionate negli appunti.


Inserire il contenuto degli appunti nella tabella.



Inserisci funzione.
La funzione f(t) di carico può essere aggiunta come una formula. Le operazioni e le funzioni disponibili sono: +, –, * , /, (,), *sin, cos, tan, exp, ln, log10, log2, sinh, cosh, tanh, arcsin, arccos, arctan, arcsinh, arccosh, arctanh, int, round, frac, sqr, sqrt, abs, sgn, random.*
random(t) restituisce un numero random compreso tra 0 e 1.
Una macchina in rotazione attorno all'asse Y ha una funzione di carico dinamico con i seguenti componenti X e Z:



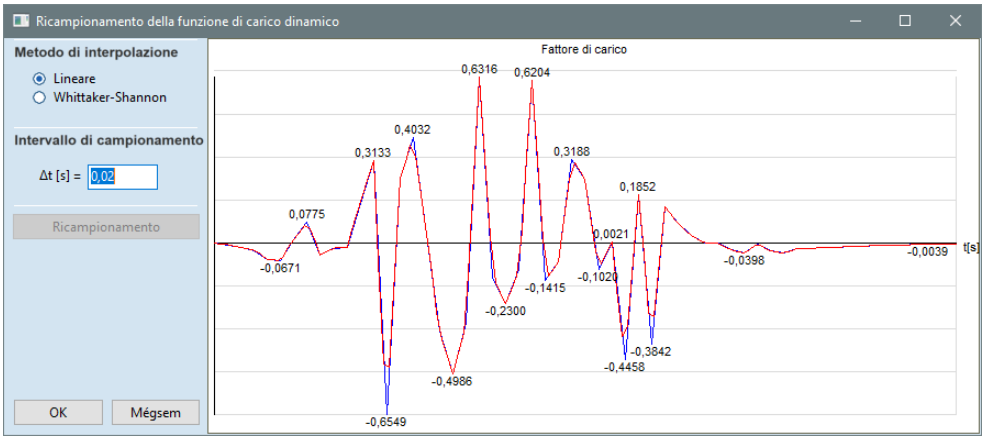
$fx(t) = a^* \cos(\omega t + \varphi)$ e $fz(t) = a^* \sin(\omega t + \varphi)$

Visto che le funzioni sono rappresentate come una serie di valori deve essere specificato un valore di Δt ed un valore di tempo totale Tmax.


Ricampionamento della funzione originale con campionamento equidistante.
I valori della nuova funzione agli istanti di campionamento che si trovano tra i punti originali sono ottenuti per interpolazione. Sono disponibili i seguenti metodi di interpolazione:

Lineare

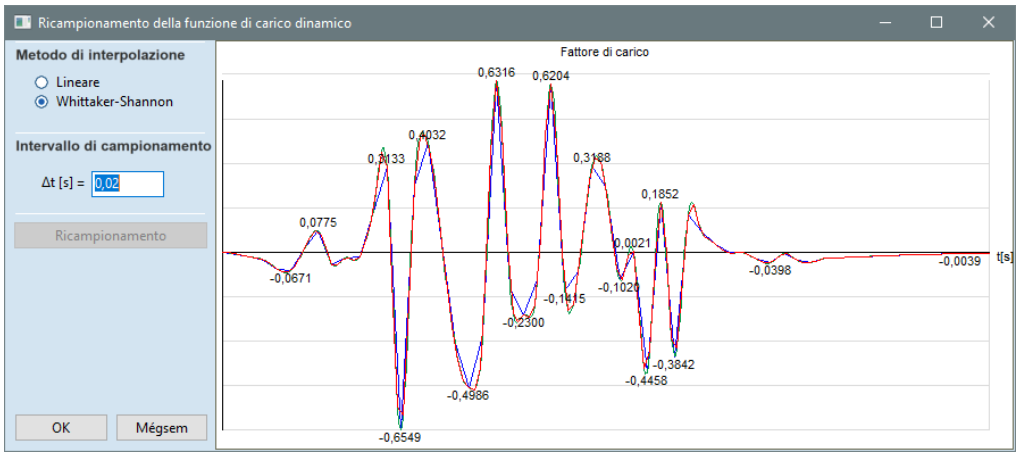
La funzione originale è considerata come lineare frammentata e i valori della nuova funzione sono mantenuti dai segmenti lineari. Nella figura seguente è possibile vedere insieme la funzione originale (linea blu) e la nuova funzione ricampionata (linea rossa).



Questo metodo è consigliato se la funzione originale è veramente lineare a tratti. Se la funzione originale è una funzione continua campionata (ad esempio una misurazione archiviata o una

funzione generata dalla composizione spettrale di Fourier), questo metodo non può approssimare la funzione continua curva originale tra i punti di campionamento. Inoltre, nella figura precedente si perdono diversi valori estremi locali della funzione originale, poiché le istanze di campionamento della nuova funzione non concordano con quelle originali. In questi casi si consiglia il metodo di interpolazione Whittaker-Shannon.

Whittaker-Shannon
La funzione originale è considerata come una funzione continua campionata equidistante e i valori della nuova funzione sono ottenuti dalla funzione continua ricostruita.
Nella figura seguente è possibile vedere insieme la funzione originale (linea blu), la funzione continua ricostruita (curva verde) e la nuova funzione (linea rossa). Si può anche vedere che i valori estremi originariamente campionati della funzione continua si riferiscono alla funzione ricostruita.



Il metodo implementato si basa sulla formula di interpolazione di Whittaker-Shannon [37]:

$$f_{new}(t) = \sum_{i=1}^{n} f(t_i) \cdot \mathrm{sinc}\left(\frac{t - t_i}{h}\right) = \sum_{i=1}^{n} f(t_i) \cdot \frac{\sin\left(\pi \frac{t - t_i}{h}\right)}{\pi \frac{t - t_i}{h}}$$

dove h è l'intervallo di campionamento della funzione originale e $t_i = hi$ è l'istanza di campionamento del punto ith della funzione originale.

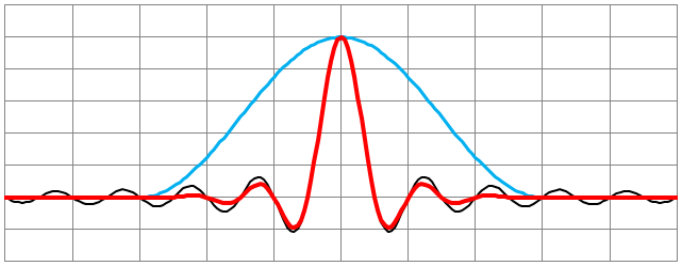
Se il criterio di Nyquist [38] è soddisfatto (la funzione continua era a banda limitata e la frequenza di campionamento del record originale era almeno due volte il limite di banda), la funzione continua originale può essere perfettamente ricostruita. Sebbene una funzione di lunghezza finita non possa essere limitata al minimo, il criterio di Nyquist può essere ben approssimato nei casi pratici. Pertanto, è possibile ottenere una buona stima della funzione continua originale.
Poiché la funzione di interpolazione di Whittaker-Shannon ha una lunghezza infinita, la fine in dissolvenza delle funzioni potrebbe diventare ondulata. Per evitare questo fenomeno viene utilizzato un ulteriore fattore di forma del coseno nel metodo implementato:

$$f_{new}(t) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} f(t_i) \cdot \frac{\sin\left(\pi \frac{t - t_i}{h}\right)}{\pi \frac{t - t_i}{h}} \cdot W_i(t) & se \quad |t - t_i| \le 0.5T_w \\ 0 & se \quad |t - t_i| > 0.5T_w \end{cases}$$

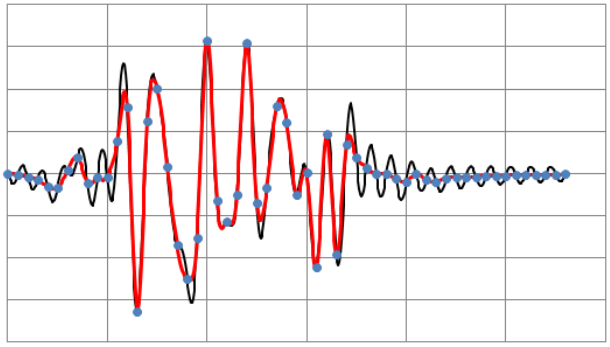
$$W_i(t) = \begin{cases} \frac{1 + \cos\left(\pi \frac{t - t_i}{0.5T_w}\right)}{2} & se \quad |t - t_i| \le 0.5T_w \\ 0 & se \quad |t - t_i| > 0.5T_w \end{cases}$$

dove T_w è la lunghezza della onda del coseno. È impostato sul 10% della lunghezza del record.

L'immagine seguente mostra la funzione di interpolazione Whittaker-Shannon originale (curva nera), il fattore di forma del coseno (curva blu) e la funzione di interpolazione della lunghezza finita risultante (curva rossa).

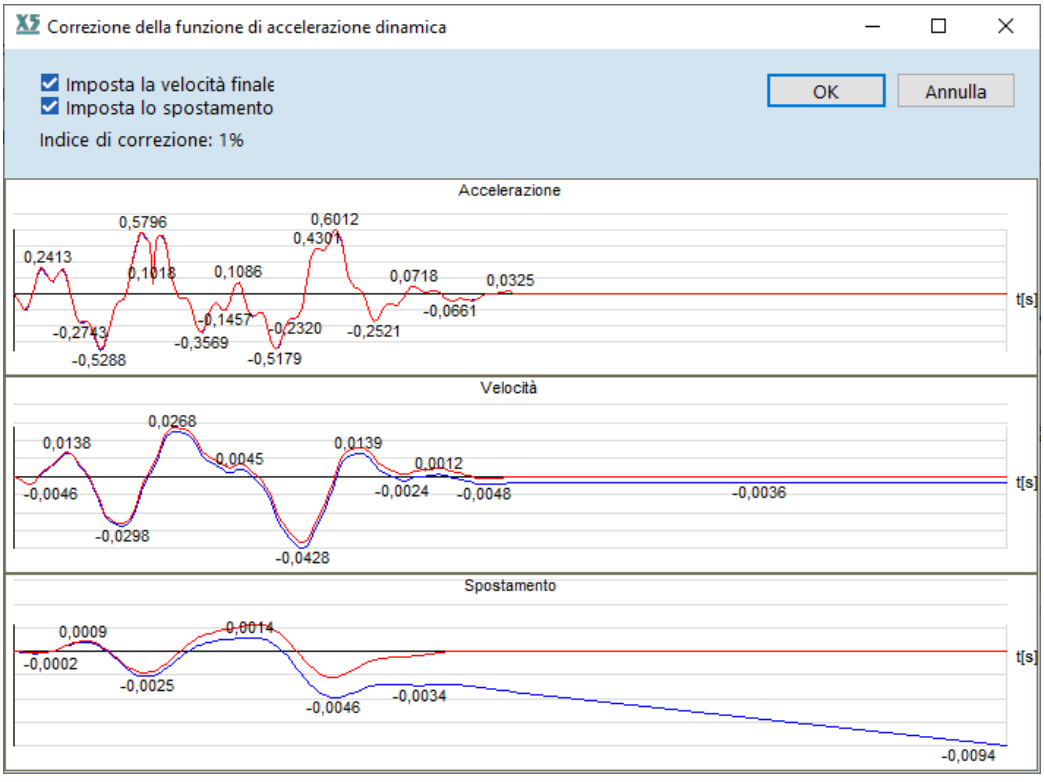


Nella figura seguente le estremità ondulate ottenute con la formula di interpolazione Whittaker-Shannon originale (curva nera) e l'estremità liscia con l'interpolazione ondulata (curva rossa) possono essere viste insieme. I cerchi blu mostrano i punti campione della funzione originale. Si può vedere che nel mezzo della grande ampiezza della registrazione le funzioni continue ricostruite ottenute con le diverse funzioni di interpolazione, coincidono quasi. Ma alle estremità solo la curva rossa è lisciata.



☞ ***Il metodo di interpolazione di Whittaker-Shannon è disponibile solo per le funzioni ottenute dal campionamento equidistante.***

Correzione del record di accelerazione per produrre velocità finale zero e/o spostamento finale zero



I record misurati di accelerazione del terremoto di solito non producono esattamente velocità zero e spostamento zero alla fine del record, a causa delle inesattezze di misurazione. La velocità finale diversa da zero appare come un movimento infinito dei supporti con velocità costante oltre la fine del record. Lo spostamento finale diverso da zero causa che i supporti si fermino dalla loro posizione originale alla fine del record. Qualsiasi di queste imprecisioni possono essere eliminati applicando una piccola modifica al record di accelerazione. Il tipo di correzione può essere selezionato dalle caselle di controllo. Il grafico blu mostra il record originale e il grafico rosso mostra quello corretto. La velocità di correzione è definita dal rapporto tra i valori RMS della modifica e del record originale.

$$Indice\ di\ correzione = \frac{RMS\big(a_{corr}(t) - a(t)\big)}{RMS\big(a(t)\big)} = \frac{\frac{1}{T}\int_0^T \big(a_{corr}(t) - a(t)\big)^2 dt}{\frac{1}{T}\int_0^T a^2(t)dt}$$

dove $a(t)$ è il record originale e $a_{corr}(t)$ è quello corretto.

Il metodo di correzione implementato è simile a quello proposto da Wilson [25, Appendice J.4].
La velocità e lo spostamento alla fine del record sono

$$V = \int_0^T a(t)dt \qquad \mathrm{U} = \int_0^T (T-t)a(t)dt$$

Il record corretto è calcolato da

$$a_{corr}(t) = \begin{cases} \big(1 + c_1^+ h_1(t) + c_2^+ h_2(t)\big)a(t) & if \quad a(t) \geq 0 \\ \big(1 + c_1^- h_1(t) + c_2^- h_2(t)\big)a(t) & if \quad a(t) < 0 \end{cases}$$

dove $h_1(t) = \frac{T-t}{T}$ e $h_2(t) = \frac{t}{T}$ sono funzioni di ponderazione e c_1^+, c_1^-, c_2^+, c_2^- sono fattori di correzione.

La funzione ponderazione $h_1(t)$ concentra la correzione a causa dello spostamento finale diverso da zero all'inizio del record, mentre $h_2(t)$ concentra la correzione a causa della velocità finale diversa da zero alla fine del record. I quattro fattori di correzione sono determinati dai seguenti quattro criteri. La velocità finale e lo spostamento dopo la correzione dovrebbero essere zero o dovrebbero essere uguali ai loro valori originali a seconda dello stato delle caselle di controllo. La quantità delle correzioni applicate alla parte positiva e alla parte negativa della registrazione dovrebbe essere uguale.

Sebbene le formule precedenti siano scritte come funzioni continue di tempo, i calcoli vengono eseguiti sulle serie temporali discrete dell'accelerogramma.

Diagrammi e report



Stampa diagramma e valori tabellari.



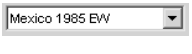
Copia il diagramma e i valori tabellari negli appunti.



Inizia la creazione di report.
.



Salva il diagramma nella Galleria. ***Vedi...*** *2.10.5 Galleria*



La funzione precedentemente salvata nella libreria può essere caricata selezionando il suo nome dal menu a tendina.



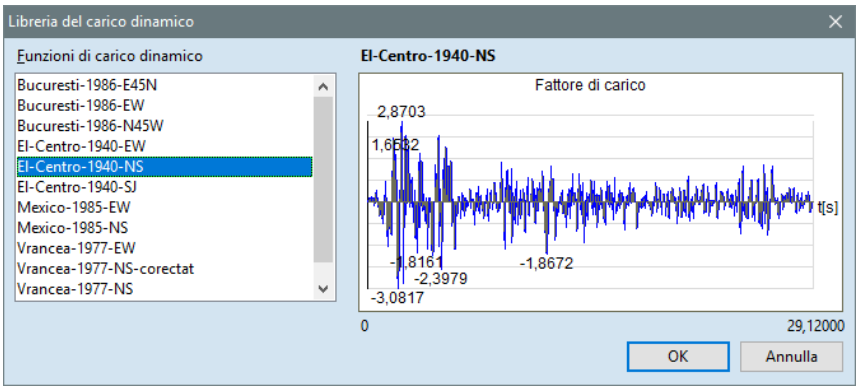
Rinomina la funzione corrente.



Salva la funzione attuale nella libreria.



Carica una funzione dalla libreria.



☞ ***Il primo punto della funzione deve essere al tempo t=0. Questo valore non può essere modificato o cancellato. Se il carico è applicato solo a T> 0, il valore della funzione deve essere zero tra 0 e T.***

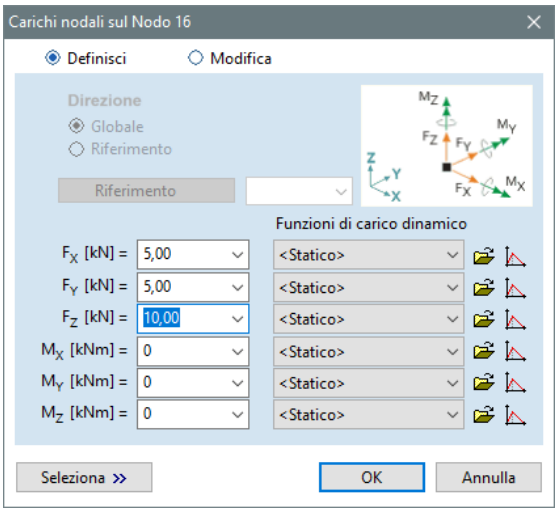
4.10.31.1. Carico Dinamico nodale

Per definire i carichi dinamici nodali selezionare i nodi, e settare i parametri nella finestra di dialogo.

Per ogni componente è possibile assegnare una intensità e una funzione di carico dinamico che descrive la dipendenza dal tempo del fattore di carico.

Per utilizzare una funzione esistente dalla libreria, cliccare la prima icona accanto alla tendina. Per modificare la funzione di carico fare clic sulla seconda icona.

Le direzioni di carico possono essere le direzioni globali X, Y e Z oppure possono essere determinate da un punto di riferimento scelto dall'utente.In quest'ultimo caso c'è solo una forza e un momento.



E 'possibile definire una costante (indipendente dal tempo) di carico, selezionando <Statico> dalla tendina *Funzioni di carico dinamico*.

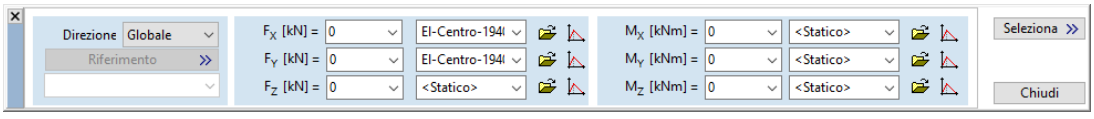
☞ ***Il valore attuale del componente di carico in t sarà calcolato come,*** $F_i(t) = F_i \cdot f(t)$ ***ad esempio l'intensità del carico viene moltiplicata per un fattore di carico dipendente dal tempo.***

☞ ***Se un carico dinamico è definito su un elemento su cui esiste già un analogo carico dinamico, il carico esistente verrà sovrascritto.***

Modifica, elimina — I carichi dinamici possono essere modificati o cancellati allo stesso modo come carichi statici.

I carichi dinamici sono visualizzati come frecce gialle tratteggiate

4.10.31.2. Carico concentrato dinamico su dominio o pannello di carico

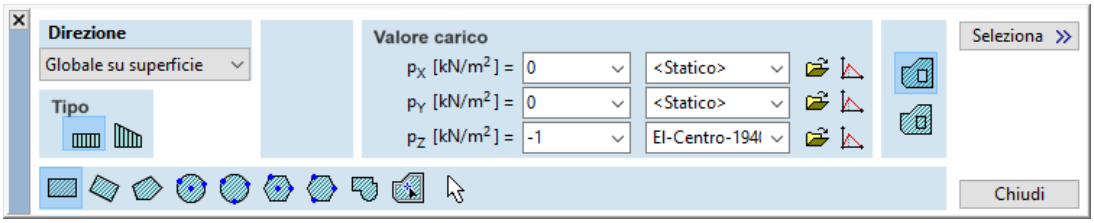


La posizione e la direzione del carico possono essere impostate come descritto in *4.10.5 Carico concentrato su un Dominio o pannello di carico*. Per ogni componente è possibile specificare l'intensità del carico e una funzione dipendente dal tempo.
Le funzioni possono essere create e modificate nell'Editor di funzioni o caricate dalla libreria delle funzioni.

☞ **Il valore effettivo del carico in un dato tempo t sarà l'intensità del carico moltiplicato per la funzione tempo-dipendente:** $F_i(t) = F_i \cdot f_i(t)$

La forza dinamica viene visualizzata come una freccia gialla tratteggiata.

4.10.31.3. Area di carico dinamico indipendente dalla mesh su domini o pannelli di carico



Il poligono di carico e la direzione del carico possono essere definiti come descritto in *4.10.10 Carichi di superficie su dominio*..
Per ogni componente è possibile specificare un'intensità di carico e una funzione dipendente dal tempo. Le funzioni possono essere create e modificate nell'Editor di funzioni o caricate dalla libreria delle funzioni.

Il valore effettivo del carico in un dato tempo t sarà l'intensità del carico moltiplicato per la funzione tempo-dipendente: $F_i(t) = F_i \cdot f_i(t)$

La forza dinamica viene visualizzata come un'area verde.

4.10.31.4. Accelerazione dinamica di appoggio

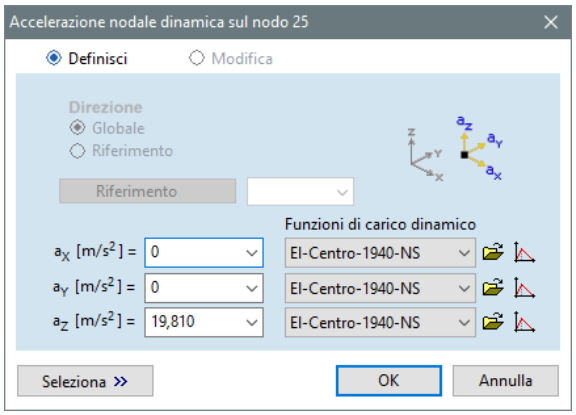
La funzione di accelerazione può essere assegnata a qualsiasi appoggio nel modello.

Per ogni componente è possibile assegnare una intensità e una funzione di carico dinamico che descrive la dipendenza dal tempo del fattore di carico.

Il valore attuale dell'accelerazione in t sarà calcolato come

$$a_i(t) = a_i \cdot f_i(t)$$

ad esempio l'accelerazione viene moltiplicata per un fattore di carico dipendente dal tempo.



L'accelerazione agisce nella parte inferiore dell'appoggio. L'accelerazione dell'appoggio può essere diverso a seconda della rigidità dell'appoggio stesso.

Se l'accelerazione è definita per un appoggio con un carico di accelerazione esistente, il carico esistente verrà sovrascritto.

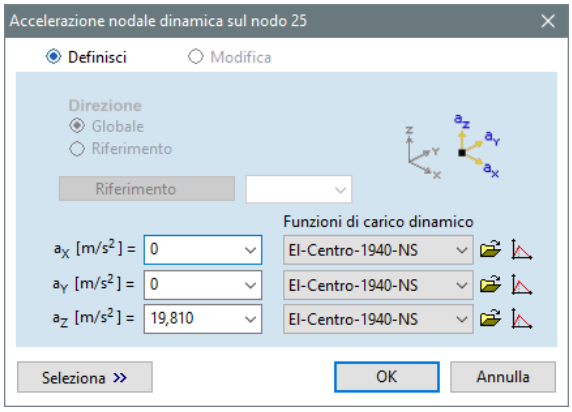
Se degli appoggi multipli sono attaccati ad un nodo, l'accelerazione agisce su tutti gli appoggi.

Modifica, elimina

I carichi dinamici possono essere modificati o cancellati allo stesso modo come carichi statici.

I carichi dinamici sono visualizzati come frecce gialle tratteggiate.

4.10.31.5. Accelerazione nodale dinamica



L'accelerazione nodale può essere assegnata a qualsiasi nodo del modello. Per ogni componente è possibile assegnare una intensità e una funzione di carico dinamico che descrive la dipendenza dal tempo del fattore di carico.

Il valore attuale dell'accelerazione in t sarà calcolato come

$$a_i(t) = a_i \cdot f_i(t)$$

ad esempio l'accelerazione viene moltiplicata per un fattore di carico dipendente dal tempo.

☞ ***Se l'accelerazione è definita per un appoggio con un carico di accelerazione esistente, il carico esistente verrà sovrascritto.***

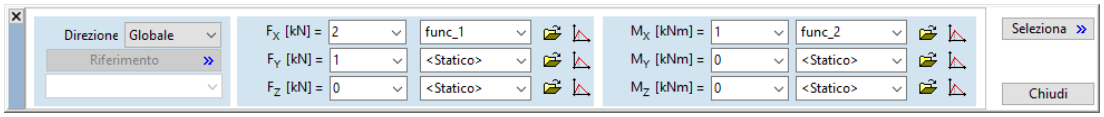
☞ ***Per specificare l'accelerazione al suolo per l'analisi sismica devono essere definiti le accelerazioni nodali.***

Modifica, elimina

I carichi dinamici possono essere modificati o cancellati allo stesso modo come carichi statici.

I carichi dinamici sono visualizzati come frecce gialle tratteggiate.

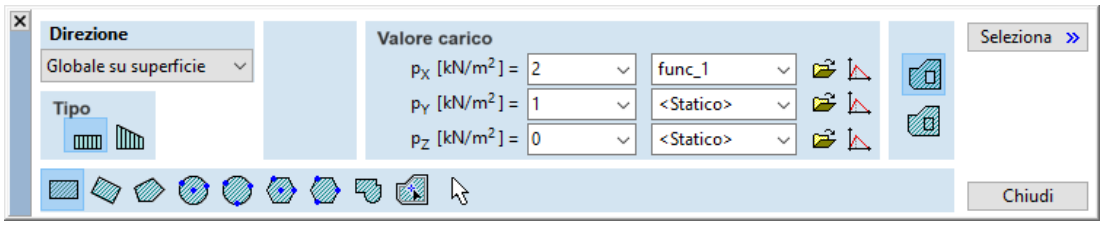
4.10.31.6. Carico puntuale dinamico sul dominio o sul pannello di carico



Impostare la posizione e la direzione del carico come per i carichi statici. ***Vedere...*** *4.10.5 Carico concentrato su un Dominio o pannello di carico.* Ad ogni componente può essere assegnata una funzione che descrive un fattore di carico in funzione del tempo. Il valore effettivo di un componente di carico in t sarà calcolato come $F_i(t) = F_i \cdot f_i(t)$, i.e. l'intensità del carico viene moltiplicata per un fattore di carico che dipende dal tempo.
Per creare una nuova funzione cliccare sull'icona della funzione, per applicare una funzione esistente scegliere dall'elenco a cascata o aprire la libreria.

I carichi dinamici vengono visualizzati come frecce gialle tratteggiate.

4.10.31.7. Carico dinamico di superficie sul dominio o sul pannello di carico



Definizione

Impostare la posizione e la direzione del carico come per i carichi statici. ***Vedere...*** *4.10.10 Carichi di superficie su dominio.* Ad ogni componente può essere assegnata una funzione che descrive un fattore di carico in funzione del tempo. Il valore effettivo della componente di carico in t sarà calcolato come $p_i(t) = p_i \cdot f_i(t)$, i.e. l'intensità del carico viene moltiplicata per un fattore di carico che dipende dal tempo.
Per creare una nuova funzione cliccare sull'icona della funzione, per applicare una funzione esistente scegliere dall'elenco a cascata o aprire la libreria.

I carichi dinamici vengono visualizzati come aree verdi.

4.10.32. Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8

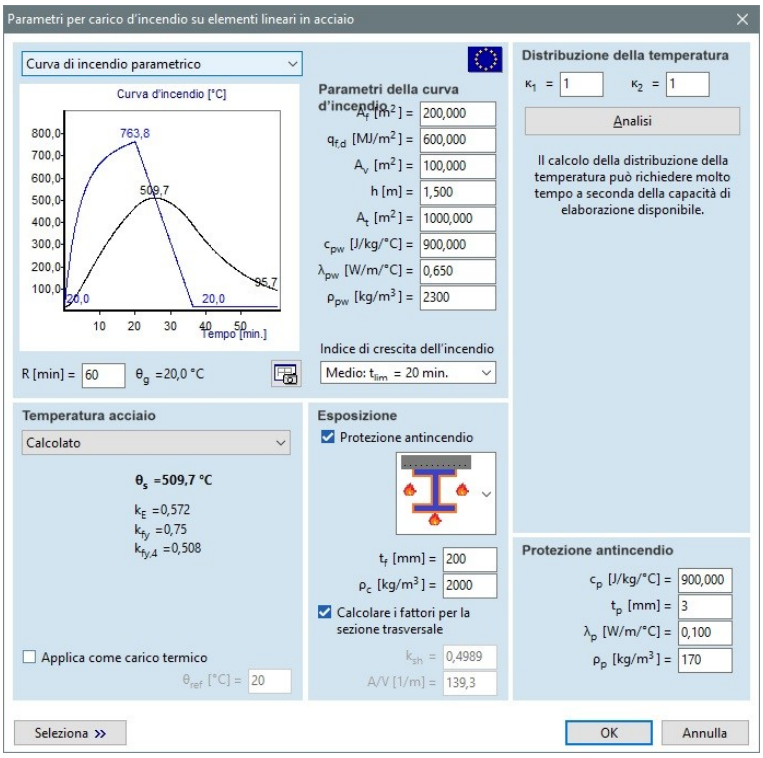
Codici di progettazione

In AXISVM, gli effetti del fuoco possono essere generati secondo diversi codici nazionali. I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al *3.3.7 Codici di calcolo*



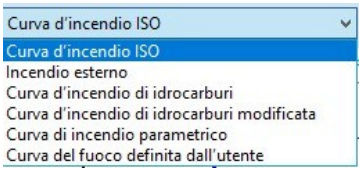
Definizione dell'effetto fuoco

Per definire l'effetto del fuoco sugli elementi lineari, fare clic sull'icona Definisci effetto del fuoco sopra gli elementi lineari, nella barra degli strumenti Carichi.



Scegliere una curva di fuoco

L'effetto fuoco è rappresentato da una curva di fuoco che specifica la temperatura del gas nel compartimento antincendio in funzione del tempo.



Curva di temperatura-tempo standard (cosiddetta curva di fuoco ISO) (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 20 + 345\log_{10}(8t + 1)$$

Curva di fuoco esterna (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 660(1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t}) + 20$$

Curva di fuoco idrocarburi (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 1080(1 - 0.325e^{-0.167t} - 0.675e^{-2.5t}) + 20$$

Tunnel curva di incendio/curva di incendio degli idrocarburi modificata:

$$\theta_g = 1280(1 - 0.325e^{-0.167t} - 0.675e^{-2.5t}) + 20$$

Curva di fuoco parametrica:

$$\theta_g = 20 + 1325\left(1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*}\right) \quad t^* \le t^*_{max}$$

Fase di raffreddamento:

$$\theta_g = \theta_{max} - 625(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad t^*_{max} \le 0.5$$

$$\theta_g = \theta_{max} - 250(3 - t^*_{max})(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad 0.5 \le t^*_{max} < 2$$

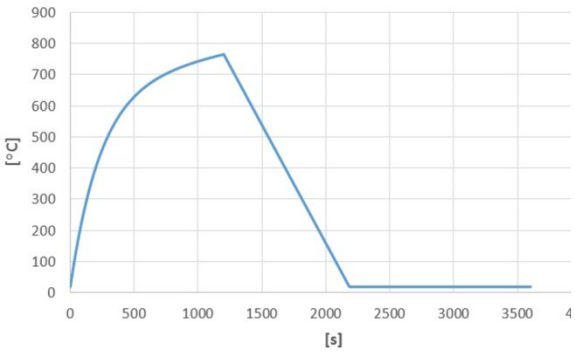
$$\theta_g = \theta_{max} - 250(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad t^*_{max} \ge 2$$

dove

θ_g	[°C]	temperatura del gas
t	[min]	tempo
t^*	[h]	parametro del tempo modificato

Curva di fuoco parametrica

A differenza delle curve di fuoco ISO esterne da idrocarburi, le curve di incendio parametriche hanno una fase di raffreddamento. Utilizzando una curva di fuoco parametrica, nel calcolo possono essere considerati parametri come la dimensione e la ventilazione nella distribuzione del fuoco, la quantità dei materiali combustibili ecc. Questi parametri influenzano notevolmente la temperatura massima del gas e la durata del fuoco.



Secondo la norma EN 1991-1-2, le curve parametriche del fuoco sono valide per i vani da incasso fino a 500 m2 di superficie, senza aperture sul tetto e per un'altezza massima del compartimento di 4 m.

I parametri seguenti devono essere definiti per il calcolo della curva di fuoco:

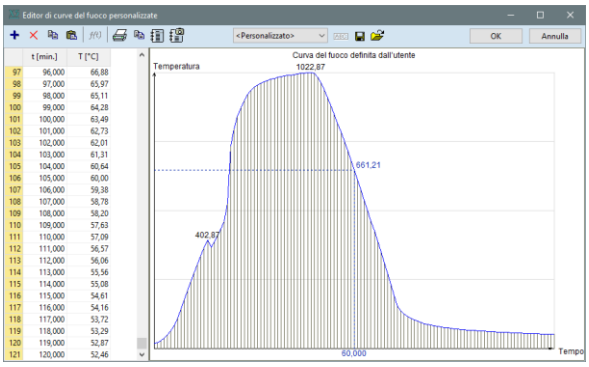
A_f [m^2]	Superficie del piano
$q_{f,d}$ [MJ/ m^2]	Valore di progettazione della densità del carico di incendio relativo alla superficie del piano A_f
A_v [m^2]	area totale delle aperture verticali su tutte le pareti
h [m]	media ponderata delle altezze della finestre su tutte le pareti
A_t [m^2]	superficie totale di chiusura (pareti, soffitto e pavimento, comprese le aperture)
c_{pw} [J/kg°C]	calore specifico del confine di chiusura
ρ_{pw} [kg/m^3]	densità del confine di chiusura
λ_{pw} [W/m°C]	conduttività termica del confine di chiusura

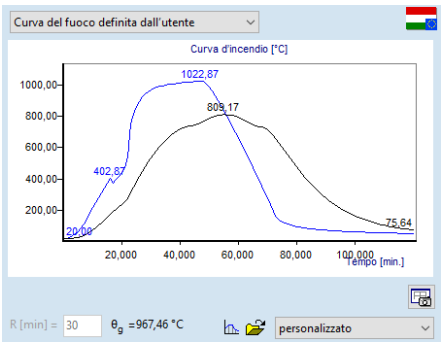
☞ ***Se il confine di chiusura è costituito da diversi strati, c_{pw}, ρ_{pw} e λ_{pw} i parametri devono essere forniti con parametro risultante $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$ uguale a $b = \sqrt{c_{pw,1}\rho_{pw,1}\lambda_{pw,1}}\frac{A_1}{\sum A} + \cdots + \sqrt{c_{pw,n}\rho_{pw,n}\lambda_{pw,n}}\frac{A_n}{\sum A}$.***

☞ ***Nel caso della norma NEN EN, non è possibile selezionare la curva parametrica del fuoco, ma è disponibile un' altra curva prescrittiva del fuoco, vale a dire la curva del fuoco nel tunnel RWS.***

Curva del fuoco definito dall'utente

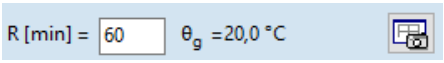
È inoltre disponibile una curva di fuoco definita dall'utente per definire l'effetto di fuoco, pertanto il programma consente di eseguire la progettazione di antincendio prendendo in considerazione i risultati di simulazione o di prova di incendio.
È importante notare che il calcolo della temperatura dell'acciaio basato su curve di fuoco prescrittive presuppone che la temperatura del gas sia identica ovunque nel compartimento antincendio e che l'elemento di acciaio sia esposto a radiazioni termiche identiche da ogni direzione. In caso di incendi reali, in genere, la temperatura del gas è inferiore rispetto ad es. alla Curva di fuoco standard ISO. Di conseguenza, se calcoliamo la temperatura dell'acciaio con la formula chiusa della norma EN 1993-1-2 dalle temperature del gas registrate in un incendio reale come le temperature del gas dalla curva di fuoco ISO, possiamo sottostimare la temperatura dell'acciaio perché questo calcolo sottovaluta la proporzione di calore irradiato. La soluzione può essere l'uso della cosiddetta temperatura superficiale adiabatica [U. Wickström, D. Duthinh, K. McGrattan; 2007: temperatura superficiale adiabatica per il calcolo del trasferimento di calore alle strutture esposte al fuoco]) (la temperatura superficiale adiabatica può essere del 15 - 20% superiore alla temperatura del gas secondo il seguente studio [M. Malendowski, A. Glema, W. Szymkuc; 2015: Analisi CFD-FEM accoppiata basata sulle prestazioni di un capannone industriale a 3 vani con fuoco naturale nelle procedure ASFE 2015]).
Analogamente allo spettro sismico del disegno personalizzato, i punti della curva di fuoco definita dall'utente possono essere impostati nell'editor di funzioni. Il numero massimo di punti è 360.





Temperatura dell'acciaio

La temperatura dell'acciaio viene calcolata automaticamente dalla curva del fuoco selezionata e dalla durata del fuoco / tempo richiesto dalla resistenza al fuoco (R15, R30, R60, ecc. Dove il numero dà il tempo in minuti). Questa temperatura di progettazione viene quindi utilizzata nel corso della progettazione antincendio in acciaio (***vedi...*** *6.6.2 La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8*).
La durata massima della della rezistenca antifuoco è di 180 minuti (R180).



L'unità dei parametri che influenzano la durata, il fuoco e le temperature possono essere impostate manualmente (***Vedi...*** *3.3.8 Unità e formati*).
I diagrammi possono essere salvati nella Libreria Disegni (***Vedi...****3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*) facendo clic sull'icona posta sotto il diaframma a destra. I diagrammi salvati possono essere aggiunti successivamente ai report.

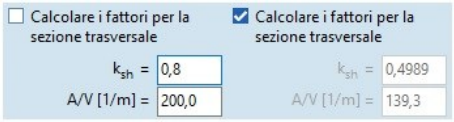
La temperatura degli elementi in acciaio non protetti (EN 1993-1-2; Δt = 5s):

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh}\frac{A/V}{c_a\rho_a}\dot{h}_{net,d}\Delta t$$

dove

k_{sh} [-]	fattore di correzione dell'effetto ombra (in caso di standard SIA standard k_{sh} = 1.0)
A/V [1/m]	fattore di sezione per gli elementi in acciaio non protetti
c_a [J/kgK]	calore specifico dell'acciaio (secondo EN 1993-1-2)
ρ_a [kg/m^3]	massa unitaria dell'acciaio
$\dot{h}_{net,d}$ [W/m^2]	valore di progettazione del flusso di calore netto per area di unità

☞ ***Il fattore di correzione per l'effetto ombreggiato e il fattore di sezione può essere calcolato automaticamente per i tipi di sezione supportati (forma ad I, forma scatolare, tubolare e angolare).***



La temperatura di elementi in acciaio protetti è (EN 1993-1-2; Δt = 5s):

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p/V}{d_p c_a \rho_a}\frac{(\theta_{g,t}-\theta_{a,t})}{1+\phi/3}\Delta t - (e^{\phi/10}-1)\Delta\theta_{g,t}$$

$$\phi = \frac{c_p\rho_p}{c_a\rho_a}\lambda_p A_p/V$$

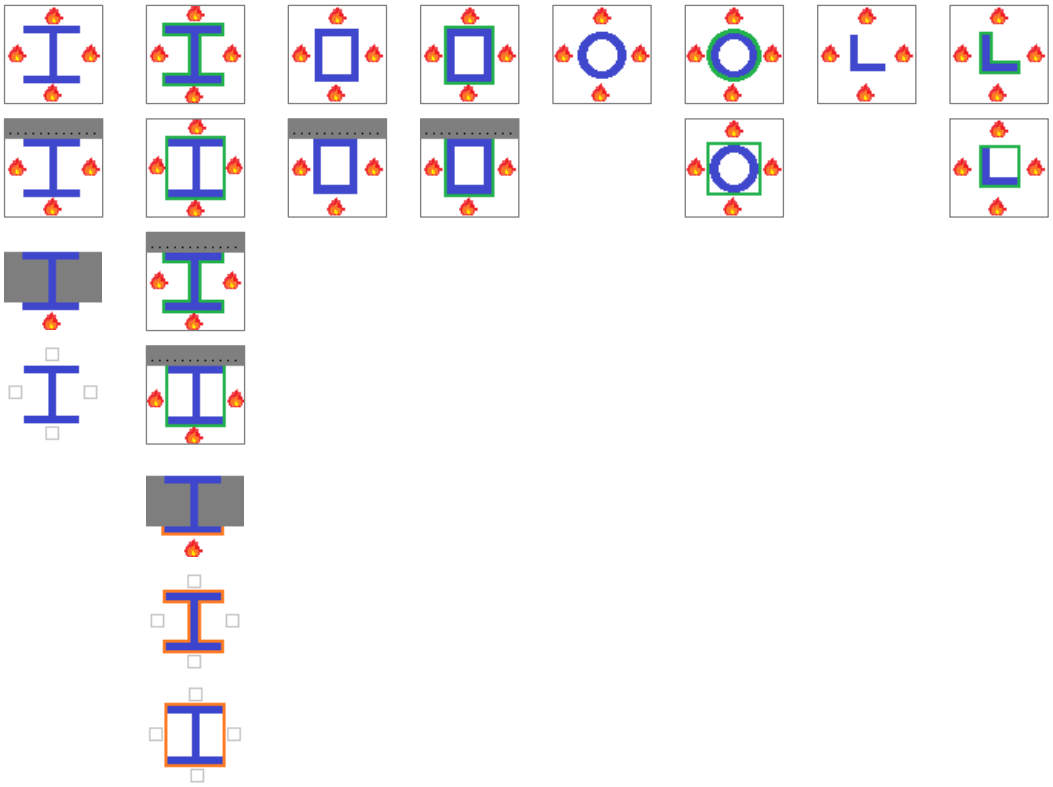
dove

λ_p [W/mK]	conduttività termica della protezione antincendio
A_p/V [1/m]	fattore di sezione per gli elementi in acciaio isolati dalla protezione antincendio
c_p [J/kgK]	calore specifico indipendente della temperatura del materiale antincendio
ρ_p [kg/m^3]	densità di massa del materiale antincendio
d_p [m]	spessore del materiale antincendio

☞ ***La temperatura dell'acciaio calcolata relativa alla curva di fuoco selezionata e alla durata del fuoco (in caso di curva di fuoco parametrica la temperatura massima calcolata nell'intervallo) può essere visualizzata sul pannello di temperatura in acciaio sotto la casella combinata. Sotto i fattori di riduzione della temperatura d'acciaio legati alla resistenza allo snervamento e al modulo di Young secondo EN 1993-1-2.***

Esposizione

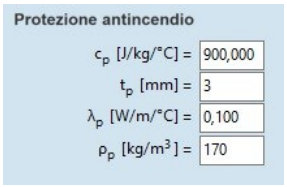
Sul pannello Esposizione è possibile impostare come la sezione è esposta al fuoco. Il tipo di esposizione influenza notevolmente il valore del fattore di correzione dell'ombra e del fattore di sezione. In caso di tipi di sezione supportati, sono disponibili i seguenti tipi di esposizione per gli elementi protetti / non protetti:



Per i tipi di esposizione con caselle vuote, i lati esposti possono essere impostati selezionando le rispettive caselle. Può essere utile per le colonne posizionate contro una parete o in un angolo.
Per le sezioni non supportate il tipo di esposizione viene visualizzato tramite il fattore di correzione dell'ombra specificato dall'utente e il fattore di sezione (k_{sh} e A/V).

Protezione antincendio

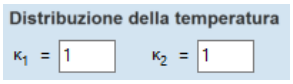
Per le strutture in acciaio spesso è richiesto l'applicazione di protezione antincendio a causa degli elementi snelli e del fatto che l'acciaio ha una elevata conducibilità termica. Controllare la *Protezione antincendio* nel pannello *Esposizione* per tener conto di una protezione antincendio. In questo caso, il pannello di protezione antincendio in basso a destra è abilitato. I parametri e la loro importanza sono già stati mostrati in precedenza.



La presenza o la mancanza di protezione antincendio influenza anche i tipi di esposizione.

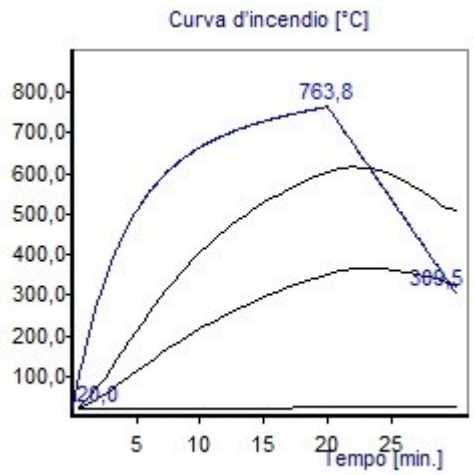
Fattori κ_1 e κ_2

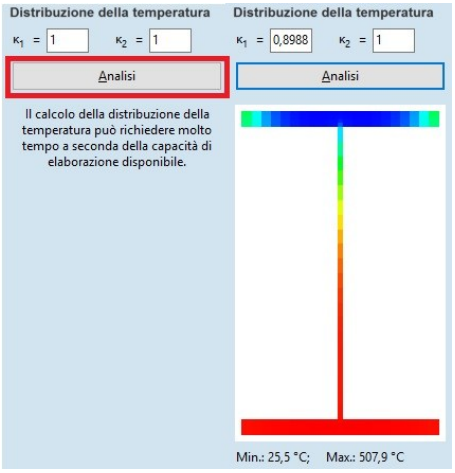
κ_1 e κ_2 sono fattori di adattamento legati ad una distribuzione uniforme della temperatura attraverso la sezione trasversale e lungo la trave rispettivamente secondo EN 1993-1-2. Questi fattori possono essere impostati sul pannello di distribuzione della temperatura.



Analisi della distribuzione della temperatura

Per le forme ad I e le sezioni scatolari, è possibile calcolare una distribuzione più accurata della temperatura facendo clic sul pulsante *Analisi* sul pannello *Distribuzione della temperatura*. Le temperature all'interno della sezione sono calcolate con il metodo di differenza finita. In questo caso viene risolto un problema di conduzione del calore bidimensionale.



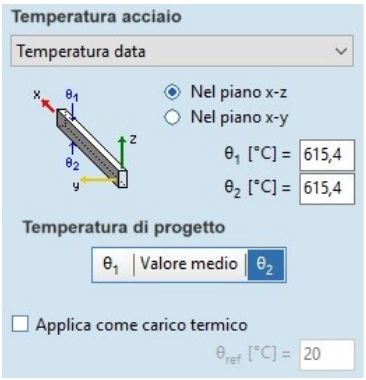


A seconda delle risorse di calcolo disponibili e della simmetria del problema, il calcolo può richiedere alcuni secondi o pochi minuti. L'analisi considera la conducibilità termica dipendente dalla temperatura del materiale in acciaio secondo EN 1993-1-2. Il diagramma mostra le temperature massime, minime e medie in funzione del tempo.
Secondo la normativa EN 1993-1-2, in caso di distribuzione uniforme della temperatura, la temperatura massima all'interno della sezione deve essere utilizzata per verificare la capacità di carico. Quindi, se sono disponibili i risultati della distribuzione della temperatura, AXISVM utilizza la massima temperatura nei calcoli ulteriori.
κ_1 il fattore di adattamento relativo alla distribuzione di temperatura non uniforme nella sezione trasversale viene calcolato automaticamente, tuttavia è possibile superare il valore calcolato sopra il pulsante *Analisi*.
Se la sezione è collegata ad una lastra di cemento armato da un lato, l'analisi della distribuzione della temperatura richiede i valori dello spessore della lastra e della densità del calcestruzzo.

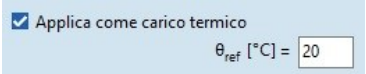
☞ ***La conducibilità termica può essere impostata tra i parametri di progetto*** (*3.3.7 Codici di calcolo*).

Temperatura data

Se la *Temperatura data* è selezionata sul pannello di temperatura dell'acciaio, è possibile specificare una distribuzione uniforme o lineare della temperatura. La temperatura di progetto può essere selezionata come θ1, θ2 o la loro media. Questa temperatura di progettazione viene utilizzata più tardi nel corso della progettazione antincendio in acciaio ***Vedi...*** *6.6.2 La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8*



Applicare come carico termico

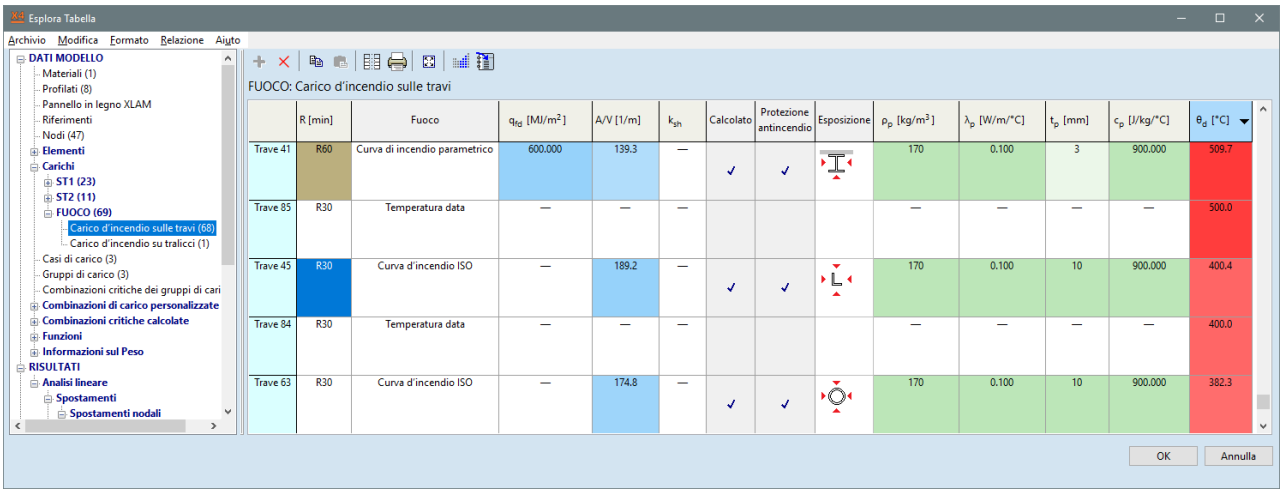


Entrambe le temperature calcolate e fornita possono essere applicate sull'elemento strutturale come carico termico (***Vedi...*** *4.10.21 Carico Termico su elementi lineari*) Per determinare le forze interne dovute a deformazioni termiche trattenute da un'analisi statica lineare.
È necessario specificare una temperatura di riferimento (nella progettazione antincendio potrebbe essere impostata a temperatura ambiente).

☞ ***Utilizzando il modello perfetto e l'analisi statica lineare, forti forze interne possono derivare dall'espansione termica poiché non vengono considerati possibili guasti locali di stabilità. Queste forze significative possono essere rilasciate da guasti e deformazioni locali senza un considerevole rischio di guasti globali. Secondo l'Eurocodice, le forze termiche possono essere trascurate in certi casi.***

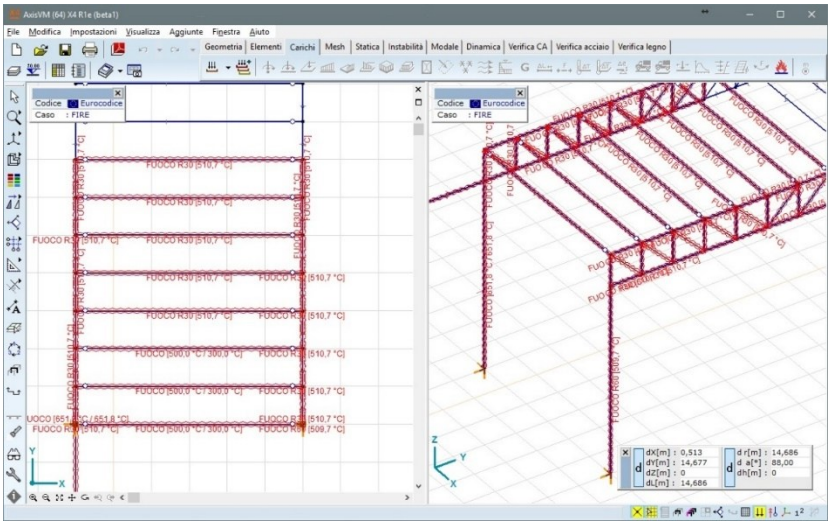
Tabella

I parametri dell'effetto antincendio per ciascun caso di carico del fuoco possono essere verificati nel Visualizzatore di tabella. I parametri elencati sono: tempo richiesto di resistenza al fuoco, tipo di curva del fuoco, densità del carico del fuoco, fattore di sezione, fattore di ombra, tipo di esposizione, proprietà di protezione antincendio e temperatura di acciaio di progettazione. Le tabelle possono essere aggiunte alle relazioni di calcolo.



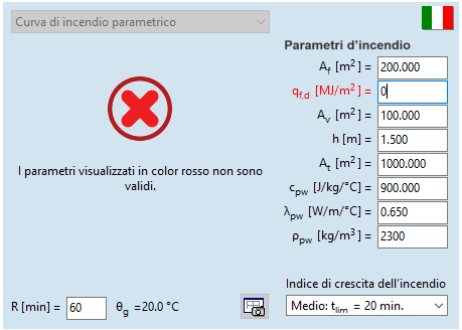
Simboli grafici nella finestra principale

Gli effetti di fuoco vengono visualizzati nella finestra principale come righe a zigzag rosse sull'elemento lineare. Le proprietà dei simboli (spessore, colore) possono essere impostate nella finestra *Preferenze / Finestra simboli grafici*.



Errori

Se la temperatura del gas o dell'acciaio non può essere calcolata a causa di valori di parametro inappropriati, viene visualizzato un messaggio di errore.
EN 1991-1-2 impongono diverse restrizioni riguardo ai parametri iniziali delle curve di fuoco parametriche (fattore di apertura, $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$, superficie del pavimento, altezza, ecc.).



4.10.33. Effetto del fuoco su elementi lineari in legno - modulo TD8

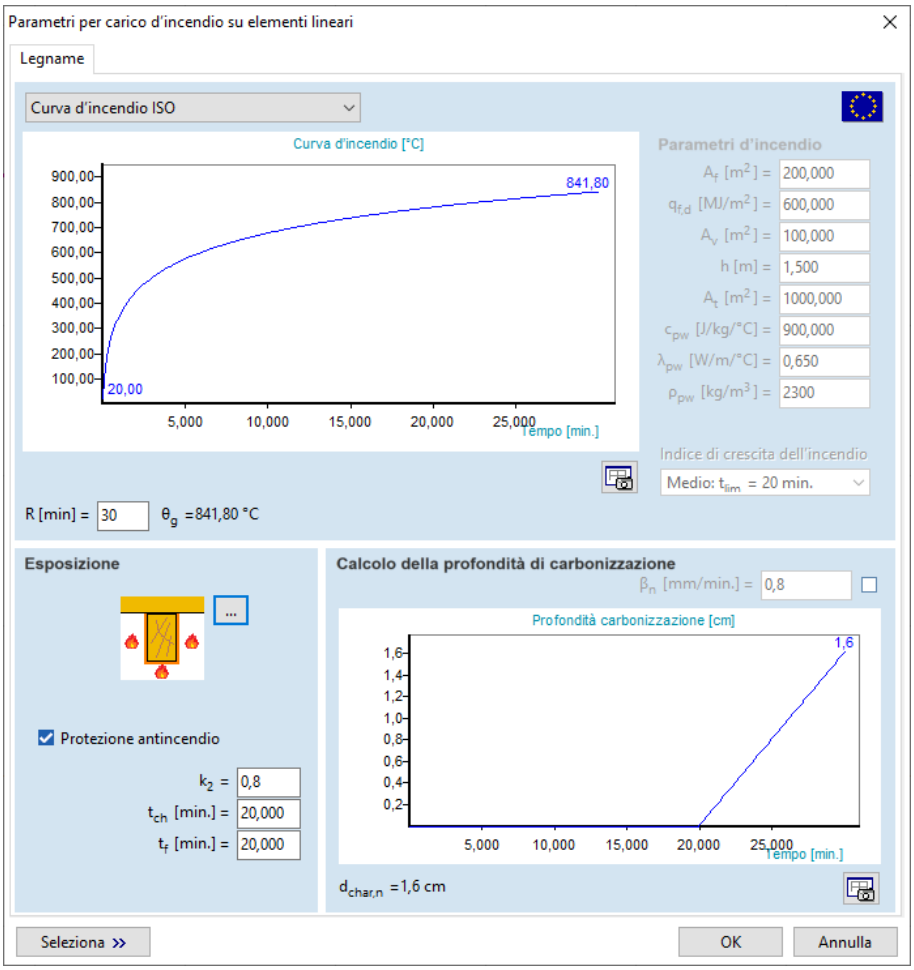
Codici di progettazione

In AXISVM, gli effetti del fuoco possono essere generati secondo diversi codici nazionali. I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al *3.3.7 Codici di calcolo*



Definizione dell'effetto fuoco

Per definire l'effetto di fuoco sugli elementi lineari, fare clic su *Definisci effetto di fuoco sull'icona degli elementi lineari* nella barra degli strumenti *Carichi*.



Curve di fuoco

L'effetto fuoco è rappresentato dalla curva di fuoco che specifica la temperatura del gas nel compartimento antincendio in funzione del tempo. In caso di elementi in legno, è possibile selezionare le curve di fuoco standard e parametriche ISO. Queste curve di fuoco sono presentate e discusse nella sezione precedente (***vedere...*** *4.10.32 Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8*)

☞ ***In caso del codice di progettazione NEN EN, non è possibile selezionare la curva di fuoco parametrica.***

Calcolo della profondità di carbonizzazione

La profondità di carbonizzazione viene calcolata automaticamente dalla curva di fuoco selezionata e la durata dell'incendio/tempo richiesto di resistenza al fuoco (R15, R30, R60, ecc. - dove il numero indica il tempo in minuti). Questa profondità di carbonizzazione viene utilizzata nel corso della progettazione antincendio del legno (***vedere...*** *6.7.2 Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8*).
La durata massima dell'incendio è di 180 minuti (R180).
Le sezioni trasversali supportate sono il rettangolo spesso, il rettangolo arrotondato e le sezioni a cerchio. I diagrammi possono essere salvati nella Libreria disegni (***vedere...*** *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*) cliccando sull'icona situata sotto lo schema a destra. I diagrammi salvati possono essere aggiunti in seguito nelle relazioni di calcolo.

La profondità teorica di carbonizzazione ($d_{char,n}$) degli elementi in legno esposti viene calcolata come segue:
Curva di fuoco standard ISO (secondo EN 1995-1-2 3.4.2.) - senza protezione antincendio:

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

β_n [mm/min]	Indice di carbonizzazione nozionale sotto esposizione al fuoco standard
t [min]	tempo

Curva parametrica di fuoco (secondo l'allegato A della EN 1995-1-2) - senza la protezione antincendio:

$$d_{char,n} = \begin{cases} \beta_{par} t & t \le t_0 \\ \beta_{par}\left(1.5t - \frac{t^2}{4t_0} - \frac{t_0}{4}\right) & t_0 < t \le 3t_0 \\ 2\beta_{par} t_0 & 3t_0 < t \le 5t_0 \end{cases}$$

dove

$t_0 = 0.009\frac{q_{f,d}}{O}$ $\beta_{par} = 1.5\beta_n \frac{0.2\sqrt{\Gamma} - 0.04}{0.16\sqrt{\Gamma} + 0.08}$ $\Gamma = \frac{(O/b)^2}{(0.04/1160)^2}$ $O = \frac{A_v}{A_t}\sqrt{h}$ $b = \sqrt{\rho_{pw} c_{pw} \lambda_{pw}}$

$q_{f,d}$ [MJ/ m^2]	valore di progetto della densità del carico di incendio in relazione all'area di superficie A_f del solaio
A_v [m^2]	area totale di aperture verticali su tutte le pareti
h [m]	media ponderata delle altezze delle finestre su tutte le pareti
A_t [m^2]	area totale di recinzione (pareti, soffitto e pavimento, comprese le aperture)
c_{pw} [J/kg°C]	calore specifico del confine del recinto
ρ_{pw} [kg/m^3]	densità del confine del recinto
λ_{pw} [W/m°C]	conducibilità termica del confine del recinto

☞ ***Se il limite di recinto è costituito da diversi livelli, i parametri c_{pw}, ρ_{pw} e λ_{pw} devono essere assegnati al parametro risultante $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$ uguale a*** $b = \sqrt{c_{pw,1}\rho_{pw,1}\lambda_{pw,1}}\frac{A_1}{\sum A} + \cdots + \sqrt{c_{pw,n}\rho_{pw,n}\lambda_{pw,n}}\frac{A_n}{\sum A}$

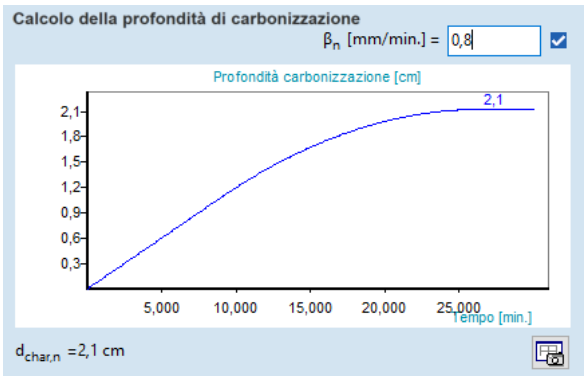
La profondità teorica di carbonizzazione degli elementi protetti in legno può essere calcolata solo per la curva di fuoco standard ISO secondo la sezione 3.4.3. della norma EN 1995-1-2. Sono richiesti i seguenti parametri:

k_2 [-]	coefficiente di isolamento
t_{ch} [min]	orario di inizio della carbonizzazione degli elementi protetti (ritardo di inizio della carbonizzazione a causa della protezione)
t_f [min]	tempo di fallimento della protezione

Questi parametri devono essere specificati in base alle normative del codice di progettazione, alla profondità e al tipo di materiale antincendio.

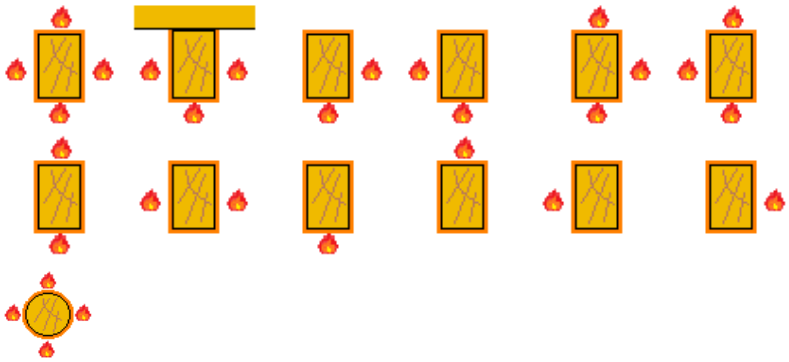
Velocità di carbonizzazione

Il software seleziona la velocità di carbonizzazione nazionale in base ai parametri del materiale di legno dell'elemento selezionato, tuttavia, il valore può essere specificato dall'utente.



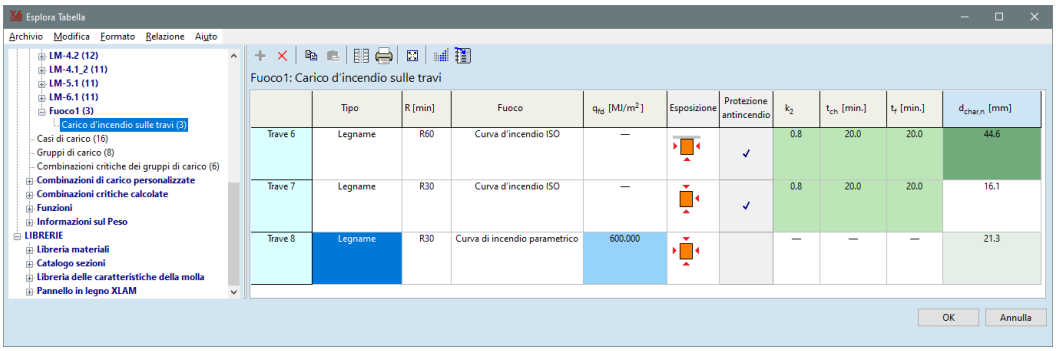
Esposizione

Nel pannello *Esposizione* è possibile impostare il modo in cui l'elemento è esposto al fuoco. Il tipo di esposizione influenza solo il calcolo della sezione trasversale ridotta durante la progettazione dell'incendio (***vedere***... *6.7.2 Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8*). Nel caso di tipi di sezioni supportate sono disponibili i seguenti tipi di esposizione per gli elementi protetti/non protetti:



Tabella

I parametri degli effetti di fuoco per ogni caso di carico d'incendio possono essere controllati nella Sfoglia tabella. I parametri elencati sono: tempo richiesto di resistenza al fuoco, tipo di curva del fuoco, densità del carico di fuoco, tipo di esposizione, proprietà della protezione antincendio e profondità di carbonizzazione teorica calcolata. Le tabelle possono essere aggiunte alle relazioni di calcolo.



Simboli grafici nella finestra principale

Gli effetti di fuoco sono mostrati nella finestra principale come linee rosse a zigzag in modo simile agli elementi in acciaio (***vedere...*** *4.10.32 Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8*). Le proprietà dei simboli (spessore, colore) possono essere impostate nella finestra *Preferenze / Simboli grafici*.

Errori

Se non è possibile calcolare la temperatura del gas o la profondità di carbonizzazione nozionale a causa di valori di parametri inappropriati, viene visualizzato un messaggio di errore. EN 1991-1-2 impongono diverse restrizioni riguardo ai parametri iniziali delle curve parametriche di incendio (fattore di apertura, $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$, area solaio, altezza, ecc.).

4.10.34. Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B

Normative di progetto

In AXISVM, gli effetti del fuoco possono essere generati secondo diversi codici nazionali. I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al *3.3.7 Codici di calcolo*

Tipi di sezioni trasversali supportate

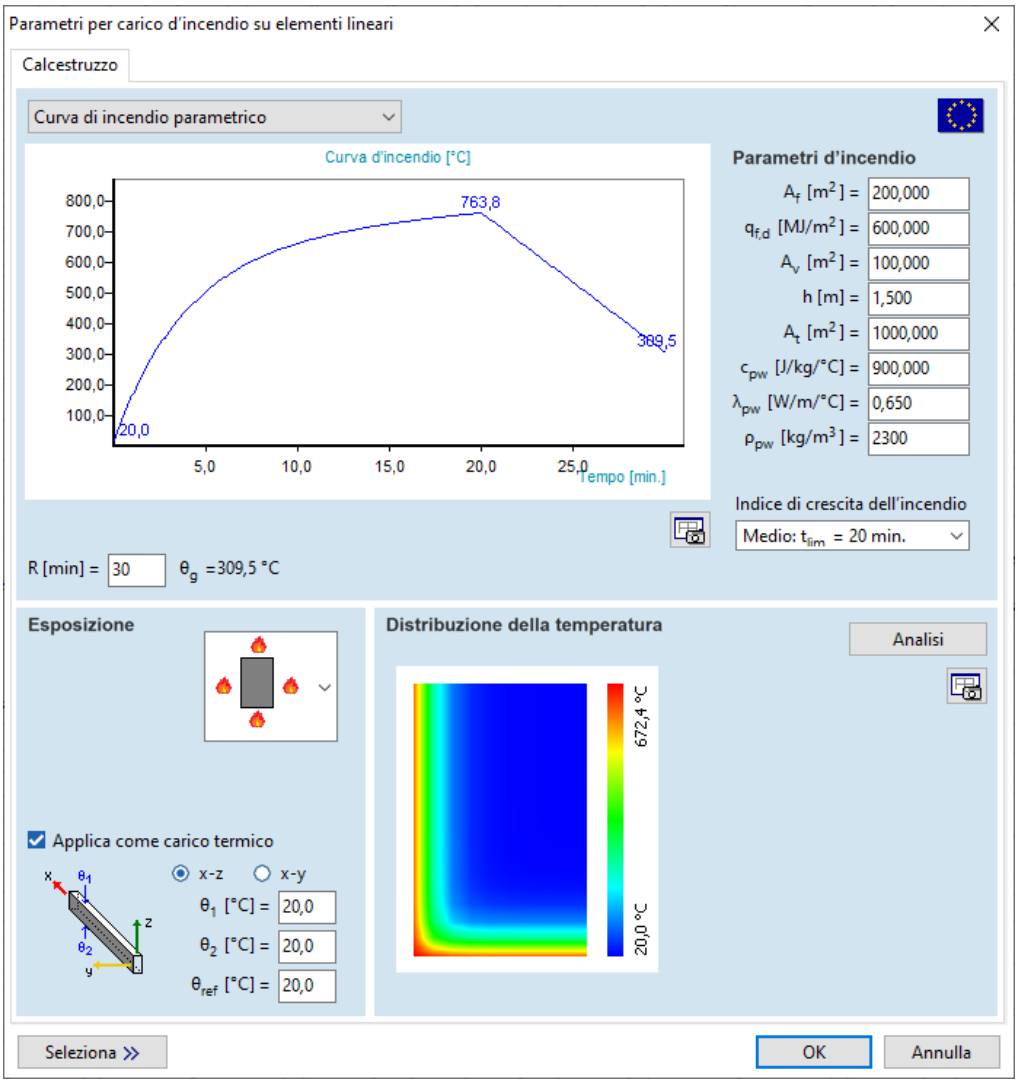
 *Rectangolare*

 *Circolare*



Definizione dell' effetto di incendio

Clicca sull'icona *Definizione effetto incendio su elementi lineari* sulla barra degli strumenti *Carichi* per definire l'effetto del fuoco sugli elementi lineari.



Curva d'incendio

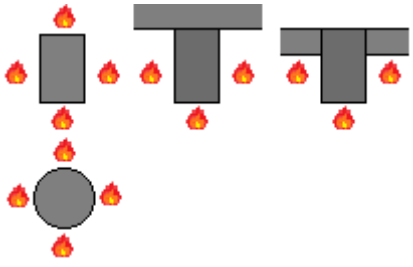
L'effetto dell' incendio è rappresentato da una curva di incendio che specifica la temperatura del gas nel compartimento dell'incendio in funzione del tempo. Per gli elementi in calcestruzzo, si possono selezionare curve di incendio standard ISO, *esterno, idrocarburo, idrocarburo modificato (tunnel)* e parametriche. Queste curve di incendio sono presentate e discusse nella sezione precedente (***vedere...*** *4.10.32 Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8*).
La durata massima dell'incendio è di 300 minuti (R300). La curva di incendio e le temperature del gas sono calcolate e tracciate solo per il periodo di tempo specificato.
Le unità dei parametri, la durata dell'incendio e le temperature possono essere personalizzate (***vedere...*** *3.3.8 Unità e formati*).



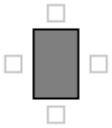
La curva di incendio può essere salvata nella Libreria Immagini (***vedere...*** *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*)) cliccando sull'icona sotto il diagramma a destra.

Esposizione

La tendina *Esposizione* permette di selezionare come il profilo è esposto al fuoco. Questa informazione è usata nell'analisi della temperatura. I casi previsti sono sulla destra.
Nel caso di sezioni a T, viene preso in considerazione l'effetto della soletta di collegamento. L'unica differenza tra le due opzioni è l'interpretazione dell'eccentricità della nervatura. Nel caso di un'esposizione su tre lati, tipo nervatura, né lo spessore della soletta né la sporgenza devono essere inferiori a 50 mm.



Per i tipi di esposizione con caselle vuote, i lati esposti possono essere impostati selezionando le rispettive caselle. Può essere utile per le colonne posizionate contro una parete o in un angolo.



Applicare come carico termico

Sia le temperature calcolate che quelle date possono essere applicate all'elemento strutturale come carico termico (***vedere...*** *4.10.21 Carico Termico su elementi lineari*) per determinare le forze interne dovute alle deformazioni termiche limitate all' analisi statica lineare.
Il valore di default non è uguale alla temperatura massima del calcestruzzo. Viene calcolato in base alla differenza tra la distribuzione lineare e non lineare delle deformazioni termiche per avere lo stesso effetto nella sezione trasversale.

Analisi della temperatura

La verifica di una struttura in cemento armato esposta al fuoco deve prendere in considerazione la perdita di rigidezza e resistenza del calcestruzzo e dell'acciaio, e la delaminazione dello strato esterno di calcestruzzo danneggiato. Questi effetti possono essere quantificati secondo le specifiche del codice di progettazione, se la distribuzione della temperatura all'interno dell'elemento strutturale è nota.
Il software risolve il problema del trasferimento di calore 2D con un metodo delle differenze finite. I parametri dipendenti dalla temperatura sono calcolati secondo la norma EN 1992-1-2. A seconda delle risorse di calcolo disponibili e della simmetria del problema, il calcolo può richiedere alcuni secondi o alcuni minuti.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa\left(\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) + \frac{Q}{\rho c_p}$$

Le sezioni trasversali (tranne quella circolare) sono discretizzate da una maglia rettangolare di circa 2 centimetri. La discretizzazione nel tempo utilizza un passo temporale di 30 s. L'analisi della temperatura è convalidata utilizzando i profili di temperatura dell' EN 1992-1-2.
I risultati dell'analisi della temperatura sono tracciati nella finestra di dialogo. Bisogna notare che questa distribuzione di temperatura corrisponde al momento di massima temperatura e che non è necessariamente la fine del limite di tempo dato (in caso di incendi parametrici ci può essere una fase di raffreddamento).
L'analisi della temperatura non viene eseguita automaticamente. Per avviare il calcolo, cliccare sul pulsante *Analisi*. I risultati dell'analisi della temperatura e i parametri vengono salvati. Se viene scelto un elemento strutturale con parametri conformi, i risultati vengono caricati in modo che la distribuzione della temperatura sia immediatamente disponibile
Se la finestra di dialogo viene chiusa senza eseguire l'analisi della temperatura, il software calcolerà automaticamente le temperature se necessario. Tuttavia, questo può rallentare il processo di progettazione o la generazione della relazione.
Una scala di colori nel grafico aiuta a identificare le aree più calde e quelle più fredde. Se si sposta il cursore sul grafico, una piccola finestra di suggerimenti mostra la temperatura puntualmente. Facendo doppio clic sul grafico lo si visualizza in una finestra più grande. La figura può essere salvata nella Libreria Immagini (***vedere...*** *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*)) cliccando sull'icona sotto il pulsante *Analisi*.
Per un elemento con una sezione trasversale variabile vengono mostrati due grafici. La distribuzione della temperatura all'interno della prima sezione trasversale è a sinistra e la distribuzione della temperatura dell'ultima sezione trasversale a destra. Le distribuzioni di temperatura delle sezioni trasversali intermedie sono interpolate linearmente tra le estremità.

☞ ***La conducibilità termica può essere impostata tra i parametri di progetto*** (*3.3.7 Codici di calcolo*)

4.10.35. Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S

Norme di progettazione

In AXISVM è possibile generare effetti di incendio in base a diversi codici nazionali. I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati al *3.3.7 Codici di calcolo*

Tipi di dominio supportati

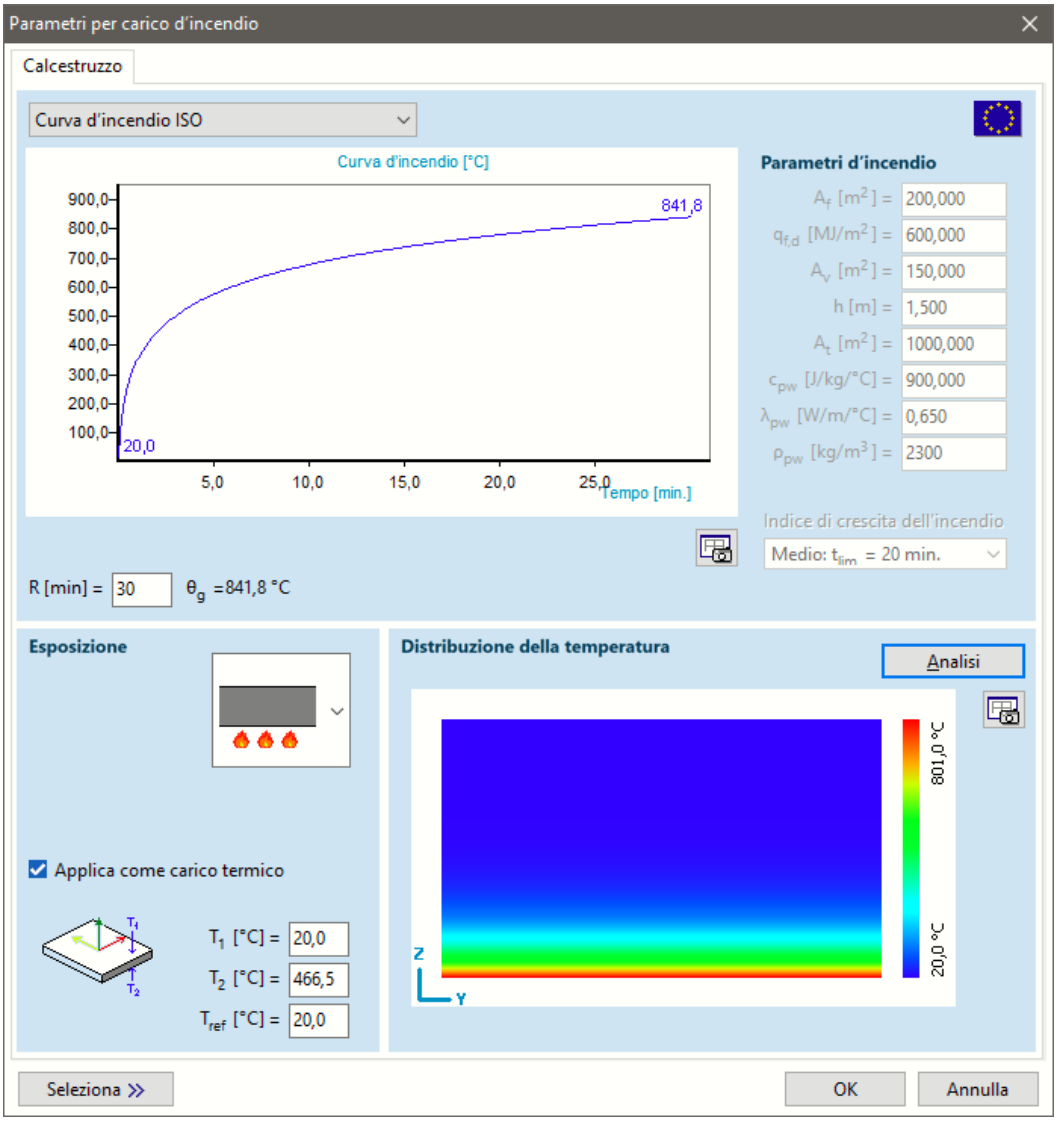
Questa funzione è disponibile per i seguenti tipi di dominio (***vedere...*** *4.9.6 Dominio*):

- domini normali,
- domini nervati compositi,
- domini nervati parametricamente,
- domini con matrice di rigidezza personalizzata.



Definizione di effetto incendio

Fare clic sull'icona *Definisci effetto incendio sui domini* lla barra degli strumenti *Carichi* per associare l'effetto fuoco ai domini.



Curve di incendio

L'effetto dell'incendio è rappresentato da una curva di incendio che specifica la temperatura del gas nel compartimento dell'incendio in funzione del tempo. Per i domini in calcestruzzo, è possibile selezionare curve di incendio standard ISO, esterne, da idrocarburi e parametriche. Queste curve d'incendio sono presentate e discusse nella sezione precedente (***vedere...*** *4.10.32 Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8*).

La durata massima dell'incendio è di 300 minuti (R300). La curva di incendio e le temperature del gas vengono calcolate e tracciate solo per il periodo di tempo secificato.

Le unità di misura dei parametri, della durata dell'incendio e delle temperature possono essere personalizzate (***vedere...*** *3.3.8 Unità e formati*).

☞ **È necessario verificare l'idoneità della curva di incendio scelta per la situazione progettuale in esame!**

La curva d'incendio può essere salvata nella libreria dei disegni (***vedere***... *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*) facendo clic sull'icona sotto il diagramma a destra.

Esposizione

La lista *Esposizione* consente di selezionare le parti del dominio esposte al fuoco. Queste informazioni vengono utilizzate nell'analisi della temperatura.

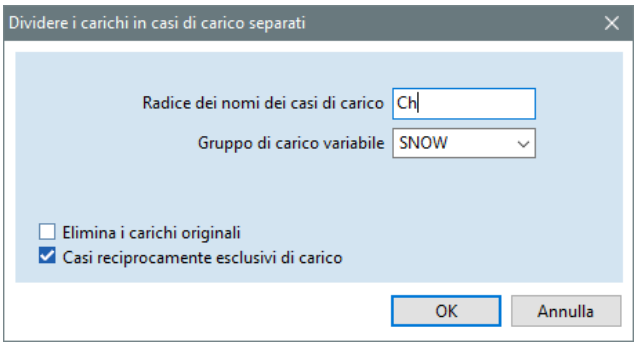


Applicare come analisi del carico termico e della temperatura.

Queste caratteristiche sono presentate e discusse nella sezione precedente (***vedere***... *4.10.34 Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B*)

4.10.36. Dividere i carichi in casi di carico separati

Per elementi



Questa funzione copia o sposta i carichi selezionati in casi di carico separati (creati automaticamente all'interno di un determinato gruppo di carico variabile). Ogni carico entrerà in un caso di carico separato.

La radice dei nomi dei casi di carico causa al carico di essere nominato come *Radicet1, Radice2, Radicet3, ecc.*
Seleziona *Gruppo di carico variabile* dai gruppi variabili esistenti o inserisci un nuovo nome per creare un nuovo gruppo.

☞ ***I carichi applicati allo stesso elemento andranno nello stesso caso di carico.***

Verifica *Elimina carichi originali* per spostare i carichi nelle nuove condizioni di carico. In caso contrario, i carichi verranno copiati.

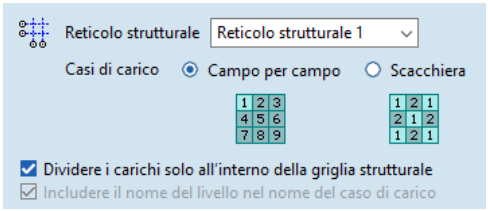
Per carichi

Questa funzione agisce come la precedente, ma copia o sposta i carichi selezionati in casi di carico separati, indipendentemente dall'elemento a cui sono applicati. I carichi applicati allo stesso elemento verranno inseriti in casi di carico separate.

Per piani

Vengono collocati i carichi esistenti in casi di carico separati a seconda del piano su cui sono applicati.
Dividere i carichi per piani: I carichi che si estendono su più piani vengono divisi ai limiti dei piani solo se questa opzione è attivata. Altrimenti, questi carichi vengono inseriti nel caso di carico del piano più basso che includono.
Includere il nome del piano nel nome del caso di carico: se questa opzione è attivata, i nomi dei casi di carico generati faranno riferimento al piano a cui appartengono.

Per griglie strutturali



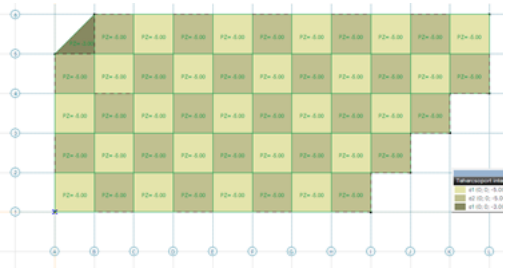
Questa funzione divide i carichi esistenti lungo le linee di una griglia strutturale (***vedere***...*2.16.8 Griglia strutturale*) e colloca i carichi risultanti in casi di carico separati. Le due opzioni di suddivisione sono:

Campo per campo: Per ogni campo viene creato un caso di carico separato.

Scacchiera: I carichi presenti saranno collocati in due casi di carico conformi seguendo uno schema a scacchiera.

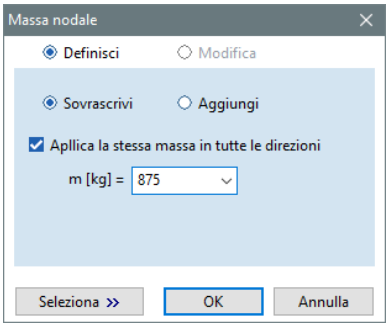
Dividere i carichi solo all'interno della griglia strutturale: Se questa opzione è disattivata, anche i carichi al di fuori del confine della griglia strutturale vengono suddivisi. Se la griglia strutturale è stata definita per un caso di carico a piani, i nomi possono riferirsi al piano a cui la griglia appartiene.

Per visualizzare i carichi del dominio suddivisi in casi di carico separati, scegliere la codifica a colori delle *Intensità del gruppo di carico*. In questo modo verranno visualizzati i carichi di tutti i casi di carico all'interno del gruppo di carico corrente.
Vedere... *2.16.5 Codici colori.*



4.10.37. Massa Nodale

In un'analisi dinamica le masse concentrate ai nodi vengono prese in considerazione tramite le loro componenti globali m_x, m_y e m_z.
In un'analisi dinamica del secondo-ordine , i carichi dovuti alle masse nodali vengono applicati sul modello, come le masse dovute ai carichi applicati.
Se la massa è la stessa in ogni direzione è sufficiente specificare un valore dopo avere scelto l'opzione *Applica la stessa massa in tutte le direzioni*.
Nell'Analisi Dinamica le masse nodali e le accelerazioni nodali, risultanti dai carichi dinamici, causano spostamenti e forze nel modello.



La massa nodale è visualizzata sullo schermo come un doppio cerchio rosso scuro.

4.10.38. Modifica

Permette di modificare la definizione dei carichi sugli elementi selezionati.

1. Tenendo premuto il tasto **[Shift]**, selezionare gli elementi con i carichi da modificare. si può anche usare la Barra delle Icone di Selezione
2. Cliccare il tipo di carico appropriato nella Barra Carichi.
3. Nella finestra di dialogo Carichi selezionare le proprietà che si vogliono modificare. I campi di proprietà mostrano il valore comune nella selezione. Se gli elementi selezionati hanno valori differenti il campo è vuoto.
4. Modificare i rispettivi parametri come desiderato.
5. Cliccare il tasto **OK** per applicare le modifiche e uscire dalla finestra di dialogo.

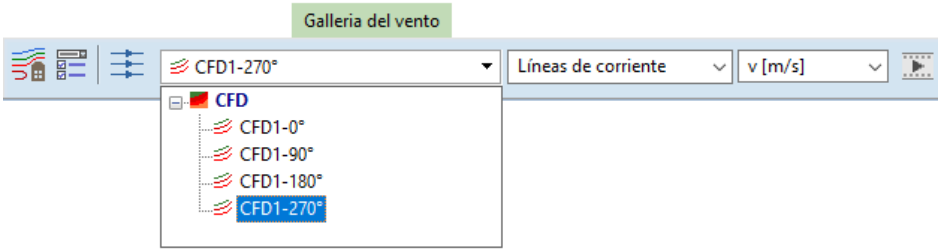
Modo immediato Se la tabella Carichi è attiva cliccare un elemento finito per modificarne i carichi. Se l'elemento ha più di un carico, solo uno di essi comparirà Se si sono collocati carichi concentrati e distribuiti differenti su una trave e si clicca la trave, comparirà il carico più vicino alla posizione del click.
Se sono stati selezionati più elementi finiti i loro carichi possono essere modificati immediatamente cliccando uno di essi. Se si clicca un elemento non selezionato, la selezione scompare e si può modificare il carico dell'elemento appena cliccato.

A tutti gli effetti la modifica dei carichi è simile alla definizione dei carichi, ma non assegna carichi a elementi non caricati e permette l'accesso a una specifica proprietà senza alterare le altre. Si può passare al tasto-radio definisci per posizionare carichi su tutti gli elementi selezionati , lineari o bidimensionali.

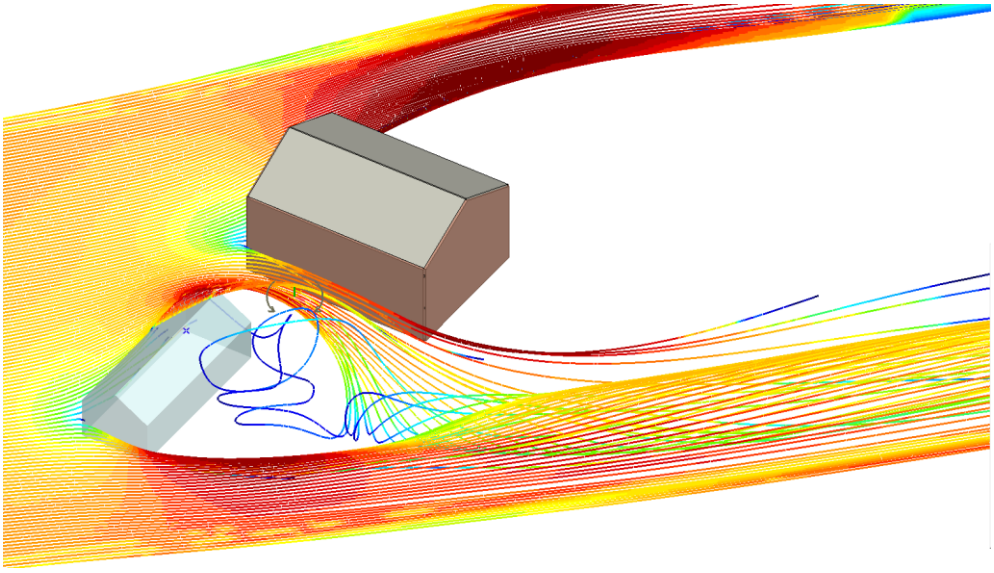
4.10.39. Elimina

[Del] ***Vedere...*** *3.2.9 Elimina*

4.11. Galleria del vento - Modulo WIND



Se il modello è più complesso dei casi discussi nella normativa di progetto e non può essere calcolato correttamente con il modulo SWG (***vedi...*** *4.10.14 Carico vento – modulo SWG)* l'unico modo per determinare i carichi reali del vento è quello di eseguire un test fisico in galleria del vento su un modello in scala della struttura, che è piuttosto laborioso, costoso ed estremamente dispendioso in termini di tempo. Il modulo WIND offre un'alternativa all'avanguardia: determina il campo di flusso intorno alla struttura e i valori di pressione che agiscono sulla struttura mediante una simulazione di flusso CFD.
L'analisi in galleria del vento colloca il modello con venti orizzontali che soffiano da diverse direzioni con una velocità che dipende dall'altezza sul livello del terreno e determina i carichi del vento mediante un'analisi CFD (acronimo di Computational Fluid Dynamics). Il modulo WIND offre la possibilità di determinare i carichi del vento per una gamma molto più ampia di progetti, come strutture a traliccio, capannoni parzialmente aperti, torri di raffreddamento, turbine eoliche e strutture a guscio curve, edifici dalla geometria complessa o non indipendenti, fornendo una soluzione generale.



Teorio di fondo

L'analisi del flusso viene eseguita in background da OpenFOAM, un software gratuito e open-source ampiamente utilizzato per la risoluzione di problemi di meccanica del continuo. Il modulo WIND è responsabile della costruzione del modello della galleria del vento, dell'esecuzione dei calcoli, dell'elaborazione dei risultati e della generazione dei carichi del vento. Gli aspetti teorici sono trattati nel documento PDF *Guida all'utilizzo del modulo WIND*, disponibile nel menu alla voce *Aiuto / Guida WIND*.
Il modello di flusso viene costruito in OpenFOAM prendendo uno spazio rettangolare che rappresenta una galleria del vento, inserendovi un modello della struttura opportunamente ruotato e riempiendo lo spazio intorno alla struttura con elementi finiti 3D. Sulla superficie del modello, OpenFOAM crea una mesh di superficie corrispondente. La faccia dello spazio rettangolare in cui il vento entra nello spazio è chiamata ingresso, mentre la faccia opposta è l'uscita.

☞ ***Se le parti sono attivate nel modello AXISVM, si può decidere, rispondendo a un messaggio, se l'intera struttura deve essere collocata nella galleria del vento o solo le sue parti attive.***

Esistono due opzioni per costruire un modello di galleria del vento: *Semplice* o *dettagliato*.

☞ ***Se la geometria non ha dettagli fini e gli elementi esposti al vento sono superfici, domini e pannelli di carico, è sufficiente scegliere l'opzione Semplice.***

4.11.1. Impostazione dei parametri di analisi (semplice)

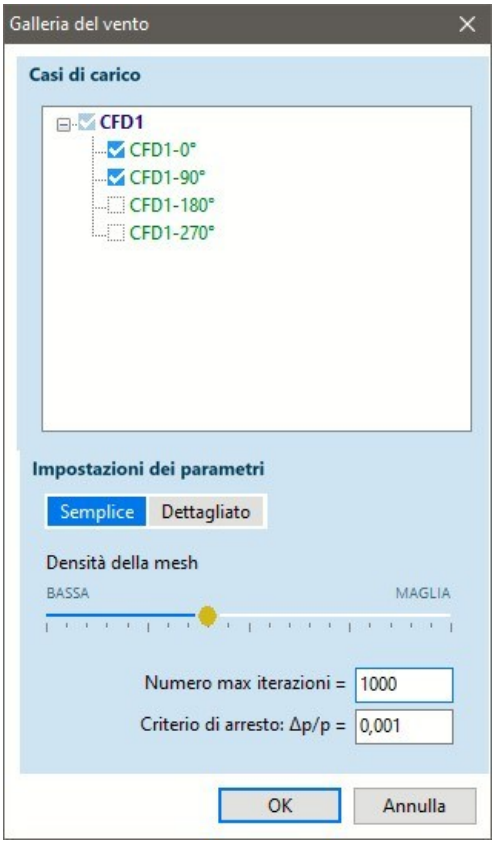
Casi di carico

Durante la definizione del carico di vento simulato (*4.10.15 Vento simulato utilizzato nell'analisi della galleria del vento (modulo WIND)*) i casi di carico sono stati creati in base alle direzioni specificate della rosa dei venti. L'analisi del flusso può essere eseguita su uno o più casi di carico selezionati. I casi di carico sono raggruppati per rosa dei venti. I casi di carico per i quali è stata eseguita un'analisi e sono stati generati i carichi da vento simulati appaiono in verde.

Impostazioni dei parametri

Nella *modalità semplice*, la generazione della mesh per l'analisi del flusso può essere controllata con un unico parametro chiamato *densità della mesh*.
Il significato del *Criterio di arresto* è che se il residuo di pressione *Δp/p*, che indica l'errore di soluzione, scende al di sotto di questo valore, l'analisi termina con un risultato valido.
Se questo criterio non è stato soddisfatto e l'analisi raggiunge il numero di iterazioni impostato in *Iterazioni massime*, l'analisi termina.

☞ ***Se la soluzione è convergente, il criterio di arresto è soddisfatto ma i valori delle forze aerodinamiche continuano a cambiare, il criterio di arresto deve essere rafforzato.***



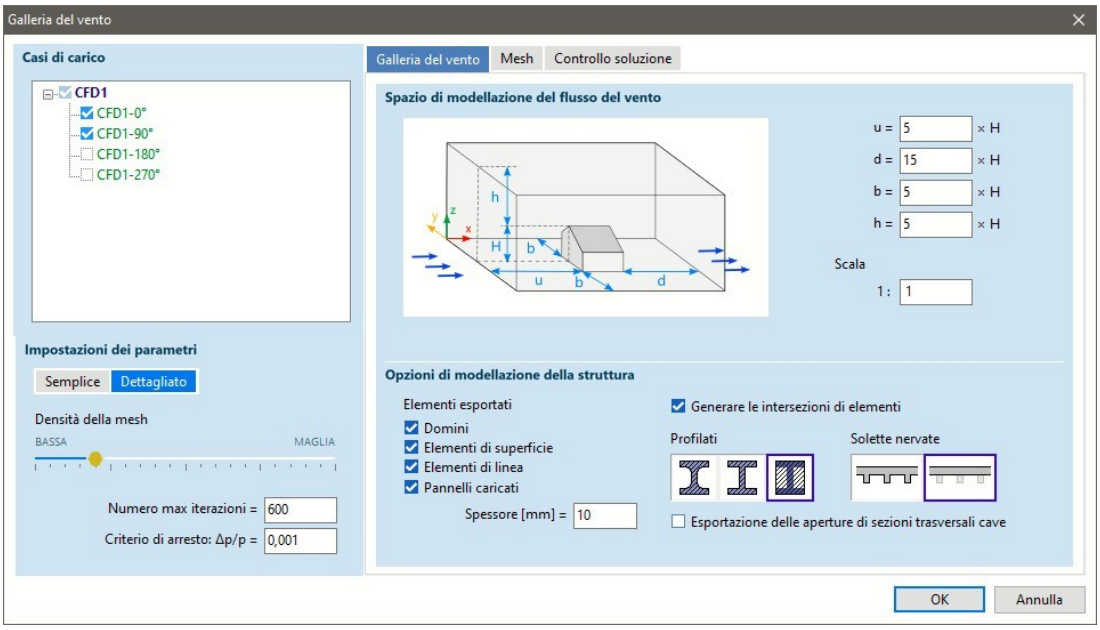
4.11.2. Impostazione dei parametri di analisi (dettagliato)

La selezione dei *casi di carico*, l'impostazione delle *iterazioni massime* e il *criterio di arresto* sono gli stessi della *modalità semplice*, ma sono disponibili più opzioni per regolare con precisione la costruzione e la mesh del modello di analisi del flusso (modello della galleria del vento + modello della struttura), scegliere il modello di turbolenza e definire criteri di arresto aggiuntivi.

4.11.2.1. Modello in galleria del vento

Il modello di analisi del flusso è costruito creando una galleria del vento virtuale all'interno del cuboide disegnato intorno al modello secondo la direzione del vento, quindi posizionando un modello della struttura nella galleria del vento, riempiendo lo spazio tra la struttura e le pareti della galleria con elementi finiti 3D utilizzando il toolbox OpenFOAM. L'analisi determina i campi di velocità e pressione su questi elementi finiti.

Il pannello *Spazio del modello di flusso del vento* consente di regolare le dimensioni dello spazio rettangolare che rappresenta la galleria del vento. H indica l'altezza della scatola di delimitazione del modello della struttura calcolata nel sistema di coordinate della galleria del vento. È necessario specificare lo spazio davanti, dietro e su entrambi i lati del rettangolo di selezione (*u, d, b, h*). I valori predefiniti sono *u = 5H, d = 15H, b = 5H, h = 5H*.



☞ ***Per strutture basse e larghe, il metodo sopra descritto che dipende dall'altezza non è il più appropriato. È necessario assicurarsi che il cosiddetto rapporto di ostruzione (l'area della struttura proiettata sull'ingresso divisa per l'area dell'ingresso) non superi il 3%.***

Se si utilizza un modello di spazio ridotto, le pareti possono influenzare il campo di pressione causando un flusso non reale. Un possibile errore potrebbe essere che il flusso tra la parete e la struttura acceleri più che nella realtà e che l'aspirazione del vento aumenti in modo significativo.
Aumentando le dimensioni della galleria del vento si migliora l'accuratezza, ma aumenta anche il tempo di calcolo, quindi è importante trovare un valore ottimale in cui i requisiti di risorse di calcolo siano ancora accettabili e l'accuratezza dei risultati sia buona.

La modifica della scala del modello consente di ridurre la densità della mesh, ma è molto importante notare che il ridimensionamento del modello deve essere utilizzato solo per le strutture indipendenti dal numero di Reynolds, quindi gli utenti che hanno meno familiarità con la modellazione CFD dovrebbero mantenere la scala 1:1.

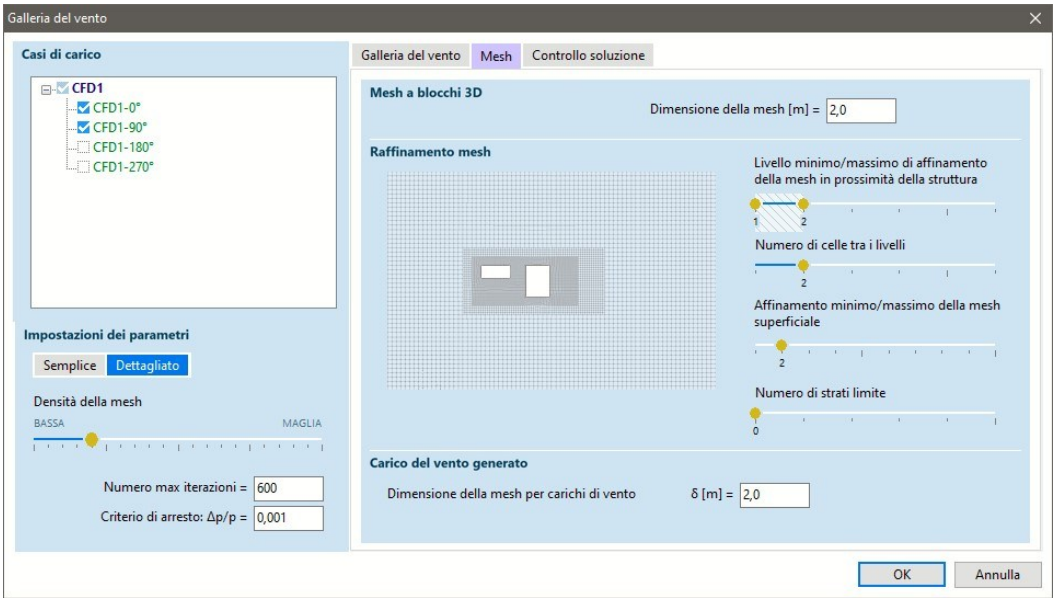
Il *pannello delle opzioni di modellazione della struttura* serve a controllare la geometria del modello della struttura.
Elementi esportati serve a selezionare i tipi di elementi da includere nel modello di struttura inserito nella galleria del vento. I pannelli di carico sono elementi senza spessore, poiché la loro unica funzione è quella di distribuire i carichi. Tuttavia, una simulazione aerodinamica richiede che tutti gli elementi inseriti nel flusso abbiano uno spessore non nullo, quindi è possibile inserire questo valore. Il valore di *Spessore* è rilevante solo se il pannello di carico ha parti indipendenti.
Gli elementi di connessione intersecanti aiutano a ridurre i problemi di geometria nelle intersezioni, facilitando la meshatura per OpenFOAM.
Sotto *Sezioni trasversali* si può scegliere di modellare le sezioni trasversali con la loro forma reale, senza arrotondare i raggi, o solo con il loro rettangolo di delimitazione. La voce Semplificazioni consente di ridurre il dettaglio della maglia di flusso, cioè il numero di elementi, e quindi il tempo necessario per il calcolo.
Sotto *Lastre nervate* è possibile modellare o ignorare le nervature delle lastre.
Se le parti sono attivate nel modello AXISVM, si può decidere, rispondendo a un messaggio, se l'intera struttura deve essere collocata nella galleria del vento o solo le sue parti attive. Vale la pena di semplificare il modello nella galleria del vento scegliendo le parti appropriate.

☞ ***I carichi del vento saranno generati solo sugli elementi collocati nella galleria del vento.***

☞ ***Cercare di utilizzare il modello geometrico più semplice possibile. Gli elementi che non svolgono un ruolo significativo nel flusso non devono essere considerati, perché aumenterebbero inutilmente il tempo di calcolo. Ad esempio, se il modello è avvolto da un pannello di carico, nella maggior parte dei casi è sufficiente considerare solo il pannello e non è necessario esportare elementi aggiuntivi.***

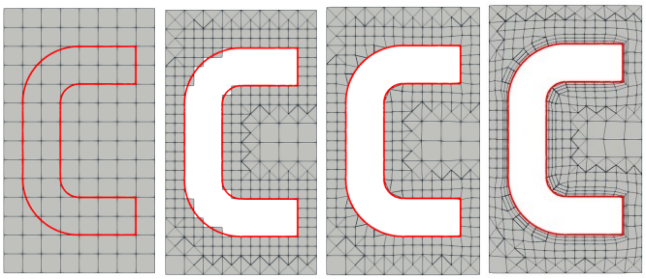
4.11.2.2. **Mesh**

In questa scheda è possibile controllare il modo in cui la mesh 3D viene generata in OpenFOAM per la simulazione del flusso e la dimensione della mesh utilizzata per generare i carichi del vento dai risultati della pressione.



Dimensione della mesh

Il primo passo consiste nel creare una cosiddetta *blockMesh* (nella terminologia di OpenFOAM). Si tratta di una mesh di base generale per lo spazio della galleria del vento. *La dimensione della mesh* specificata controlla la densità di questa mesh.

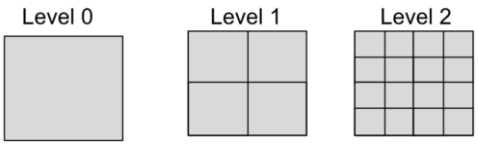


(fonte: CFDSupport)

Il secondo passo consiste nel prendere in considerazione il modello posizionato nel flusso con una serie di raffinamenti e regolazioni della mesh. Questo processo si chiama *snappyHexMesh* ed è la parte che richiede più tempo.

Livello minimo/massimo di raffinatezza della mesh in prossimità della struttura.

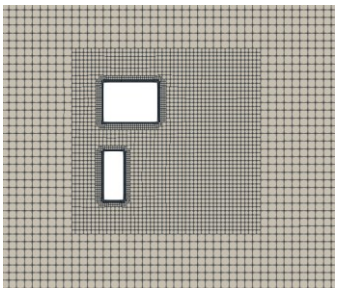
Per interpretare i parametri qui riportati, è necessario definire il concetto di "livello" utilizzato nella mesh di OpenFOAM. Le celle della mesh di base si trovano sul livello 0. Tagliando una cella a metà in tre direzioni si ottengono 8 piccole celle sul livello 1. Tagliandole ancora a metà si ottengono 64 celle sul livello 1. Tagliandole di nuovo a metà si ottengono 64 celle sul livello 2. Ripetendo questo processo per *n* volte, si ottiene un livello 1. Ripetendo questo processo n volte si ottengono 2^{3n} celle.



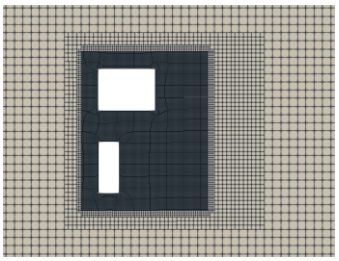
(fonte: CFDSupport)

Il programma affina la mesh di base in due fasi vicino al rettangolo di selezione della struttura. In primo luogo, valuta il 20% dei valori *u, d, b, h e,* all'interno di questo intervallo, applica il raffinamento minimo della mesh, quindi applica il raffinamento massimo della mesh entro il 10% dei valori *u, d, b, h.* Il raffinamento è necessario per tracciare con precisione il comportamento delle variabili fondamentali in un intervallo di rapidi cambiamenti di velocità.

La trackbar presenta due cursori gialli. Se si sovrappongono, i due intervalli avranno lo stesso livello di affinamento. Trascinare il cursore verso sinistra per impostare il livello minimo e verso destra per impostare il livello massimo.



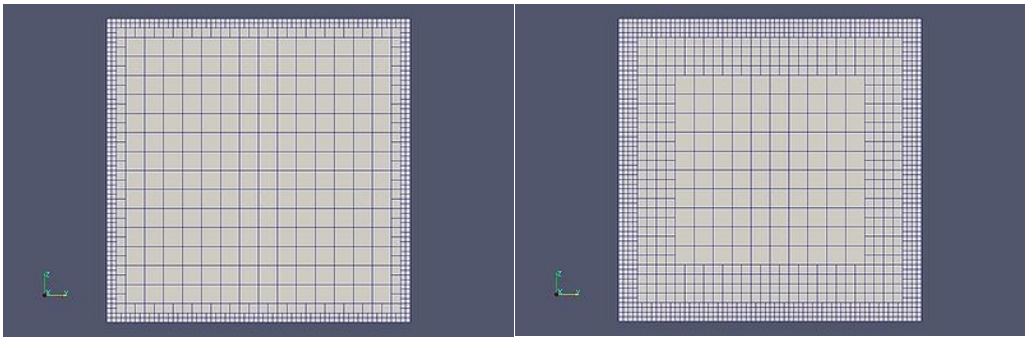
1/1 di affinamento



1/3 di affinamento

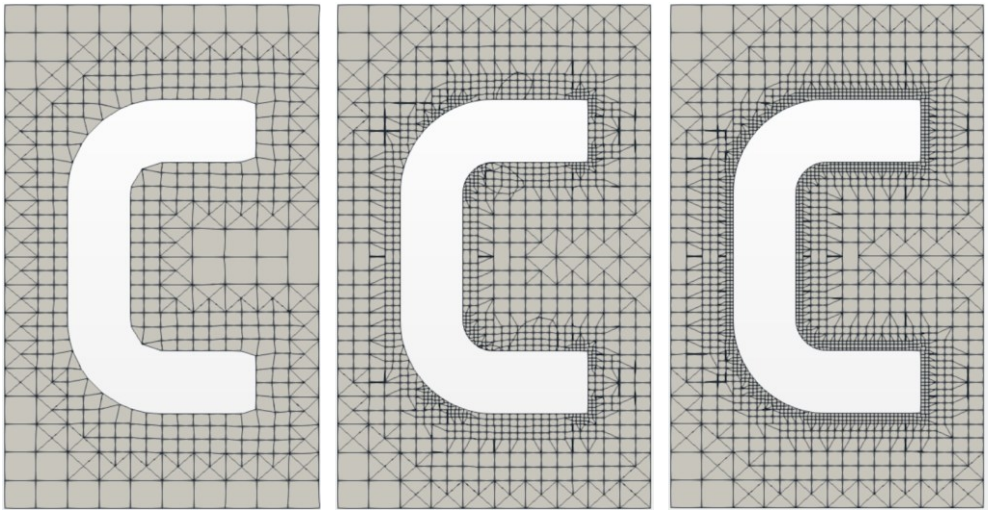
Numero di cellule tra i livelli

Tra un cambio di livello e l'altro, OpenFOAM utilizza almeno questo numero di strati di celle.



Numero di celle tra i livelli: 1 e 4 (fonte: OpenFOAM)

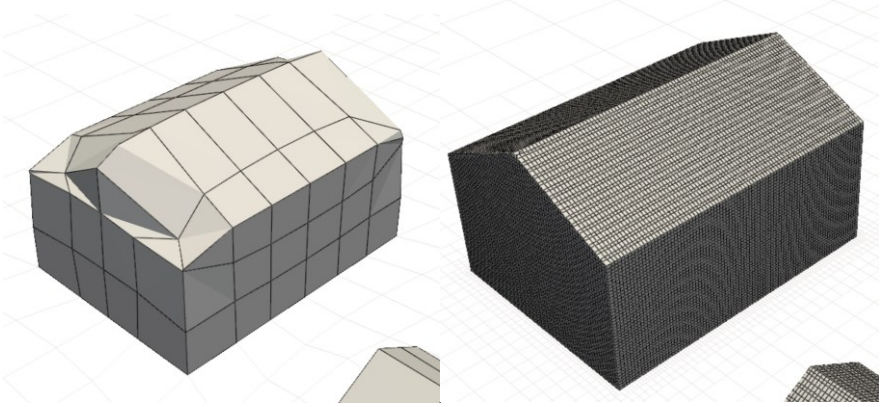
Affinamento minimo/massimo della mesh di superficie



Affinamento della maglia superficiale per diversi valori, 1/1; 1/3; 3/3 (fonte: CFDsupport)

La trackbar presenta due cursori gialli. Se sono sovrapposti, i due livelli saranno uguali. Trascinare il cursore verso sinistra per impostare il livello minimo e verso destra per impostare il livello massimo.

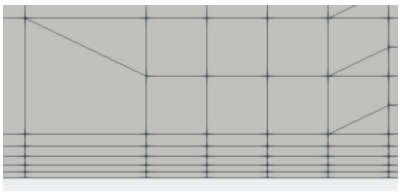
☞ ***Se la massima raffinatezza della mesh superficiale è impostata troppo bassa, potrebbe non essere sufficiente a descrivere correttamente la geometria della struttura:***



Esempio di una geometria inadeguata risultante da una bassa raffinatezza della mesh superficiale, e una geometria corretta ottenuta impostando una raffinatezza della mesh superficiale più elevata.

Numero di strati limite

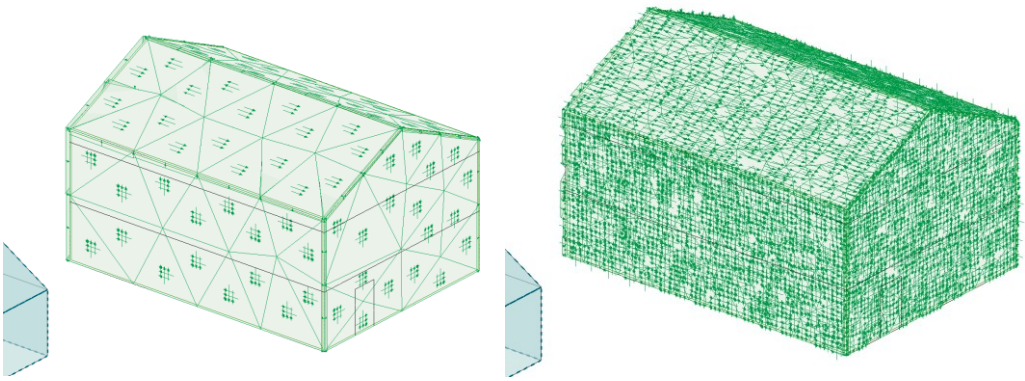
In prossimità della superficie del modello, il gradiente del campo di velocità è molto elevato, pertanto potrebbe essere necessario affinare la mesh aggiungendo ulteriori strati. 0 significa nessun inserimento di strati.



☞ ***Per le strutture curve, evitare di aggiungere strati limite.***

Generare carichi di vento

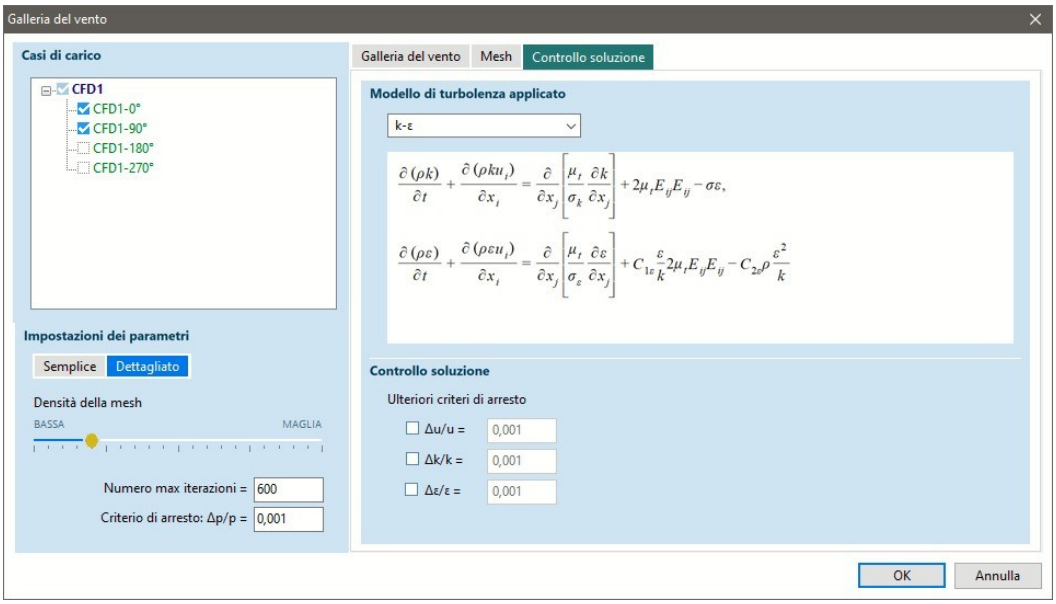
Questo valore controlla la dimensione della mesh utilizzata quando si generano i carichi del vento.



Carichi del vento generati con una maglia di 5 m e di 1 m

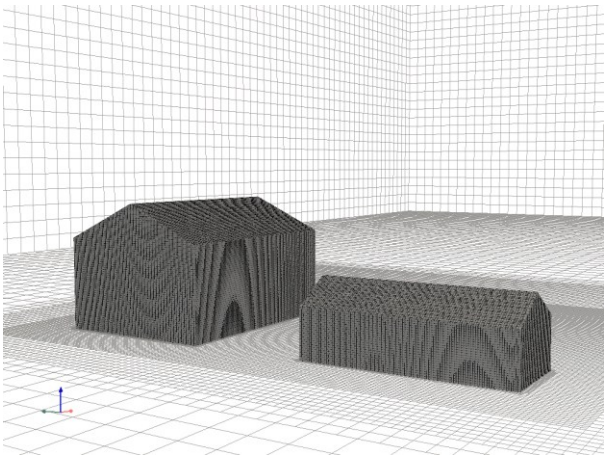
4.11.2.3. **Controllo della soluzione**

Il modello di turbolenza applicato può essere selezionato da un elenco a discesa. Il modello predefinito è il modello k-ε.
Per ulteriori informazioni sui modelli di turbolenza, consultare il documento PDF Guida all'uso del modulo WIND, disponibile in Aiuto / Guida WIND.
Il pannello di controllo della soluzione consente di impostare ulteriori criteri di arresto basati sui residui dei parametri di velocità o turbolenza.



4.11.3. Analisi in galleria del vento

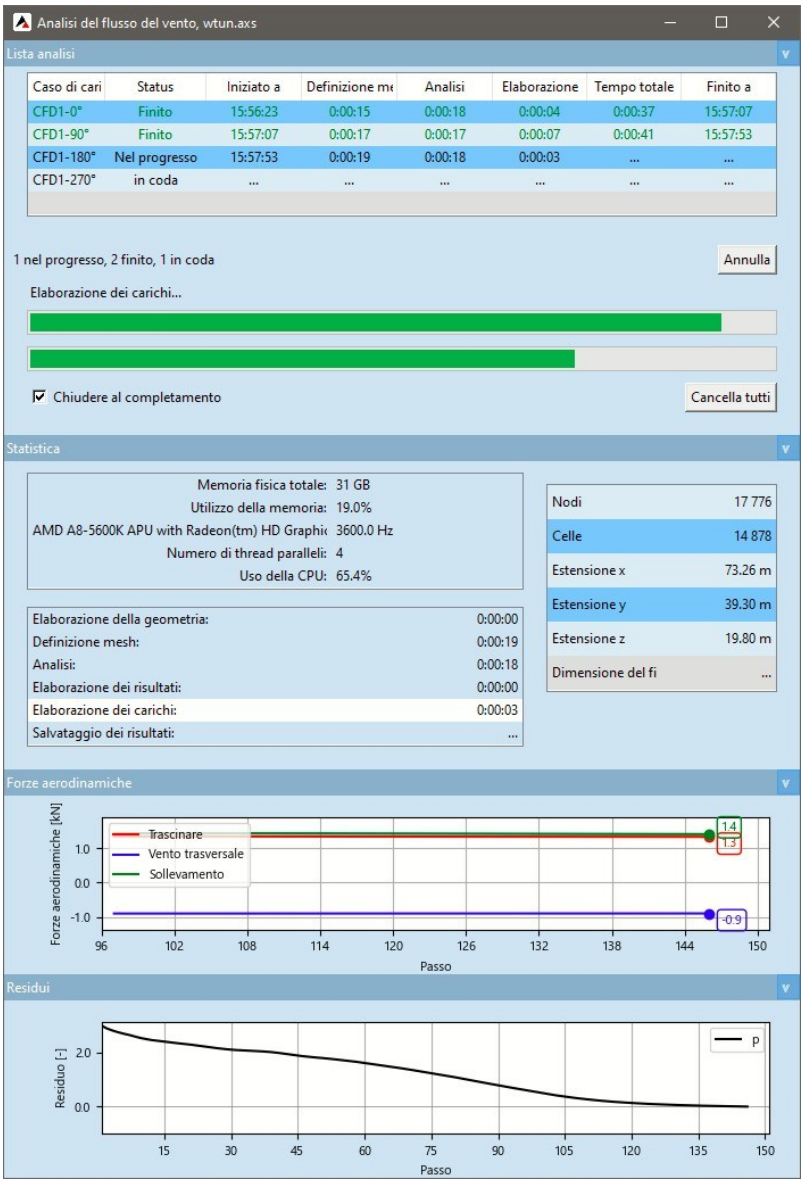
L'analisi del flusso viene eseguita per le direzioni del vento selezionate nella finestra di dialogo Galleria del vento. Il modulo importa innanzitutto la geometria del modello AXISVM, quindi esegue la mesh del volume totale della galleria del vento e della superficie del modello in base ai parametri impostati nella finestra di dialogo.



Al termine della fase di meshatura, un diagramma 3D della galleria del vento e della mesh viene visualizzato in una finestra separata senza interrompere l'analisi. Se la geometria del modello della struttura non è soddisfacente (ad esempio, la raffinatezza della mesh è troppo bassa), l'analisi può essere interrotta.

La visualizzazione 3D può essere ruotata attorno agli assi dello spazio del modello trascinando o, se si preme *Ctrl*, attorno all'asse perpendicolare allo schermo. *Maiusc*+trascinamento sposta il modello, la rotella del mouse esegue lo zoom avanti e indietro.

Mentre l'analisi è in corso, vengono visualizzati i seguenti dati



Coda di analisi

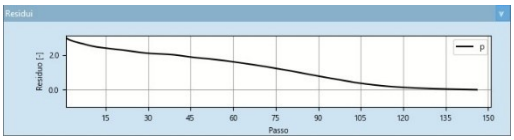
Se nella finestra di dialogo *Galleria del vento* è stata selezionata più di una direzione, nel pannello superiore appare *una coda di analisi*. Si tratta di un elenco che indica il processo di analisi per i casi di carico selezionati e visualizza il tempo trascorso in ciascun sottoprocesso. Fare clic su *Annulla* per interrompere l'analisi del caso di carico in corso. *Annulla tutto* è per interrompere l'intera serie di analisi. Selezionando *Chiudi se completato*, il programma torna ad AXISVM al termine del calcolo.

Statistiche Vengono visualizzate tre tabelle: 1) i parametri principali del computer, 2) i tempi impiegati in ciascun sottoprocesso in basso e 3) le proprietà della mesh di OpenFOAM sulla destra. Al termine dell'analisi, viene visualizzata anche la dimensione del file dei risultati.

Le forze aerodinamiche Le forze aerodinamiche risultanti che agiscono sulla struttura, interpretate nel sistema locale della galleria del vento, sono mostrate qui. Il *Drag* è la forza risultante nella direzione del vento, il *Crosswind* è la forza orizzontale perpendicolare alla direzione del vento, *l'Uplift* è la componente verticale della forza risultante del vento.

☞ ***Se l'analisi è convergente ma le forze risultanti cambiano ancora rapidamente alla fine del calcolo, è consigliabile ridurre il limite del residuo al criterio di arresto.***

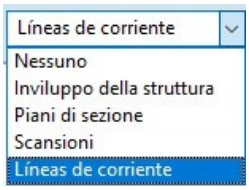
I residui Il *pannello Residui* mostra il logaritmo del rapporto tra il valore dell'errore e il valore target della pressione e delle altre variabili scelte nella *scheda Controllo soluzione*. Il calcolo converge quando i residui di tutte le variabili selezionate scendono sotto lo zero.



Importazione dei risultati, generazione dei carichi del vento Se l'analisi converge, AXISVM importa i risultati, quindi genera una mesh di carico separata sulla superficie del modello della galleria del vento utilizzando le dimensioni della mesh di carico definite nella finestra di dialogo *Galleria del vento* e applica carichi superficiali distribuiti sui rispettivi pannelli o domini di carico in base ai valori di pressione ottenuti dalla simulazione. Questi carichi saranno collocati nei casi di carico assegnati alle rose e alle direzioni del vento. Le travi e le nervature ricevono carichi lineari distribuiti lungo gli elementi.

4.11.4. Risultati dell'analisi del flusso

Se il processo iterativo dell'analisi del flusso del vento si è dimostrato convergente, vengono importati i seguenti risultati per il caso di carico selezionato dall'elenco a discesa (i componenti dipendono dalla modalità di visualizzazione descritta di seguito).



Pressione

p La pressione sull'involucro del modello *(Involucro della struttura),* nello spazio del modello *(Piani di intersezione, scanner)* e lungo la linea di flusso *(Streamlines)*

I valori sono negativi per l'aspirazione, positivi altrimenti.

Coefficiente di pressione per la superficie esterna

cpe Il rapporto tra la pressione in un determinato punto e la pressione dinamica all'altezza di quel punto (solo in *modalità involucro strutturale*).

Sollecitazione di taglio della parete

τ Sollecitazione di taglio per l' inviluppo della struttura.

Distanza dimensionale della parete

y+ La distanza dimensionale della parete è definita sull' inviluppo della struttura. Questo parametro viene utilizzato per determinare se la retinatura è sufficientemente fine per modellare accuratamente il flusso.

Velocità

vx, vy, vz I componenti della velocità del vento nello spazio del modello interpretati nel sistema di coordinate della galleria del vento (*x* è la direzione del vento, *z* è la verticale verso l'alto, *y* è perpendicolare ad entrambe, in modo che *x, y, z* formino un sistema destrorso) (nelle modalità *Piani di sezione* e *Scanner*).

vR Velocità del vento risultante nello spazio del modello (nelle modalità Piani di sezione e Scanner).

v Velocità del vento lungo la linea di flusso (*Streamlines*)

Modalità di visualizzazione dei risultati Per i risultati dell'analisi del flusso del vento sono disponibili le seguenti modalità di visualizzazione:

Involucro della struttura Pressione o coefficiente di pressione visualizzato sulla superficie del modello.

Sezione piani Pressione o velocità nella galleria del vento visualizzata in un piano di sezione esistente che interseca la mesh 3D dello spazio modello.

Scanners Piani di sezione spostabili interattivamente e paralleli ai piani di base del sistema di coordinate della galleria del vento. È inoltre possibile creare animazioni.

Linee di flusso Visualizzazione delle linee di flusso a partire da una serie di punti nel rettangolo di ingresso.
***Vedere**... 4.11.5 Definizione dei semi delle linee di flusso e dell'animazione delle linee di flusso*

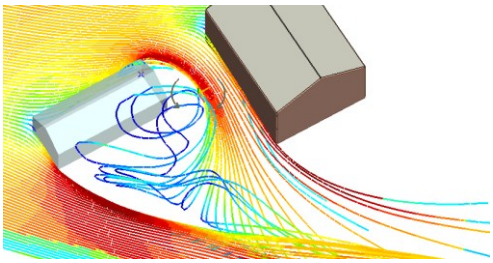
Opzioni di visualizzazione

Facendo clic sul pulsante *Mesh* tra i pulsanti di velocità in basso a destra (*2.18 Tasti Rapidi*). Viene visualizzata una finestra popup con diverse opzioni di visualizzazione.

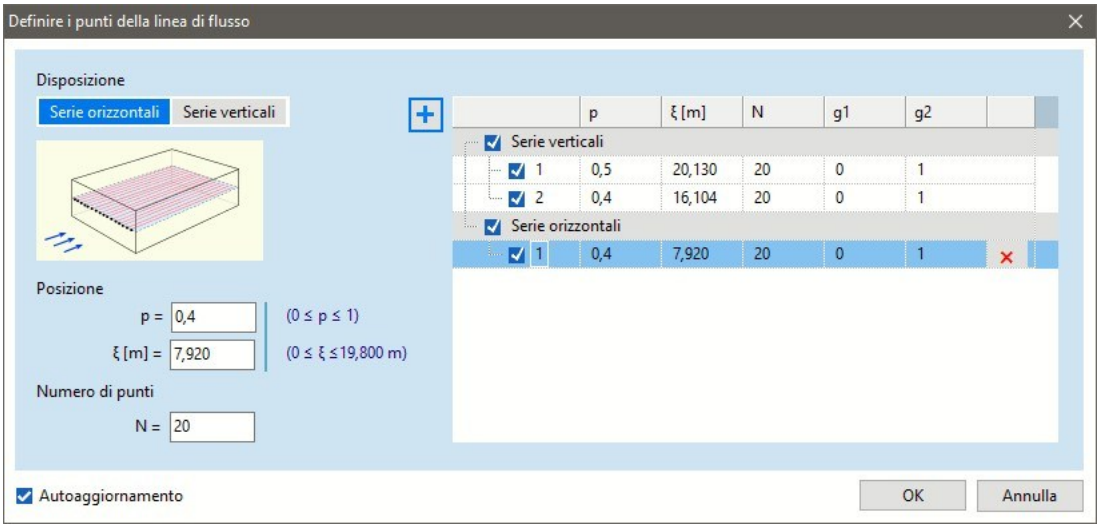
Mesh 3D per il modello di analisi del flusso del vento	Mesh di elementi solidi generata nella galleria del vento
Galleria del vento	Lati della galleria del vento con una mesh di superficie
Mesh di superficie del modello di flusso del vento	La mesh sulla superficie del modello strutturale
Spazio del modello di flusso del vento	Lati della galleria del vento

4.11.5. Definizione dei semi delle linee di flusso e dell'animazione delle linee di flusso

Le linee di flusso sono curve la cui tangente in qualsiasi punto punta nella direzione del vettore velocità.
In un flusso stazionario, cioè variabile nel tempo, esse tracciano anche il percorso delle particelle d'aria. Il loro tracciato aiuta a valutare i risultati dell'analisi.



Per tracciare le linee di flusso è necessario definire i punti di partenza. AXISVM consente di definire una o più serie di punti orizzontali o verticali sul lato di ingresso della galleria del vento, chiamati semi di linee di flusso. Le linee di flusso sono colorate in base al valore locale della componente del risultato corrente (velocità *v* o pressione *p*).



A sinistra è possibile impostare le proprietà di una serie. La disposizione dei semi può essere orizzontale o verticale. Per una serie orizzontale, la posizione verticale della serie, per una serie verticale, la posizione orizzontale della serie deve essere specificata come una proporzione della dimensione corrispondente del lato di ingresso (*p*), o come una distanza specifica (*ξ*). Il numero di punti (cioè di linee di flusso) è N.
Facendo clic sul pulsante +, la serie viene aggiunta alla tabella a destra.
La riga corrente della tabella può essere cancellata facendo clic sull'icona rossa *Cancella* alla fine della riga.
Le linee di flusso saranno generate dalle serie di punti solo se la casella di controllo all'inizio della riga è selezionata. *g1* e *g2* possono essere modificati per indicare la posizione dell'inizio e della fine della serie di punti in relazione alla dimensione corrispondente dell'ingresso. I valori predefiniti sono 0 e 1, vale a dire che la linea dei punti corre lungo l'intera altezza o larghezza dell'ingresso.
Per modificare un valore, fare doppio clic sulla cella corrispondente della tabella.

Quando si attiva *l'aggiornamento automatico*, le modifiche apportate ai semi delle linee di flusso vengono applicate immediatamente nella finestra principale (se questa è in modalità di visualizzazione *Linee di flusso*).

Animazioni delle line di flusso



L'animazione della linea di flusso è un altro modo per visualizzare il flusso e le variazioni di velocità. La lunghezza, la distanza e la velocità di animazione delle particelle lanciate lungo la linea di flusso possono essere controllate con i cursori. L'animazione può essere salvata in un file.
Le impostazioni sono simili a quelle per l'esportazione dell'animazione (***vedi...*** *6.1.2 Animazione*).
Fare clic sull'icona *Impostazioni* per impostare il numero di fotogrammi da catturare e la dimensione dell'immagine in uscita (l'immagine nella finestra attiva viene scalata alla dimensione specificata), nonché il ritardo aggiuntivo tra i fotogrammi per il formato GIF.

4.12. Mesh



Facendo clic sul bottone mesh della barra degli strumenti di mesh è disponibile la generazione di mesh per elementi lineari e domini, la funzione di raffinamento della mesh ed il controllo della forma degli elementi finiti.

4.12.1. Generazione della Mesh

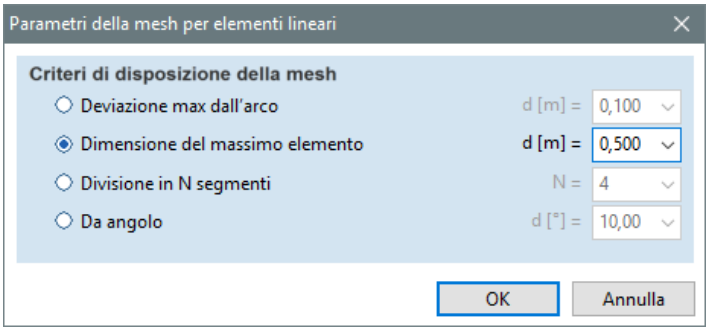
La rilevazione automatica delle linee di sovrapposizione e delle intersezioni mancanti riduce gli errori nella geometria di modello.
Il supporto dei processori multi core riduce notevolmente i tempi di meshatura dei domini.

4.12.1.1. Mesh di elementi lineari



L'analisi agli elementi finiti utilizza elementi lineari con sezione trasversale costante. Se la struttura presenta elementi ad arco e con sezione trasversale variabile (assottigliata) gli elementi di linea devono essere divisi in parti. Questo è chiamato maglia di elementi lineari. La precisione della soluzione dipende dalla densità di maglia.
Questa mesh può essere rimossa o modificata esattamente come una maglia di dominio. La rimozione di una maglia non cancella i carichi e le proprietà assegnati all'elemento di linea. Una maglia può essere definita anche per elementi lineari con sezione trasversale costante. Questo è utile in analisi non lineare o analisi di vibrazione quando è richiesta la divisione di elementi di linea per ottenere una precisione più alta.

Parametri della mesh per elementi lineari



La generazione della mesh può essere eseguita secondo diversi criteri:

Deviazione max dall'arco
L'altezza della corda non può superare il valore specificato.
Dimensione del massimo elemento
La lunghezza delle linee della mesh non può superare il valore specificato.
Divisione in N segmenti
Gli elementi lineari sono divisi in N parti.
Da angolo
L'angolo centrale tra segmenti di maglia disposti ad arco non può superare il valore specificato.

4.12.1.2. Generazione della mesh sul dominio



Una maglia di elementi di superficie triangolari può essere generata sui domini scelti specificando per la maglia una lunghezza media degli elementi di superficie. La fase di realizzazione delle mesh considererà tutti i fori, le linee interne e i punti del dominio. Le mesh possono anche prevedere carichi di una certa intensità.
Le mesh possono opzionalmente seguire i carichi al di sopra di una certa intensità o essere adattate alle teste dei pilastri per consentire il taglio dei picchi delle forze interne.

Parametri di mesh per domini

Tipologia mesh

La mesh può essere triangolare, mesh quadrangolare o una maglia mista, in cui la maggior parte degli elementi sono quadrilateri con alcuni triangoli.

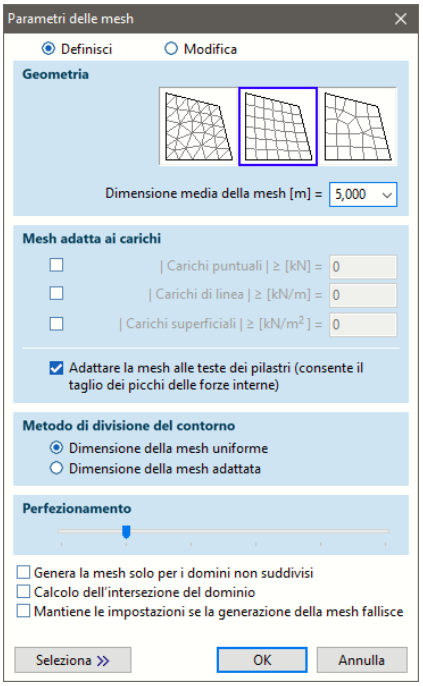
Se le linee di contorno del dominio inclusi i fori e linee interne possono essere suddivise in quadrilateri e la mesh quadrangolare è selezionata viene generata una mesh parametrica di qualità migliore.

Dimensione mesh

È possibile specificare una dimensione media degli elementi della mesh. La meash reale può contenere anche elementi più piccoli e più grandi.

Mesh adatta ai carichi

Le mesh seguiranno carichi controllati se l'intensità di carico supera il valore specificato. I carichi puntuali creeranno nodi mesh, i carichi di linea creeranno linee di mesh.



Regolare mesh secondo le teste delle colonne

La mesh deve essere impostata correttamente sulle teste dei pilastri per consentire il taglio dei picchi delle forze interne. Attivando questa opzione si adatta automaticamente la mesh in base alla geometria della sezione trasversale di collegamento delle colonne. Tutte le travi di giunzione alla soletta con un angolo maggiore di 45 ° sono identificate come colonne. Questa opzione deve essere impostata per attivare *Taglia i picchi dei momenti sopra le colonne* della finestra di *Visualizza Parametri*. ***Vedi...*** *6.1.13 Sollecitazioni Elementi Bidimensionali*

Metodo di divisione del contorno

Dimensione uniforme della mesh

I domini e le linee interne saranno divisi secondo la dimensione della mesh per assicurare la dimensione dell'elemento imposta

Dimensione adattabile della mesh

La mesh adattabile segue la geometria dei domini e raffina la mesh riducendo la dimensione degli elementi dovunque è necessario.

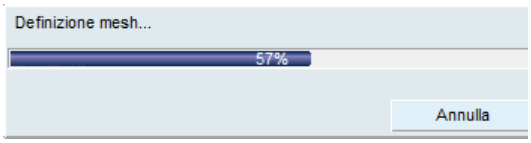
Perfezionamento

La barra di traccia controlla la levigatura delle mesh. La levigatura rallenta un pò la generazione delle mesh. Spostare la maniglia verso l'estremità sinistra imposta una levigatura minima e l'elaborazione veloce, mentre l'estremità destra imposta una levigatura massima con lenta elaborazione. Il risultato della levigatura dipende dalla geometria del dominio e dagli altri parametri della rete, pertanto l'impostazione di una levigatura più alta non porta necessariamente una migliore qualità della mesh.

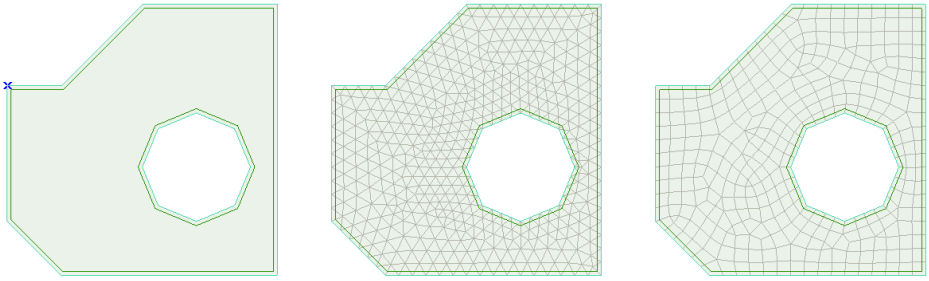
Se è attivo il comando *Genera la mesh solo per i domini non suddivisi* nessuna maglia sarà creata per domini già meshati.

Se *Calcolo delle intersezioni dei domini* è attivato l'intersezione dei domini viene automaticamente calcolata prima della meshatura.

Il progredire dell'operazione di meshing (definizione della maglia) può essere monitorato in una finestra che appare e può essere interrotto in qualsiasi momento cliccando sull'apposito tasto (Annulla).



Il generatore di mesh (maglia) considera soltanto i punti estremi di un elemento trave che si trovi nel piano del dominio mentre trascura i loro corrispondenti segmenti di linea. Gli elementi di irrigidimento (nervature) sono incorporate con i loro segmenti perché possono essere definiti sui contorni delle superfici.
Se nel modello di dominio ci fossero già mesh quadrilatere o triangolari, il generatore di mesh non cambierà tali mesh e le integrerà nella nuova mesh.



Prima della mesh Dopo la mesh

☞ ***Se una mesh viene generata su una già esistente (ma con la lunghezza media del lato differente), la nuova mesh si sovrascriverà alla prima.***

4.12.1.3. **Mesh dei domini di modellazione del terreno**

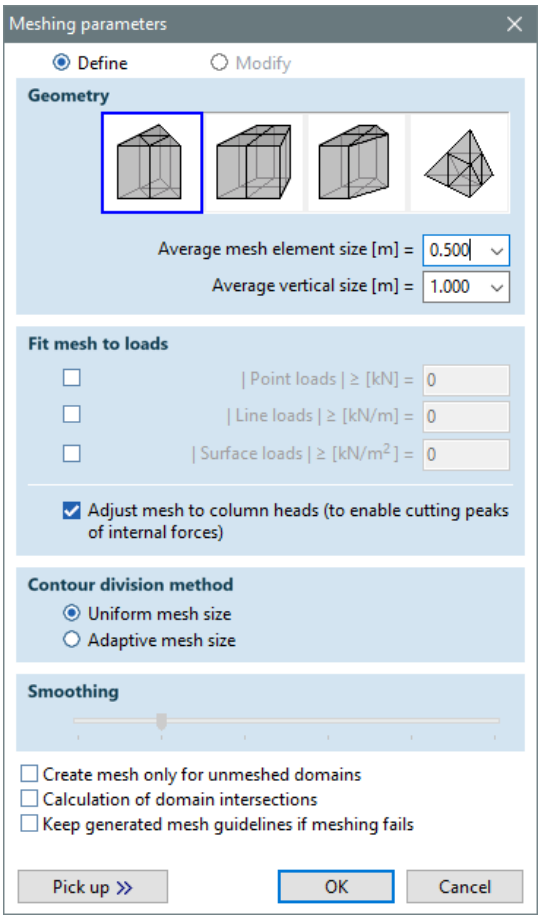


Il programma genera una mesh volumetrica con le dimensioni medie orizzontali e verticali indicate per i domini di modellazione del terreno selezionati, considerando tutti i fori, i nodi e le linee all'interno di questi domini.

Scegliere il tipo di elementi solidi generati dal pannello *Geometria*. a forma degli elementi solidi generati può essere un triangolo estruso (cuneo), un quadrilatero estruso (esaedro), un misto dei due o un tetraedro.

La mesh di elementi solidi viene creata estrudendo verticalmente la mesh di superficie. Nel caso della mesh tetraedrica, la dimensione e il numero di tetraedri sono adattati dinamicamente allo spessore locale degli strati. Se alcuni strati si assottigliano a zero, i primi tre metodi di meshatura possono non funzionare. In questi casi, scegliere la meshatura tetraedrica.

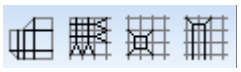
La dimensione media degli elementi è la dimensione media degli elementi della mesh planare generata per il dominio di modellazione del terreno.
La dimensione verticale media è la dimensione verticale media degli elementi solidi. Le dimensioni verticali effettive dipendono anche dallo spessore degli strati di terreno ottenuti dal modello stratigrafico.



☞ ***La mesh generata è costituita da elementi solidi, la profondità totale del modello è la più grande dei valori minimi d dei domini di modellazione del suolo contigui vedere*** *4.9.9 Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL)*

4.12.2. Raffinamento mesh





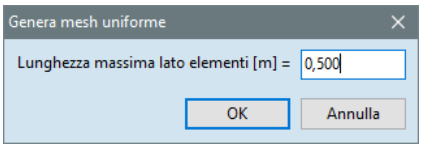
Permette di raffinare la maglia di elementi finiti degli elementi bidimensionali.
Gli elementi della maglia raffinata hanno le stesse proprietà (materiale, sezione/spessore, riferimenti,..) della maglia grossolana.

☞ ***Bisogna impostare manualmente i gradi di libertà nodali della maglia generata che non erano stati impostati durante il processo di generazione della maglia.***

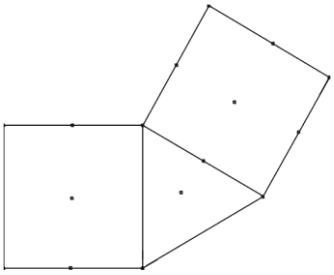
Sono disponibili le seguenti opzioni.

Uniforme

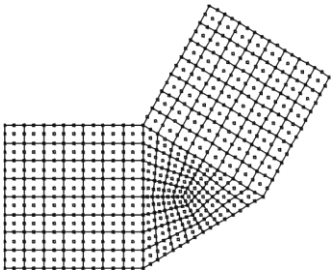




Permette di raffinare l'intera maglia selezionata. Bisogna specificare la massima lunghezza desiderata per il lato di un elemento bidimensionale nella magli raffinata.



Prima del raffinamento

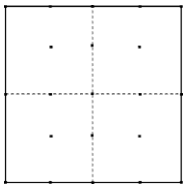


Dopo il raffinamento

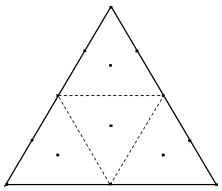
Bisezione



Permette di raffinare la maglia selezionata bisecando gli elementi come mostrato nella figura seguente.



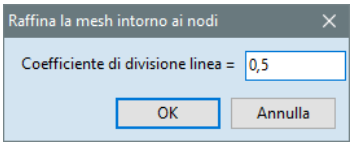
Elemento Quadrilatero



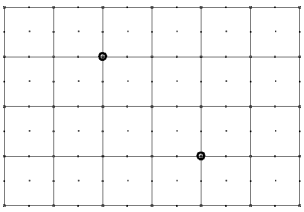
Elemento Triangolare

Relativa al Nodo

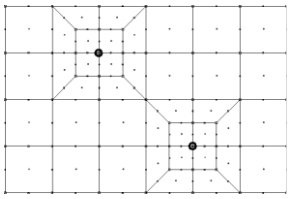




Permette di raffinare la maglia intorno ai nodi selezionati (localmente intorno a colonne, appoggi elastici nodali).
Bisogna definire un coefficiente di divisione(0.2- 0.8).
Il comando rifinisce la maglia dividendo gli elementi connessi ai rispettivi nodi in base al coefficiente definito.

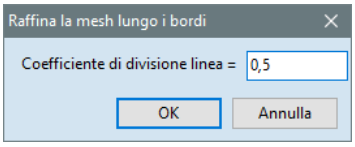


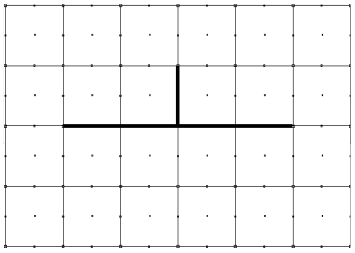
Prima del raffinamento



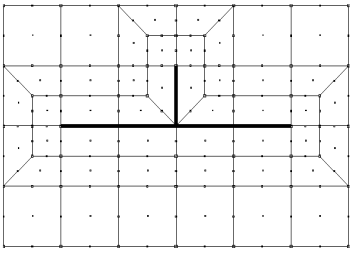
Dopo il raffinamento

Relativa al bordo





Prima del raffinamento

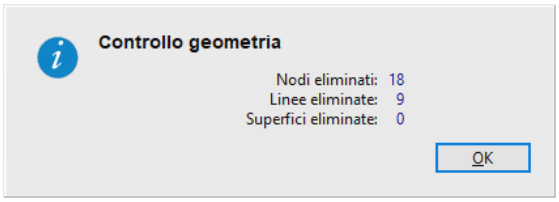


Dopo il raffinamento

Permette di raffinare la maglia lungo i bordi selezionati (localmente lungo i bordi di carichi/appoggi elastici) Si deve specificare un coefficiente di divisione (0.2- 0.8). Il comando rifinisce la maglia dividendo gli elementi connessi ai rispettivi bordi in base al coefficiente definito.

4.12.3. Controllo Geometria

Il programma controlla l'angolo minimo degli elementi finiti di superficie (α).
Un elemento finito triangolare è distorto se ≤ 15.
Un elemento finito quadrilatero è distorto se ≤ 30.



4.12.4. Seleziona bordi liberi

Questo comando seleziona tutti i bordi collegati ad un solo elemento di superficie. La selezione permette di individuare i bordi in cui le maglie di due domini non sono collegate a causa di qualche problema di modellazione.

4.12.5. Cancellare tutte le mesh

Cancella tutte le mesh dagli elementi lineari

Cancella tutte le mesh di dominio dai domini

Cancella tutte le mesh (elementi lineari e domini) del modello

4.13. Fasi di costruzione - Modulo STG



Gli strumenti di questa scheda forniscono funzioni relative alla definizione delle fasi di costruzione, al controllo della costruzione, alla modifica e alla rimozione degli elementi nelle diverse fasi e all'assegnazione dei casi di carico alle fasi.

Considerare le fasi di costruzione nella progettazione strutturale

Considerare le fasi di costruzione nella progettazione strutturale è di fondamentale importanza, poiché durante il processo di costruzione la struttura è soggetta a carichi e condizioni che differiscono dallo stato finale (operativo). Se non se ne tiene conto in modo adeguato, soprattutto nella modellazione a elementi finiti, si può ottenere un quadro fuorviante della risposta strutturale. I seguenti aspetti chiave evidenziano perché è essenziale analizzare separatamente le fasi di costruzione:

- **Contabilizzare le fasi di costruzione:**
  Nei modelli a elementi finiti, l'intera struttura viene spesso analizzata come se tutti i componenti strutturali fossero presenti nello stesso momento e i carichi fossero applicati simultaneamente. In realtà, le strutture vengono costruite gradualmente e i carichi, come il peso proprio, appaiono in modo incrementale. Ignorare questo aspetto può portare a distribuzioni imprecise delle sollecitazioni e delle deformazioni.
- **Modifica dei sistemi strutturali durante la costruzione:**
  Il sistema strutturale si evolve continuamente durante la costruzione: i singoli elementi vengono costruiti in tempi diversi e può accadere che all'inizio alcuni elementi strutturali non abbiano i loro appoggi finali. Se non si tiene conto di questo, il modello assume erroneamente che tutti gli elementi sopportino i carichi nel loro stato finale.
- **Carichi e deformazioni temporanee:**
  Le deformazioni e gli spostamenti che si verificano durante la costruzione possono essere critici, in particolare per le strutture con luci lunghe o alte. Il peso proprio applicato in modo incrementale può causare deformazioni permanenti, che influenzano lo stato strutturale finale. Un modello a elementi finiti che non simuli queste fasi intermedie non riuscirà a catturare il comportamento realistico della struttura.
- **Comportamento dei materiali in funzione del tempo:**
  Ciò è particolarmente importante per le strutture in calcestruzzo, dove il materiale non raggiunge immediatamente la resistenza e la rigidità finali.

Simulazione delle fasi di costruzione nell'analisi agli elementi finiti

Per modellare in modo più accurato il processo di costruzione reale, è necessario implementare un'**analisi fase per fase.** In questo approccio:

- Gli elementi strutturali vengono attivati, disattivati, rafforzati o **indeboliti in base alla sequenza di costruzione reale,**
- i carichi, come il peso proprio, vengono introdotti **gradualmente nel corso delle fasi**,
- si considerano le deformazioni e le modifiche intermedie del sistema strutturale.

La simulazione delle fasi di costruzione garantisce che il progetto tenga conto delle reali condizioni di carico e deformazione, consentendo un'analisi strutturale più accurata e affidabile.
Il modulo può essere utilizzato efficacemente per modellare interi processi di costruzione, a partire, ad esempio, dall' innalzamento di elementi come nell'analisi di una copertura a capriate in acciaio, dal sollevamento con la gru fino al funzionamento nello stato finale della struttura nella sua configurazione definitiva. Inoltre, la sua versatilità lo rende applicabile a un'ampia gamma di scenari che esulano dalle tipiche simulazioni di costruzione, tra cui:

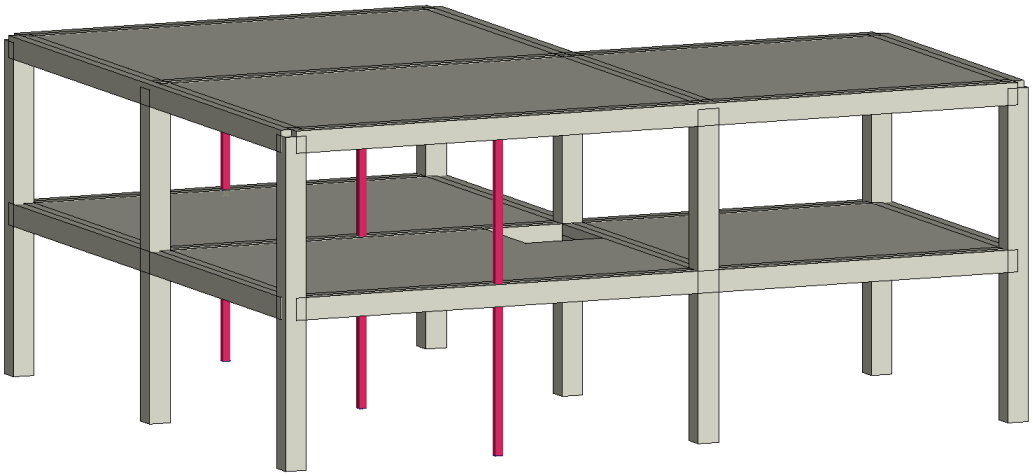
- **Modellazione dei processi di demolizione:**
  Il modulo può anche simulare la demolizione graduale di edifici e altre strutture, catturando i cambi di percorso del carico e il comportamento strutturale man mano che gli elementi vengono rimossi. Ciò è particolarmente utile per garantire la sicurezza e la stabilità della struttura rimanente durante la demolizione parziale.

- **Analisi di strutture parzialmente demolite:**
  Nei casi in cui le strutture vengono smontate solo parzialmente, il modulo consente l'analisi strutturale della struttura rimanente per valutarne la capacità portante e garantire la stabilità rispetto ai carichi applicati.
- **Verifica dei rinforzi strutturali:**
  Il modulo è adatto per convalidare il rafforzamento strutturale (ad esempio, piastre d'acciaio saldate a sezioni d'acciaio, colonne RC aggiuntive per rafforzare le pareti in muratura o per sostituire le colonne in muratura deboli, ecc.
- **Modellazione del danno strutturale:**
  Il modulo è anche in grado di analizzare strutture danneggiate o non in grado di resistere. Simulando gli effetti del deterioramento, del cedimento dei materiali o dei danni accidentali, consente agli ingegneri di valutare l'entità del danno, la capacità portante residua della struttura e la ridistribuzione delle forze all'interno del sistema danneggiato. Ciò è fondamentale per pianificare le riparazioni, l'adeguamento o addirittura per determinare se una struttura danneggiata può rimanere in servizio.
- **Analisi di robustezza:**
  Una delle applicazioni più avanzate del modulo è l'analisi della robustezza delle strutture. Disattivando selettivamente gli elementi critici, il modello può simulare scenari in cui i componenti strutturali chiave si lesionano e valutare la risposta strutturale risultante. Questo approccio consente agli ingegneri di determinare se la struttura, con il suo percorso di carico alterato e la struttura modificata, può sopportare i carichi applicati senza collassare.
  - Simulazione della rimozione di elementi chiave: Il modulo può identificare come la perdita di uno o più elementi critici influisca sulla stabilità globale e ridistribuisca le forze all'interno della struttura.
  - Valutazione della resilienza: Aiuta a valutare la capacità della struttura di rimanere funzionale o almeno stabile in tali scenari, offrendo spunti per la prevenzione del collasso progressivo e la progettazione di percorsi di carico ridondanti.
- **Processo di avvio dei ponti:**
  Nei casi di varo di ponti (costruzione di ponti incrementali), le fasi di costruzione sono particolarmente critiche. La struttura del ponte viene spostata in modo incrementale nella sua posizione finale e durante questo processo i percorsi di carico, le condizioni di appoggio e le sollecitazioni risultanti cambiano dinamicamente. Ogni posizione intermedia del ponte può creare sollecitazioni e deformazioni temporanee che non esistono nello stato finale. Ignorare questi effetti può portare a valutazioni errate delle prestazioni strutturali, soprattutto nelle sezioni con condizioni di appoggio temporanee.

Sfruttando queste capacità, il modulo funge da strumento completo per la simulazione e l'analisi di una serie di processi strutturali complessi, dalla costruzione e demolizione al rinforzo, alla valutazione dei danni e alla valutazione della robustezza. Ciò garantisce progetti più sicuri e affidabili e prestazioni migliori sia in condizioni previste che impreviste.

4.13.1. Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione

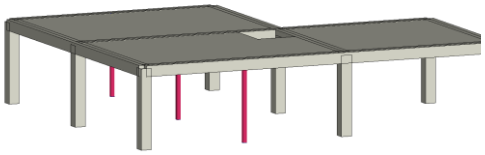
Questa sezione fornisce una panoramica generale e pratica sui termini e sull'implementazione della modellazione delle fasi di costruzione in AXISVM.
Soprattutto, non ci sono modelli aggiuntivi per ogni fase di costruzione modificati e gestiti separatamente. Il primo passo è la creazione del cosiddetto modello master. Deve essere creato come un semplice modello di stato finale in situazioni normali, ma il modello master deve includere tutti gli elementi strutturali creati durante il processo di costruzione, indipendentemente dal fatto che siano costruiti in modo temporaneo o permanente, e tutti i carichi applicati alla struttura in modo temporaneo o permanente durante la costruzione e nello stato finale.
La seguente serie di immagini aiuta a comprendere il concetto di modello master.



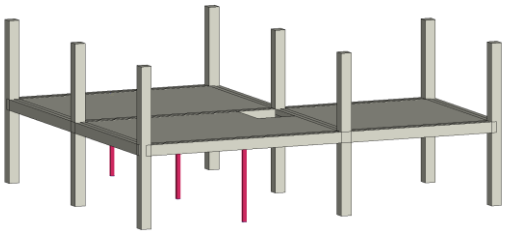
Master model



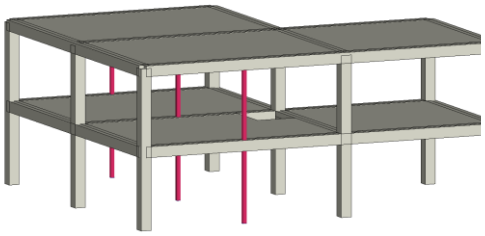
1st construction stage



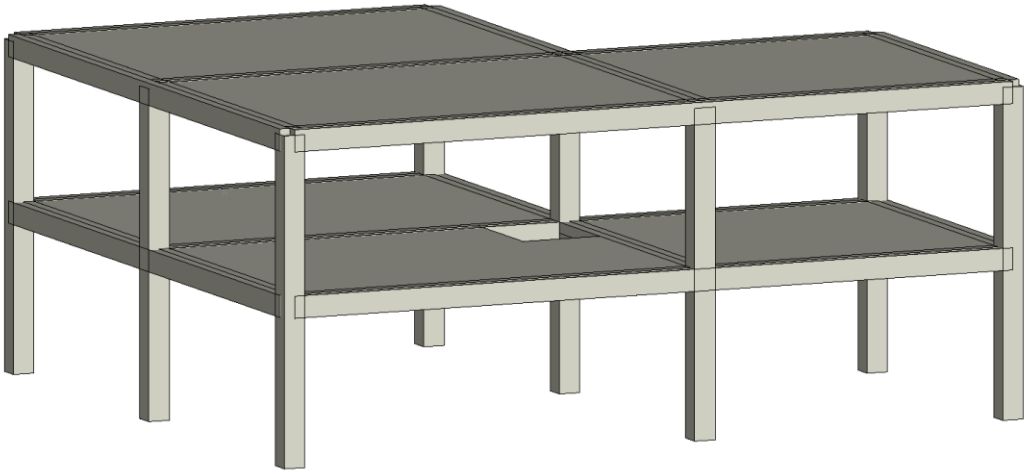
2nd construction stage



3rd construction stage



4th construction stage



5th construction stage (final state)

Le fasi di costruzione sono simili alle parti definite dall'utente (***vedere...*** *2.16.17 Parti)* in quanto raggruppano gli elementi attivi in un determinato stato di costruzione. Alcune proprietà degli elementi possono essere modificate durante le fasi, come descritto nelle sezioni successive.
Vedere... *4.13.2 Definizione delle fasi* e *4.13.3 Modifica delle fasi.*

Secondo questa logica, se si elimina un elemento nella scheda Elementi, questo viene eliminato dal modello master, quindi scomparirà da ogni fase di costruzione, poiché le singole fasi vengono create attivando, disattivando o modificando gli elementi del modello master.
I nuovi elementi del modello master (definiti in una finestra di dialogo, disegnati direttamente o creati come copia di un elemento esistente) non appaiono in nessuna delle fasi. Devono essere aggiunti a una fase con un'operazione separata nella scheda *Fasi di costruzione*.
Si raccomanda di costruire prima il modello principale, includendo tutti gli elementi strutturali temporanei e permanenti e tutti i carichi temporanei o permanenti. I passi successivi sono: 1) definizione delle fasi 2) impostazione degli elementi presenti in ogni fase 3) impostazione dei casi di carico presenti in ogni fase.
In relazione alle fasi di costruzione, distinguiamo carichi permanenti e temporanei. Si possono avere più casi di carico o gruppi di carico assegnati alle fasi di costruzione. Questo processo è discusso in seguito, si veda *4.13.5 Definizione dei carichi delle fasi*. La differenza tra carichi permanenti e temporanei è che i carichi permanenti (ad esempio il peso proprio) sono calcolati gradualmente e il loro effetto è riassunto linearmente nelle fasi. Al contrario, i carichi temporanei possono essere attivi solo in alcune fasi. Sia i carichi vivi che quelli morti possono essere considerati carichi temporanei (ad esempio, il peso dei materiali da costruzione immagazzinati, il carico vivo causato dai lavoratori e dai loro attrezzi).

Stato finale

Un altro termine importante è lo stato finale del modello.
Gli elementi presenti nello stato finale sono gli stessi dell'ultima fase. Tuttavia, i carichi applicati sono molto diversi. I carichi applicati nell'ultimo stadio sono i carichi permanenti e temporanei assegnati a quello stadio. Ma nello stato finale tutti i gruppi di carico e i casi di carico definiti nel modello master saranno applicati alla struttura, ad eccezione di quelli assegnati agli stadi come casi di carico temporanei.

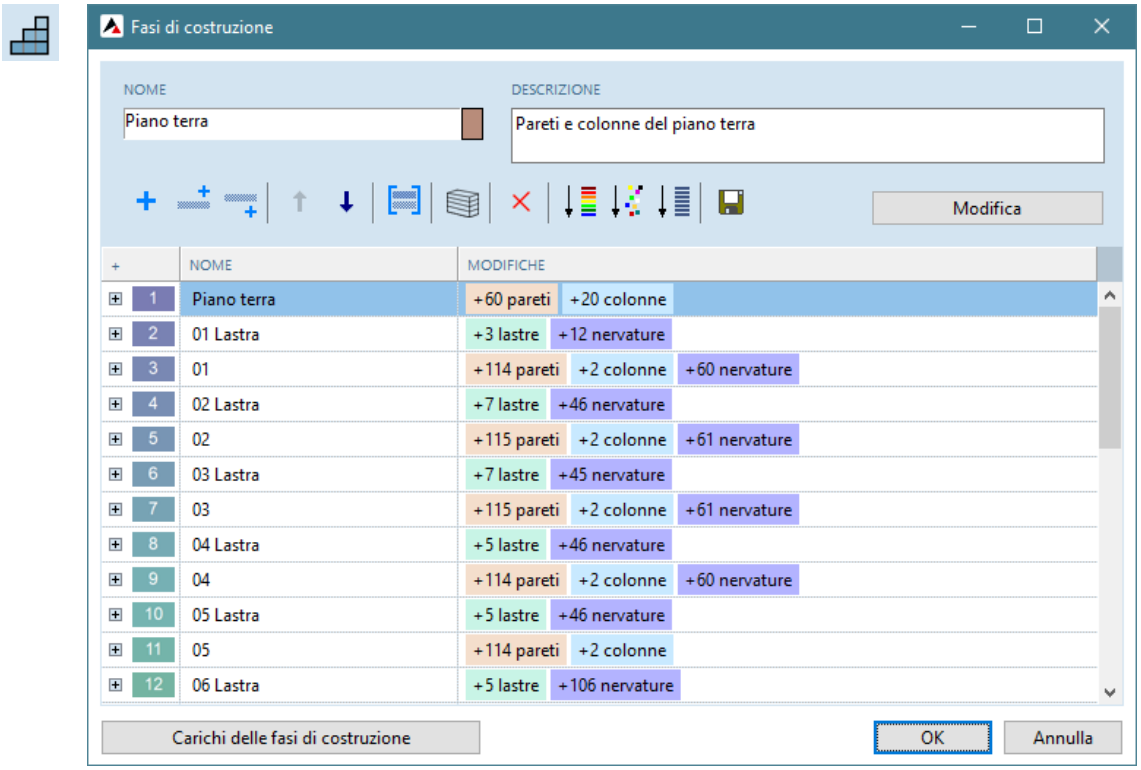
☞ ***Alcuni tipi di carico, come i carichi meteorologici o sismici, possono essere applicati solo allo stato finale (per questo devono essere definiti nel modello master).***

Alcuni moduli di progettazione lavorano solo sullo stato finale.

Nelle fasi è disponibile solo l'analisi lineare.

Le sezioni seguenti tratteranno la definizione delle fasi, l'attivazione e l'inattivazione degli elementi, la modifica delle proprietà degli elementi e l'assegnazione dei casi di carico nelle fasi.
Per ulteriori dettagli si veda *5.1.1 Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG* e *6.1.30 Risultati delle fasi di costruzione* relativi ai moduli Analisi, Risultati e Progettazione.

4.13.2. Definizione delle fasi



Questa finestra di dialogo serve a definire, generare, rinominare o cancellare le fasi di costruzione e i relativi casi di carico. Non assegna elementi del modello master alle fasi di costruzione. È sufficiente digitare i nomi nel campo Nome e premere Invio o fare clic sull'icona blu con il segno più. In questo modo è possibile creare più fasi consecutive. Fare clic sul campione di colore sul bordo destro del campo di modifica per cambiare il colore assegnato alla fase successiva. Compilare il campo Descrizione per facilitare l'interpretazione della fase.
Per modificare il nome, il colore o la descrizione di una fase esistente, selezionarla, modificare il campo corrispondente o fare clic sul campione di colore per cambiare il colore, quindi fare clic sul pulsante Modifica.

Le funzioni dei pulsanti della barra degli strumenti:



Aggiunge una nuova fase di costruzione all'elenco
Crea una nuova fase di costruzione con proprietà conformi ai campi del pannello superiore.



Inserisce una nuova fase di costruzione prima della fase selezionata
Inserisce una nuova fase di costruzione con proprietà conformi ai campi del pannello superiore, prima della fase selezionata.



Inserisce una nuova fase di costruzione dopo la fase selezionata
Inserisce una nuova fase di costruzione con proprietà conformi ai campi del pannello superiore, dopo la fase selezionata..



Anticipare
Anticipa di una fase tutte le operazioni della fase di costruzione selezionata.



Posticipa
Posticipa di una fase tutte le operazioni della fase di costruzione selezionata.



Unisce la fase di costruzione a quella successive
Unisce le operazioni della fase di costruzione selezionata e della fase successiva.



Generazione di fasi di costruzione a partire da piani definiti nel modello master
Se nel modello master sono presenti dei piani, questa funzione genera le fasi di costruzione in base a tali informazioni. Il processo potrebbe non fornire un risultato finale soddisfacente in tutte le situazioni, ma può accelerare il lavoro separando gli elementi e creando automaticamente le fasi.
Per ogni piano individua le solette e le nervature o gli appoggi dei bordi collegati alle solette e crea una fase di costruzione denominata Nome del piano, Soletta.
Se l'opzione *Lastre in fasi di costruzione separate* è selezionata nella finestra di avviso, l'algoritmo trova lastre e nervature o supporti laterali attaccati alle lastre e crea una fase di costruzione denominata Nome piano, Lastra.
Poi crea un'altra fase, denominata *Nome del piano*, per tutti gli altri elementi del piano.
Se questa opzione è deselezionata, l'algoritmo crea una fase per ogni piano.



Elimina fase di costruzione
Elimina la fase di costruzione selezionata. Se sono stati aggiunti elementi alla fase (cioè che devono essere costruiti in quella fase), questi elementi saranno rimossi anche da tutte le fasi successive.



Gradiente di colore
È possibile selezionare una sfumatura di colore per i colori delle fasi.



Colori casuali
Assegna colori casuali alle fasi.



Imposta un colore comune
Assegna lo stesso colore a tutti le fasi.



Esportazione di una fase come modello separatol
Sono disponibili due opzioni:
Solo la fase di costruzione corrente.
Nel modello esportato non ci saranno fasi di costruzione. Verranno esportati solo gli elementi e i casi di carico presenti in quella fase.
Con tutte le fasi precedenti.
Il modello esportato avrà lo stesso modello master, le stesse fasi di costruzione con gli stessi elementi e casi di carico fino alla fase selezionata (compresa).

Carichi delle fasi di costruzione

Questo pulsante apre la finestra di dialogo per assegnare i casi di carico o i gruppi alle fasi di costruzione. Questa funzione è disponibile anche dalla barra degli strumenti o dalla scheda Fasi di costruzione. ***Vedere...*** *4.13.5 Definizione dei carichi delle fasi*.
Le fasi sono visualizzate come elementi ad albero. Espandendo l'albero di una fase di costruzione si ottengono ulteriori informazioni sui carichi permanenti e temporanei assegnati alle fasi.
Il primo stadio può essere opzionalmente impostato come Stato iniziale. Ciò significa che questa fase viene utilizzata per calcolare uno stato iniziale del modello, in cui si può decidere di mantenere solo la deformazione o solo la sollecitazione negli elementi. È utile quando il modello del terreno è stato costruito nel modello master e si desidera determinare la distribuzione iniziale delle sollecitazioni nel terreno (scegliendo Solo le sollecitazioni) senza tenere conto della deformazione del terreno, poiché nello stato iniziale il terreno ha già subito tutte le deformazioni ed è considerato indeformato.

+	NOME	MODIFICHE
1	1	+9 colonne +9 appoggi nodali
	Carichi permanenti:	PERM
	Carichi temporanei:	constr1
	Stato iniziale	Solo deformazioni / Solo tensioni
2	2	+1 lastra +12 nervature
	Carichi permanenti:	PERM
	Carichi temporanei:	constr2

Tabelle

Una tabella riassuntiva delle fasi di costruzione è disponibile nella Tabella Browser.

4.13.3. Modifica delle fasi



Creazione di elementi selezionati in questa fase di costruzione
Aggiunge gli elementi selezionati a questa fase di costruzione. Gli elementi possono essere selezionati dal modello master facendo clic sull'icona dell'asterisco della barra degli strumenti, attivando la visualizzazione dell'intero modello master.
Gli elementi selezionati dal modello master verranno costruiti in questa fase e continueranno a esistere a meno che non vengano esplicitamente rimossi in una fase successiva..

Rimuovere gli elementi selezionati nella fase di costruzione
Rimuove gli elementi selezionati da questa fase di costruzione e da tutte le fasi successive. Gli elementi possono essere selezionati dal modello master facendo clic sull'icona dell'asterisco della barra degli strumenti che attiva la visualizzazione dell'intero modello master o da qualsiasi altra modalità di visualizzazione descritta nel capitolo successivo.



Anticipare di una fase la costruzione gli elementi selezionati.
Se un elemento è stato costruito nella fase N, verrà aggiunto alla fase (N-1).



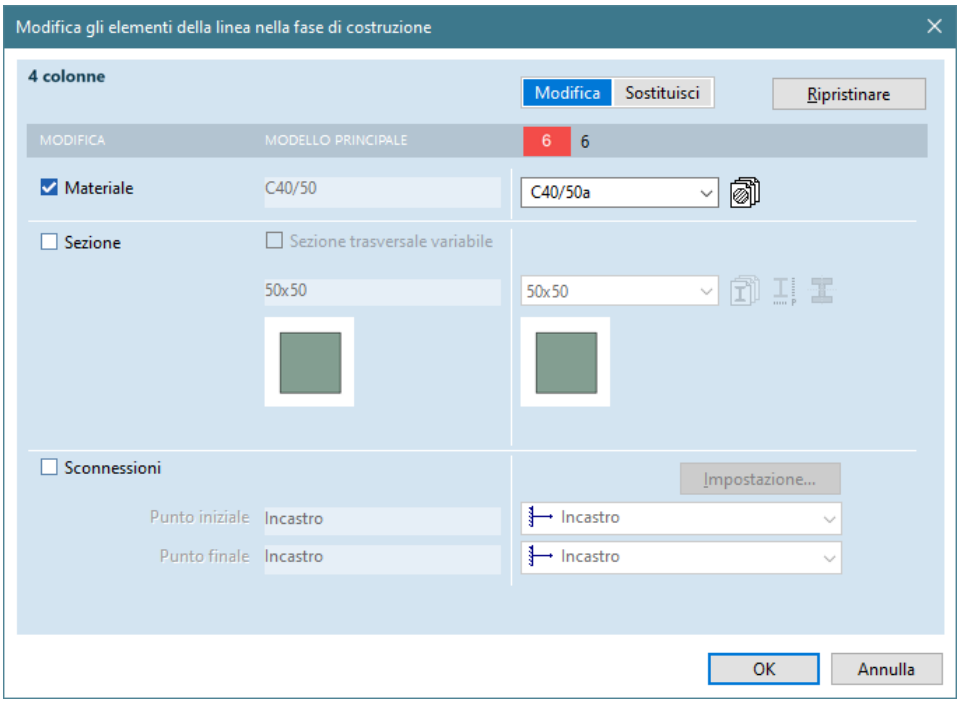
Posticipare di una fase la costruzione gli elementi selezionati.
Se un elemento è stato costruito nello stadio N, verrà rimosso da quello stadio e aggiunto allo stadio (N+1).

Modificare gli elementi di linea selezionati a partire da questa fase
Consente di modificare il materiale, la sezione trasversale e gli svincoli finali degli elementi di linea selezionati. È possibile scegliere solo sezioni trasversali costanti. Le modifiche interessano la fase corrente e tutte le fasi successive, ma l'elemento può essere modificato di nuovo o può essere ripristinato alle proprietà definite nel modello master in una fase successiva.
Le sollecitazioni nella sezione trasversale devono essere calcolate in ogni fase e riassunte in modo simile alle forze interne in relazione ai punti di sollecitazione della sezione trasversale. Per controllare il calcolo delle sollecitazioni sono state introdotte le impostazioni *Modifica* e *Sostituisci*.

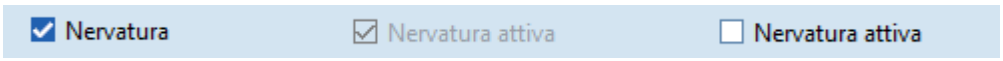
Modifica I valori di sollecitazione di una fase precedente vengono riassunti con i valori di sollecitazione calcolati nella fase attuale.

Sostituisci Quando l'elemento viene sostituito (cioè rimosso e viene inserito un nuovo elemento con proprietà diverse) i valori di sollecitazione della fase precedente vengono azzerati.

Per ulteriori informazioni sulla sostituzione degli elementi, ***vedere...*** *5.1.1 Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG*

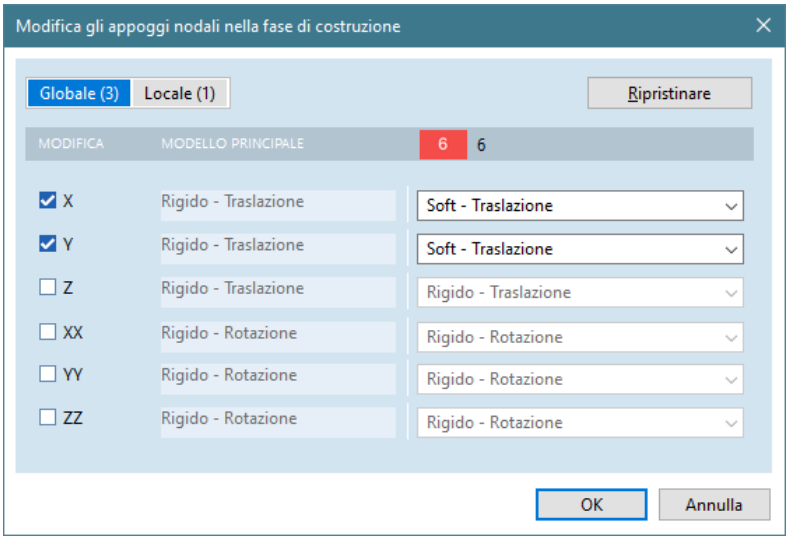


☞ ***Se la selezione contiene delle nervature, queste possono essere attivate o disattivate in una fase (il che le disattiva anche nelle fasi successive). L'effetto è lo stesso della costruzione/rimozione della nervatura. La costruzione/rimozione di elementi di linea indipendenti fa apparire/scomparire la linea geometrica, ma questo non vale per le nervature attaccate ai domini, dove il bordo del dominio rimane parte dello stage anche se la nervatura non è presente.***



Modificare i domini selezionati a partire da questa fase
Consente di modificare il materiale o lo spessore di un dominio come nel caso degli elementi di linea.

Modificare gli appoggi nodali selezionati a partire da questa fase
Consente di modificare la rigidezza degli appoggi nodali. Se le componenti di rigidezza degli appoggi selezionati sono stati definiti in sistemi diversi (nel sistema di coordinate globale o locale), questi valori possono essere impostati separatamente per le componenti globali e locali.

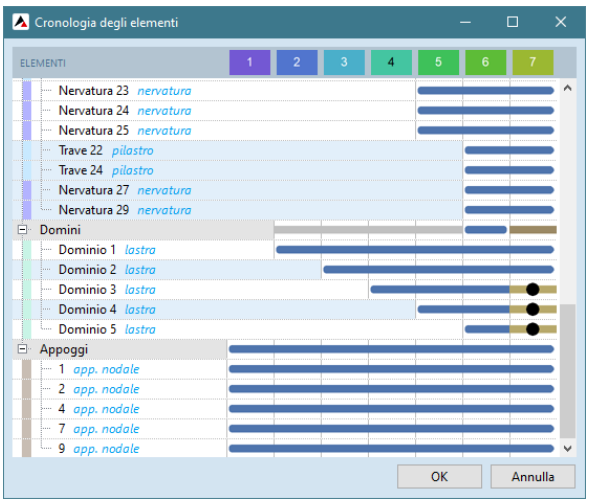


Modificare gli appoggi lineari selezionati a partire da questa fase
Consente di modificare la rigidezza degli appoggi lineari. Se le componenti di rigidezza degli appoggi selezionati sono stati definiti in sistemi diversi (nel sistema di coordinate globale o locale), questi valori possono essere impostati separatamente per le componenti globali e locali.

Ripristina le proprietà degli elementi selezionati al modello principale a partire da questa fase di costruzione
Ripristina le proprietà specificate nel modello master sugli elementi selezionati.

☞ ***Se alcuni elementi vengono costruiti mentre altri vengono rimossi o modificati in una fase, tale fase non è definita correttamente, poiché il risultato di queste modifiche può dipendere fortemente dal loro ordine di applicazione. Pertanto, queste fasi complesse saranno suddivise in fasi con una sola operazione, in modo da poterne stabilire l'ordine effettivo. Per ulteriori informazioni, si veda il capitolo*** *5.1 Analisi Statica*

Timeline degli elementi
Visualizza una linea temporale per gli elementi selezionati.
Questa tabella serve a verificare quando gli elementi vengono costruiti (dove inizia la linea blu), rimossi (se la linea termina prima dell'ultima fase) o modificati (linea dorata, con un punto nero nella fase in cui è stata introdotta la modifica).
Queste informazioni possono essere controllate anche nel tooltip degli elementi, se ci si trova nella scheda *Fasi di costruzione*.
È possibile selezionare più nomi di elementi nell'elenco. Fare clic sul pulsante Selezione per selezionare questi elementi nella vista attiva. Tutte le altre selezioni verranno rimosse.



4.13.4. Definizione delle opzioni per le fasi





Elementi presenti nelle fasi di costruzione
Visualizza tutti gli elementi che sono costruiti nella fase corrente o che sono stati costruiti in una delle fasi precedenti (e non rimossi).



Elementi realizzati in fase di costruzione
Visualizza solo gli elementi costruiti nella fase corrente.



Elementi modificati in fase di costruzione
Visualizza solo gli elementi modificati nella fase corrente.



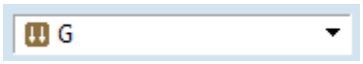
Elementi rimossi nella fase di costruzione
Visualizza solo gli elementi rimossi nella fase corrente.



Modalità Master
Visualizza il modello principale, consentendo di selezionare gli elementi che devono essere costruiti in una determinata fase.

4.13.5. Definizione dei carichi delle fasi





L'assegnazione dei casi di carico permanenti e temporanei alle fasi di costruzione può essere effettuata facendo clic sulle celle di una tabella. La riga rappresenta un caso di carico o un gruppo di carico, mentre la colonna rappresenta una fase di costruzione. Scegliere il tipo di carico *(carichi permanenti o carichi temporanei)*.

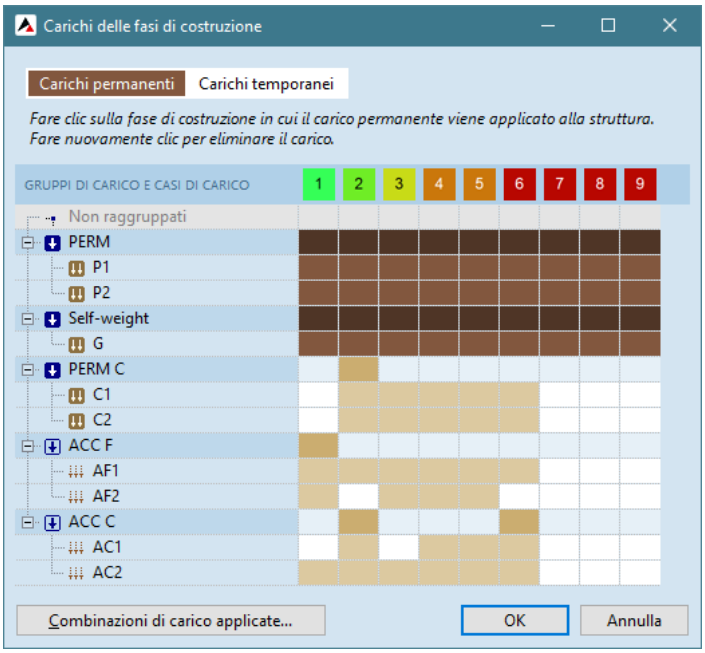
Tipi di carico consentiti

Solo i casi di carico statico, mobile e di peso proprio possono essere assegnati alle fasi di costruzione. Altri casi di carico sono calcolati solo sul modello dello stato finale (ad esempio, carichi meteorologici e sismici).

☞ ***I gruppi di carico eccezionali e i relativi casi di carico sono elencati solo quando si seleziona Carichi temporanei***

Carichi permanenti

Fare clic sulla fase di costruzione in cui viene applicato il carico permanente alla struttura. Non è possibile fare clic sulle righe che sono già state assegnate come carichi temporanei. Facendo clic su una cella si attiva il caso di carico in tutte le fasi successive. Facendo clic su una cella attivata si disattiva il caso di carico in tutte le fasi.
Facendo clic su una riga che rappresenta un gruppo di carichi si attivano tutti i casi di carico del gruppo in tutte le fasi successive. In questa modalità le righe dei casi di carico non possono essere impostate separatamente.



Carichi temporanei

Fare clic sulla fase di costruzione in cui il carico temporaneo viene applicato alla struttura. Non è possibile fare clic sulle righe che sono già state assegnate come carichi permanenti. Facendo clic su una cella si attiva il caso di carico solo in quella determinata fase. Facendo clic su una cella attivata si disattiva il caso di carico.
Facendo clic su una riga che rappresenta un gruppo di carichi, si attivano tutti i casi di carico del gruppo nella fase selezionata. In questa modalità le righe dei casi di carico non possono essere impostate separatamente.

Combinazioni di carico applicate

Fare clic su questo pulsante per controllare quali combinazioni di carico devono essere applicate nelle fasi di costruzione.
Sono disponibili tre opzioni:

Nessuno.
Non saranno prese in considerazione combinazioni di carico.

Quando tutti i casi di carico della combinazione di carico sono applicati in fase di costruzione.
Vengono applicate solo le combinazioni di carico in cui tutti i casi di carico sono presenti in fase di costruzione.

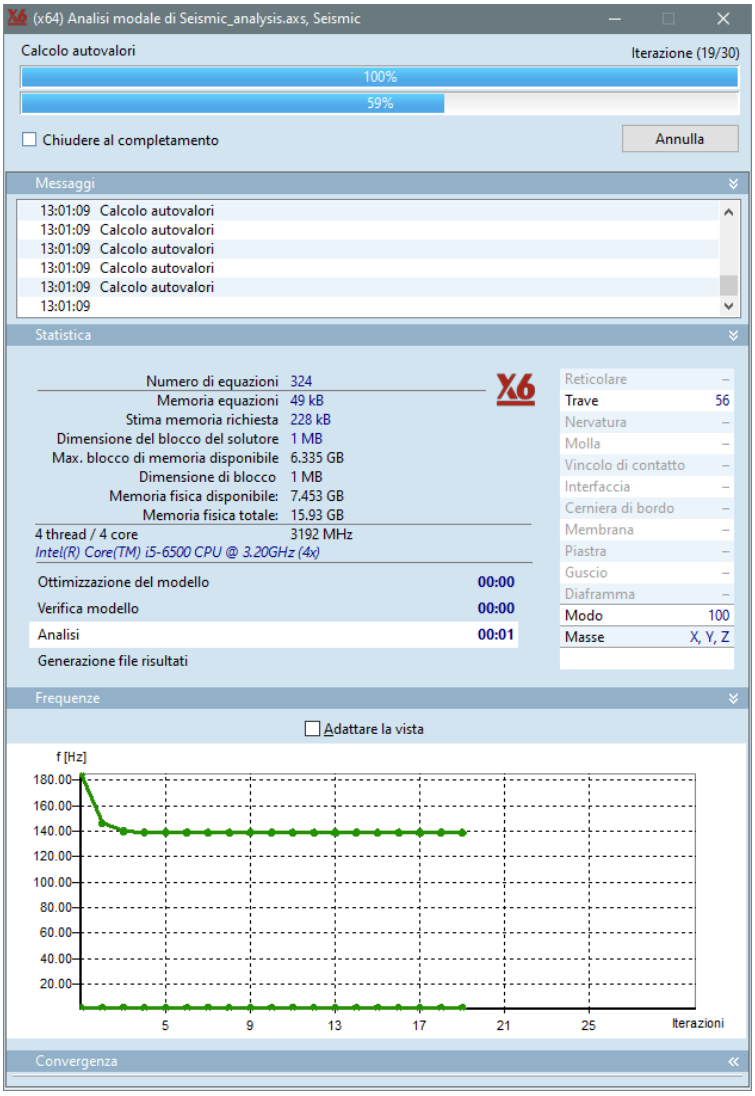
Quando almeno un caso di carico della combinazione di carico è applicato in fase di costruzione.
Le combinazioni di carico sono applicate se almeno uno dei loro casi di carico è presente nella fase di costruzione. I casi di carico non applicati in quella fase avranno un contributo pari a zero.

Combinazioni e inviluppi critici

Le combinazioni critiche e gli inviluppi sono disponibili anche per i risultati delle fasi di costruzione. Le combinazioni critiche nelle fasi includono solo i casi di carico permanenti e temporanei che sono associati alla fase di costruzione selezionata.
I casi di carico che sono stati utilizzati come carichi temporanei di costruzione nelle fasi, non sono presenti nella fase finale e non sono inclusi nelle combinazioni critiche.
Gli inviluppi funzionano secondo la stessa logica di un modello standard. Verranno considerati solo i casi di carico attivi.

5. Analisi

AXISVM permette di eseguire l'analisi statica lineare e nonlineare, l'analisi dinamica lineare e non lineare, le vibrazioni e l'instabiltà attraverso il Metodo degli Elementi Finiti.
Le istruzioni incluse in questo manuale utente presuppongono una conoscenza preliminare del metodo a elementi finiti e una certa esperienza nella modellazione. Si noti che l'analisi a elementi finiti è solo uno strumento, non può sostituire il criterio e il buon senso dell'ingegnere.



Ogni analisi avviene in tre passi:

1. Ottimizzazione del modello
2. Verifica del modello
3. Analisi
4. Generazione del file risultati

I dettagli dell'analisi possono essere visualizzati espandendo uno o più pannelli della categoria. Il quadro dei Messaggi mostra il log dei messaggi di analisi. Il quadro Statistiche mostra i requisiti di memoria, informazioni hardware, dettagli del modello e tempi di calcolo.

Categorie speciali:

Analisi nonlineare: *Traccia* visualizza i movimenti del nodo tracciato. *Convergenza* mostra la convergenza del processo d'iterazione.

Analisi di vibrazione: *Frequenze* mostra come le frequenze convergono. *Convergenza* mostra il processo di convergenza.

Analisi d'instabilità: *Autovalori* mostra come gli autovalori convergono. *Convergenza* mostra il processo di convergenza.

Analisi dinamica: *Passi del tempo* visualizza il movimento del nodo tracciato, Convergenza mostra il processo di convergenza.

I parametri delle ultime analisi vengono salvati nel file del modello e possono essere studiati nella finestra di dialogo Informazioni Modello. ***Vedere...*** *2.16.23 Informazioni sul modello*

Ottimizzazione del modello

Per ridurre i tempi d'analisi e l'occupazione di memoria AXISVM ottimizza l'ordine dei nodi. Se il numero totale dei gradi di libertà è superiore a 1000, crea un grafico interno tridimensionale dalla geometria del modello e comincia partizionare il sistema di equazioni utilizzando il metodo della sottostruttura. Il sistema viene memorizzato come una matrice sparsa. I parametri del sistema di equazioni ottimizzato, appaiono solo al termine di questo processo. Questo processo produce la minore occupazione di memoria e il più breve tempo di calcolo, ma esso presuppone che l'occupazione di memoria sia minore della memoria disponibile. In caso contrario, AXISVM memorizza il sistema come una matrice bandata e comincia a ridurre la larghezza della banda del sistema, tramite la rinumerazione iterativa dei nodi. Se le due righe più lunghe entrano nella memoria disponibile il sistema può essere risolto. Le variazioni nei requisiti di memoria per la matrice bandata vengono visualizzate in tempo reale. La durata del processo di ottimizzazione e l'occupazione di memoria finale dipendono dalle dimensioni del sistema e dalla memoria disponibile.

☞ ***Il sistema di equazioni può essere risolto in un modo più efficiente, se l'intero sistema si adatta alla memoria fisica. Se il sistema non si adatta alla memoria fisica, ma il suo grande blocco lo fa, il tempo di esecuzione sarà moderato***

Se il blocco più grande non si adatta alla memoria fisica, le operazioni necessarie del disco possono rallentare notevolmente la soluzione.

Verifica del modello

Nel primo passo vengono verificati i dati del modello. Se viene rilevato un Errore, compare un messaggio di avviso e si può decidere se continuare l'analisi o annullarla.

Esecuzione dell'analisi

AXISVM visualizza l'evoluzione del processo di risoluzione tramite due barre di progresso. La barra in alto mostra il passo corrente, l'altra visualizza il progresso dell'intero processo di analisi.
Per la risoluzione delle equazioni lineari di equilibrio viene applicato il metodo di Cholesky. I problemi agli autovalori sono risolti con il metodo Subspace Iteration.

Errori nella soluzione

L'errore di soluzione è calcolato dalla soluzione di un caso di carico con un risultato noto. I risultati degli spostamenti da altri casi di carico sono una buona stima dell'ordine degli errori.
La tabella delle informazioni mostra questo errore come E(EQ).
Se il valore di E (Eq) è maggiore di 1E-06 l'affidabilità dei risultati calcolati è discutibile. È prevedibile che l'errore degli spostamenti sia dello stesso ordine.

Generazione del file risultati

Durante la generazione dei risultati il programma ordina i risultati secondo l'ordine originale dei nodi e li prepara per la visualizzazione grafica.
Nei capitoli seguenti verrà mostrato il settaggio dei parametri di ogni metodo di calcolo.

5.1. Analisi Statica

Il termine *statico* significa che il carico non varia o la variazione con il tempo può essere ignorata.

Lineare

Opera un'analisi statica lineare. Il termine *lineare* significa che la risposta calcolata(spostamenti, sollecitazione interne) è linearmente correlata al carico applicato.
Nell'analisi vengono risolti tutti i casi di carico. Si assume l'ipotesi della linearità geometrica, cioè che gli spostamenti rimangano entro i limiti della teoria dei piccoli spostamenti. Con la linearità meccanica, invece, si suppone che tutte le caratteristiche materiali e di rigidezza siano lineari-elastiche.

☞ ***Guardare la descrizione del vincolo monolatero e del vincolo elastico nel Capitolo 4, per informazioni su come usare reticolare, gap, appoggio, isolatore sismico e molla elementi nell'analisi lineare.***

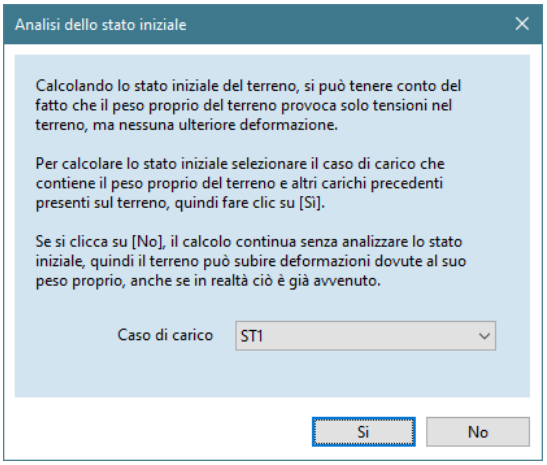
Gli errori relativi alla fine del processo d'iterazione appaiono nella finestra d'informazione.

E(P):	errore relativo alla convergenza della forza
E(W):	errore relativo alla convergenza del lavoro
E(EQ):	condizione del sistema di equazioni

I valori che indicano l'instabilità vengono visualizzati in rosso.

Stato iniziale del dominio di modellazione del suolo

AXISVM offre la possibilità di tenere conto dello stato iniziale del terreno (il terreno è sollecitato dal peso proprio e da altri carichi precedenti presenti sul terreno, ma si suppone che la deformazione si sia già verificata e sia considerata nulla). Questa funzione è disponibile se è definito almeno un dominio di modellazione del terreno (richiede il modulo SOIL). ***Vedere...*** *4.9.9 Dominio di modellazione del terreno (modulo SOIL).*

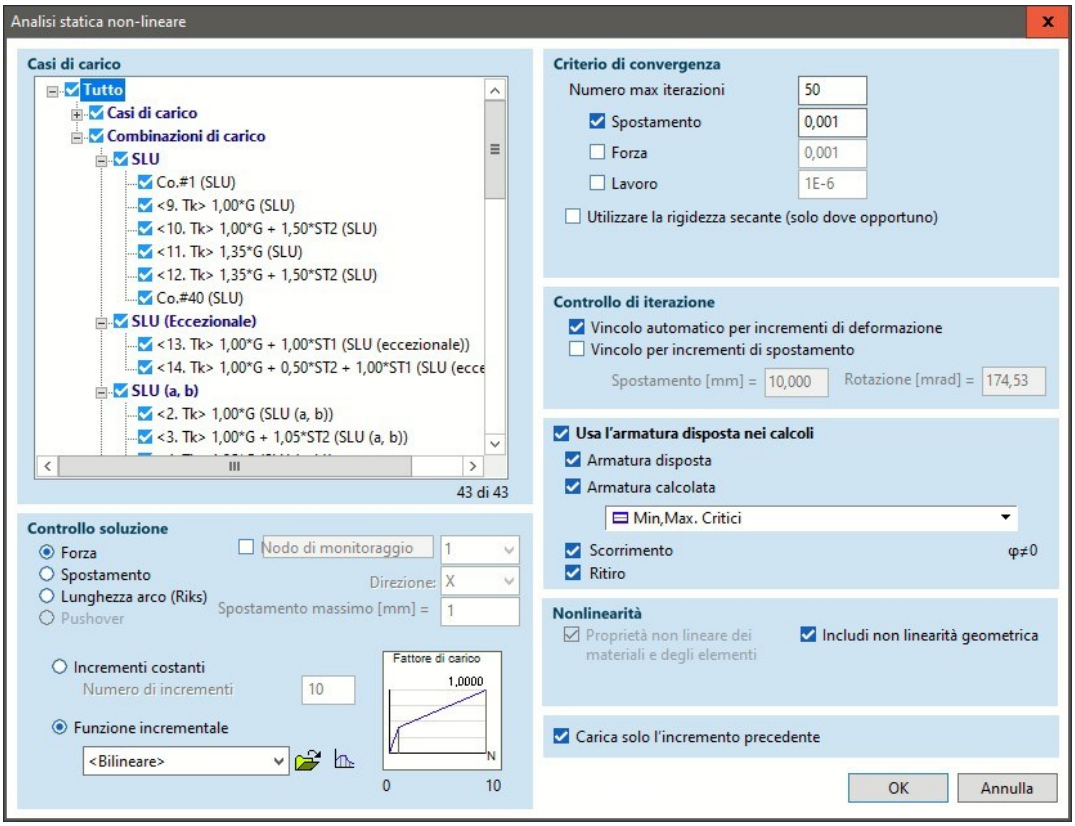


Se il modello contiene fasi di costruzione definite (è necessario il modulo STG), il calcolo dello stato iniziale del suolo è automatico.

Se il modello non ha fasi di costruzione, ma ha un dominio di modellazione del terreno, prima dell'analisi viene visualizzata una finestra di dialogo. È necessario selezionare un caso di carico che contenga l'autopeso del terreno e qualsiasi altro carico precedente presente sul terreno, che determina lo stato iniziale.

Non lineare

Esegue un'analisi statica non lineare. Il termine non lineare significa che la risposta calcolata (spostamento, forza interna) è non lineare rispetto al carico applicato. Questo può essere dovuto all'uso di, ad es. separatori, collegamenti, elementi di supporto non lineari, elementi lineari/superficiali con materiali non lineari, o alla non linearità geometrica.
Selezionare i casi o le combinazioni di carico nella vista ad albero.



Scegliere i casi o le combinazioni di carico dall'albero. AXISVM eseguirà l'analisi non lineare per i casi di carico / combinazioni scelti e mostra una finestra con la progressione dell'analisi.

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, l'analisi non lineare viene sempre eseguita sullo stato finale del modello. Si veda*** *4.13.1 Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione***.**

Soluzione di controllo

Specifica i parametri di controllo (carico/spostamento) del processo di risoluzione incrementale:

Forza

Quando è selezionato il controllo Forza, gli incrementi vengono applicati come frazioni dei carichi. È possibile seguire lo spostamento di un nodo in una data direzione. Un grafico dello spostamento rispetto agli incrementi verrà tracciato durante l'analisi.

Spostamento

Quando è selezionato il controllo spostamento, gli incrementi vengono applicati come frazioni della componente di spostamento del nodo specificato.

Lunghezza dell'arco (Riks)

Quando si seleziona il controllo della lunghezza dell'arco, gli incrementi vengono applicati come frazioni della lunghezza dell'arco sul diagramma forza-spostamento del grado di libertà selezionato del nodo selezionato.

In questo modo si ottengono più spostamenti nelle parti più piatte della caratteristica e incrementi più simili alla forza nelle parti più ripide. Il valore target deve essere definito come spostamento. Lo spostamento nel primo incremento e la rigidità iniziale della struttura determinano la lunghezza iniziale dell'arco. AXISVM cerca di mantenere la lunghezza dell'arco vicina a questo valore iniziale negli incrementi successivi, utilizzando l'algoritmo proposto da Riks [44].

Pushover

Il controllo Pushover è un tipo particolare di controllo dello spostamento che consente l'utilizzo di un caso di carico costante, pur avendo un altro caso di carico parametrico che viene aumentato in modo incrementale. Ciò è essenziale ai fini dell'analisi pushover per modellare gli effetti P-Δ inmodo appropriato.

Dopo aver selezionato il controllo pushover, la parte superiore della finestra di dialogo cambia lasciando spazio alla finestra di scorrimento per i casi di carico parametrici e costanti.

Vedere... *4.10.26 Carichi Pushover – modulo SE2* per dettagli sulla definizione del carico e le impostazioni di analisi raccomandata.

Nodo di controllo, Direzione, spostamento massimo

In caso di spostamento o di pushover verificare il nodo di controllo e i gradi di libertà. Spostamento massimo è lo spostamento massimo consentito del nodo di controllo nella direzione data.

Numero di incrementi

Permette all'utente di specificare il numero di incrementi. Il valore predefinito è 1. Quando è analizzato un comportamento fortemente non-lineare, si può specificare un valore più grande per raggiungere la convergenza.
Ci sono due modi per definire il numero di incrementi:
1. Incrementi costanti: specificare il numero degli incrementi. Il valore predefinito è 10. Quando viene analizzato il comportamento fortemente non lineare, si può settare un valore più alto in modo da ottenere la convergenza.
2. Funzione incrementale: i carichi non aumentano in modo lineare ma seguono una funzione predefinita. Utilizando una funzione incrementale è possibile ridurre il numero degli incrementi laddove il comportamento della struttura è lineare e si può aumentare il numero degli incrementi dove il comportamento è non lineare. Le funzioni salvate possono essere ricaricate, modificate e salvate con un nuovo nome. (***Vedere...*** *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*)
Le funzioni vengono salvate in **.inc* file nella cartella *c:\ Users \ [user name] \ AppData \ Roaming \ AXISVM \ [version number] \ inc*.

Criterio di convergenza

In base alle tolleranze di convergenza specificate dall'utente AXISVM deciderà se la soluzione non-lineare ha raggiunto la precisione richiesta (convergenza) . Pertanto è importante impostare correttamente le tolleranze di convergenza. Durante il processo iterativo, il modulo del carico non equilibrato e/o del vettore incrementale di spostamento iterativo devono diminuire (avvicinandosi allo zero).

- *Numero Max. Iterazioni*
  Si può impostare il massimo numero di iterazioni in base alle caratteristiche del modello e ai parametri di soluzione incrementale.
- *Spostamento/Forza/Lavoro/ Criterio di convergenza*
  Per monitorare la convergenza della soluzione non-lineare si possono specificare diversi criteri: in termini di carico, di spostamento, di lavoro. Deve essere selezionato almeno un criterio. I criteri espressi in termini di lavoro possono essere i più adeguati nella maggior parte dei processi. Comunque può accadere di trovare un errore piccolo nel carico no equilibrato mentre è ancora grande nello spostamento e viceversa. I valori predefiniti sono: 0.001 per lo spostamento, 0.0001 per il carico, e 1E-7 per il lavoro.
  Gli errori relativi alla fine del processo di iterazione appaiono nella finestra di informazioni.

E(U):	errore relativo per la convergenza dello spostamento
E(P):	errore relativo per la convergenza della forza
E(W):	errore relativo per la convergenza del lavoro
E(EQ):	condizione del sistema di equazioni

- *Utilizza la rigidezza secante (solo dove opportuno)*
  Se questa opzione è selezionata le estremità della trave saranno rappresentate dalla loro rigidezza secante invece della rigidezza tangente. Questo migliora la convergenza ma rallenta notevolmente il calcolo. Se ne raccomanda l'utilizzo solo quando la convergenza non può essere raggiunta aumentando il numero di incrementi e interazioni.

Controllo di iterazione

La debole convergenza di un calcolo non lineare è spesso causata da elementi non lineari che hanno un forte cambiamento di rigidezza nella loro caratteristica di sforzo-deformazione. Esempi di tali elementi sono degli scarti, solo tensione o solo tralicci di compressione, appoggi con forza limite e elementi strutturali in cemento armato. Se la rigidezza di più elementi deve essere modificata nello stesso incremento, è possibile che si verifichi un ciclo infinito di iterazioni senza raggiungere la convergenza. Per evitare questa situazione, è possibile utilizzare il controllo di iterazione. I metodi di controllo implementati vincolano la dimensione degli incrementi di spostamento nelle iterazioni critiche invece di diminuire la dimensione dell'incremento del carico. Con questa strategia la convergenza può essere raggiunta ma sarebbero necessarie molte iterazioni nell'incremento critico, a causa degli incrementi di spostamento forzati.
Il programma esegue le seguenti fasi di calcolo in ogni iterazione:

1. Calcola l'incremento di spostamento per ogni DOF causato dai carichi non equilibrati.
2. Controlla gli incrementi di spostamento DOF se una delle opzioni di controllo è attivata.
3. Calcola ulteriori risultati ...

Il controllo di iterazione contiene i seguenti controlli a seconda delle opzioni selezionate.
Vincolo automatico per incrementi di deformazione
Sulla base degli incrementi di spostamento del DOF, il programma calcola gli incrementi di deformazione elementare. Se si verifica un eccessivo sforzo o incremento della sollecitazione o una modifica eccessiva della rigidezza in uno qualsiasi degli elementi, il programma calcola un incremento della deformazione consentito che non causa nessuno dei problemi iniziali. Dopo aver

riorganizzato tutti gli elementi, il programma ridimensiona (diminuisce) l'incremento degli spostamenti in modo che il cambiamento eccessivo non si verifichi in nessuno degli elementi.

Vincolo per incrementi di spostamento

Con questa opzione è possibile definire valori limite personalizzati per spostamenti traslazionali e rotazionali. Il programma scala (diminuisce se necessario) gli spostamenti del DOF in modo che il massimo di essi sia uguale al limite.

Usa l'armatura attuale nei calcoli

Nell'analisi delle piastre in cemento armato è possible tenere conto di:

- l'effettivo rinforzo;
- o la quantità richiesta di armatura calcolata per un caso di carico, combinazione di carico, involucro o combinazione critica
- o la combinazione delle due opzioni precedenti.

Quando si considerano sia il rinforzo calcolato che quello effettivo (entrambe le caselle di controllo sono attive), il programma determina l'involucro delle quantità di rinforzo (valore massimo) separatamente per ogni direzione e posizione del rinforzo. Il programma non considera se la posizione del rinforzo è specificata in modo diverso per il rinforzo effettivo, e nei parametri di rinforzo, solo la quantità di rinforzo è importante.

Questa funzione è disponibile solo per superfici/domini. Per le travi e le colonne in cemento armato si terrà conto solo dell'armatura effettiva.
Quando si analizzano le piastre in cemento armato, è possibile prendere in considerazione le armature effettive o la quantità necessaria di armatura calcolata per un caso di carico, una combinazione di carico, un inviluppo o una combinazione critica.
Utilizza l'armatura di acciaio effettiva nell'analisi di piastre armate.
Le deformazioni delle piastre armate sono calcolate in base al diagramma momento-curvatura determinato sull'armatura effettiva nella sezione trasversale. Il calcolo delle deformazioni è più preciso ed i risultati visualizzeranno anche le forze interne di ridistribuzione ***Vedi...*** *6.5.7 Analisi non lineare di superfici CA*

L'equilibrio è stabilito in riferimento agli elementi lineari deformati. La non-linearità geometrica può essere presa in considerazione solo negli elementi reticolari e negli elementi trave, nervature e gusci.. Se il modello non include elementi finiti non-lineari (vincoli monolateri e/o vincoli elastici), questa casella è disabilitata. Se nel modello sono inclusi degli elementi non-lineari, abilitando questa casella si può tener conto della non-linearità geometrica per gli elementi lineari menzionati. ***Vedi...*** *6.5.6 Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato*
L'analisi può essere eseguita sia in presenza di fluage / ritiro, sia in assenza. Ulteriori informazioni relative al fluage e al ritiro possono essere trovate nelle sezioni dedicate.

Non linearità

Seguire il comportamento non lineare dei materiali e degli elementi finiti

Questa opzione viene abilitata se il modello contiene elementi con comportamento non lineare (Ad esempio, capriate a sola tensione, supporti a sola compressione, elementi di superficie appoggiati su elementi di terreno) o elementi con materiali che hanno caratteristiche non lineari (reticolari, travi, nervature, membrane, piastre, gusci) . Se non selezionato, tutti gli elementi risponderanno in modo lineare.

Seguire la non linearità geometrica delle travi, capriate, nervature e mesh

L'equilibrio viene stabilito rispetto agli elementi lineari deformati. A seconda della grandezza degli spostamenti viene eseguita un'analisi di secondo o terzo ordine. I carichi sono conservativi, mantengono la loro direzione iniziale durante la deformazione. La non linearità geometrica può essere presa in considerazione solo per la capriata, la trave, la nervatura e gli elementi shell. Se non ci sono elementi con caratteristica non lineare nel modello questa opzione è selezionata per impostazione predefinita. Se il modello contiene elementi con caratteristiche non lineari questa opzione non viene selezionata, ma può essere attivata.

Messaggi di avvertenza di stabilità

Nei calcoli non lineari geometrici può verificarsi un problema di stabilità in alcuni incrementi. Può esserci una perdita locale o globale di stabilità o un fenomeno di snap through. Anche il carico critico di Eulero può essere superato in qualsiasi elemento lineare. In questi casi si raccomanda la seguente procedura di indagine

- Controllo delle forme deformate s
- Analisi di deformazione per confrontare i parametri del carico critico e i fattori di carico negli incrementi problematici.

Viene visualizzata una finestra di avviso con le informazioni che identificano gli incrementi in questione. Viene visualizzato un messaggio di avviso con le informazioni che identificano gli incrementi in questione. ***Vedi...*** *2.19.2 Finestra delle Coordinate*

☞ ***Quando si considera la non-linearità geometrica, gli elementi trave devono essere divisi in almeno quattro parti.***

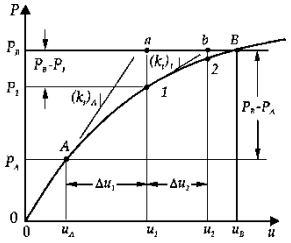
Carico solo l'incremento precedente

Questo permette di ridurre la dimensione dei risultati quando l'analisi non lineare incrementale è eseguita con più incrementi (caricamento o spostamento) e quando solo i risultati dell'ultimo incremento interessano. È possibile scegliere questa opzioni quando non si ha bisogno dei risultati degli incrementi precedenti.

☞ ***È possibile disabilitare questa opzione se si vuole tenere traccia del carico-spostamento o della risposta della struttura (non lineare).***

AXISVM applica la tecnica iterativa di Newton-Raphson per la risoluzione iterativa di ogni incremento. La tecnica è conosciuta in varianti differenti, a seconda dell'aggiornamento della matrice di rigidezza del sistema.

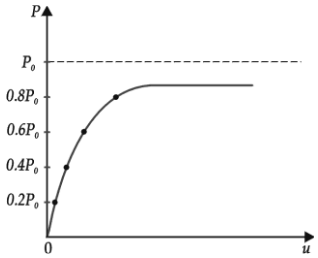
In programma AXISVM n=1 (impostazione predefinita), la matrice di rigidezza del sistema viene aggiornata a ogni iterazione . Questo metodo è noto come Tecnica Classica Newton- Raphson.



Controllo di spostamento

I cosiddetti fenomeni *snap-through* non possono essere analizzati con incrementi in controllo di carico. Bisogna applicare un *controllo di spostamento* per passare attraverso i punti di picco.

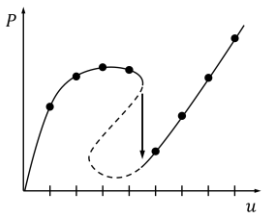
La figura sottostante mostra un controllo di carico applicato a un sistema non-lineare. La soluzione incrementale fallisce al quinto incremento. Per trovare il valore di picco delle caratteristiche carico-spostamento del sistema, bisogna applicare una tecnica in controllo di spostamento.



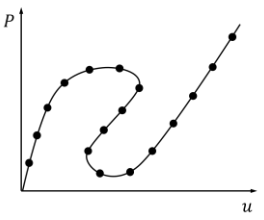
Controllo della lunghezza dell'arco

Il cosiddetto fenomeno dello *snap-back* non può essere analizzato nemmeno con incrementi controllati dallo spostamento. È necessario applicare *un controllo della lunghezza dell'arco* per tracciare la sezione posteriore della caratteristica. AXISVM utilizza la forma del metodo della lunghezza d'arco proposta da Riks [44].

Le figure mostrano una caratteristica forza-spostamento con una sezione all'indietro. Questa parte della curva non può essere tracciata con il controllo dello spostamento. Ma applicando il controllo della lunghezza d'arco, l'intera curva può essere percorsa con una dimensione del passo quasi uniforme.



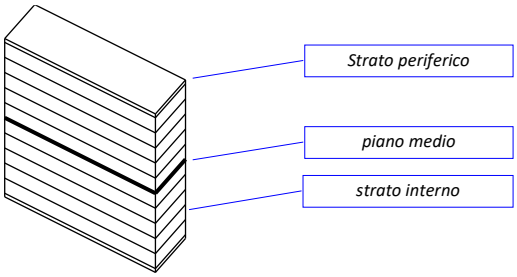
Controllo dello spostamento



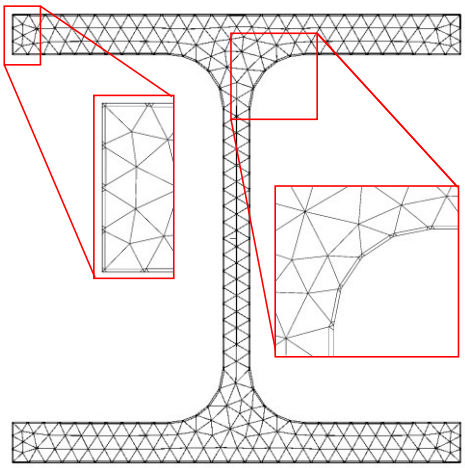
Controllo della lunghezza dell'arco

Elementi finite con materiali non lineari

Travi, nervature ed elementi di superficie realizzati con materiali che hanno caratteristiche non lineari (elastico o plastica) prevedono una discretizzazione della sezione. Piastre e gusci sono rappresentati da strati pari spessore, per le travi e nervature viene meshata la sezione.
La distribuzione delle sollecitazioni è determinata applicando l'ipotesi di Navier (sezioni piane rimangono tali) e applicando il modello con materiale non lineare su ogni sotto-elemento.



Le componenti di sollecitazione sono le stesse del modello con materiale lineare. Per gli elementi superficiali i risultati si ottengono sul piano superiore, centrale e piano inferiore, per la trave e la nervatura nei punti di tensione lungo il contorno della sezione.
Per ottenere risultati accurati nella fibra estrema, lo spessore degli strati non è uguale. Nel caso di piastre e gusci si utilizzano due sottili strati periferici, di cui uno spessore è il decimo di uno strato interno. Il numero di strati interni è di dieci. La mesh trasversale delle travi e delle nervature contiene anche uno strato sottile periferico, di cui lo spessore è un decimo della lunghezza del bordo degli elementi interni. I risultati delle sollecitazioni lungo il contorno sono ottenuti direttamente dagli elementi periferici.



Isolatori sismici

Vedi... *3.1.17.2 Isolatori sismici*

Collegamento di sola compressione tra terreno e piastra di base

Se la non linearità del materiale è abilitata, la connessione tra il terreno e gli elementi di superficie che giacciono sul terreno è modellata con una connessione di sola compressione. Nel modello numerico viene inserito uno strato elastico da superficie a superficie tra il terreno e la piastra di base. Le sue componenti di rigidezza planari Kx e Ky sono lineari, ma la componente di rigidezza Kz perpendicolare alla superficie è non lineare e ha un comportamento di sola compressione. La deformazione dello strato elastico nelle direzioni attive è trascurabile. Il valore delle rigidità:

$$K_x = K_y = 1000 \cdot \frac{E_{50}}{2(1+\mu)} \;\; ; \;\; K_z = 1000 \cdot E_{50}$$

dove E_{50} e μ sono il modulo secante e il rapporto di Poisson dello strato superiore del terreno. A causa della componente di sola compressione Kz, la superficie è libera di sollevarsi dal terreno, ma la connessione nelle direzioni planari Kx e Ky rimane ancora rigida.

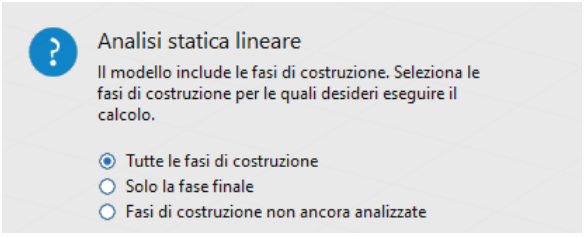
☞ ***Lo strato di collegamento non lineare si crea solo sotto gli elementi di superficie che giacciono sul terreno. Non si crea uno strato di questo tipo sotto gli elementi collegati al terreno lungo una linea o in corrispondenza di un nodo.***

5.1.1. Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG

In questa sezione viene presentato il metodo di analisi delle fasi di costruzione. Va precisato che in letteratura sono disponibili diversi metodi per la simulazione dei processi di costruzione. Il modulo STG implementa un metodo che esegue una serie di analisi statiche lineari seguendo il processo di costruzione/demolizione in modo incrementale, utilizzando diverse varianti di modello e sfruttando il principio della sovrapposizione lineare.
Trattandosi di un metodo lineare, presenta dei limiti nel caso di strutture soggette a grandi deformazioni o caratterizzate da un comportamento anelastico.



Non esiste un pulsante separato per l'analisi delle fasi di costruzione. Fare clic su Analisi statica lineare per eseguire l'analisi delle fasi di costruzione. Se nel modello sono state definite delle fasi di costruzione, vengono visualizzate le seguenti opzioni.

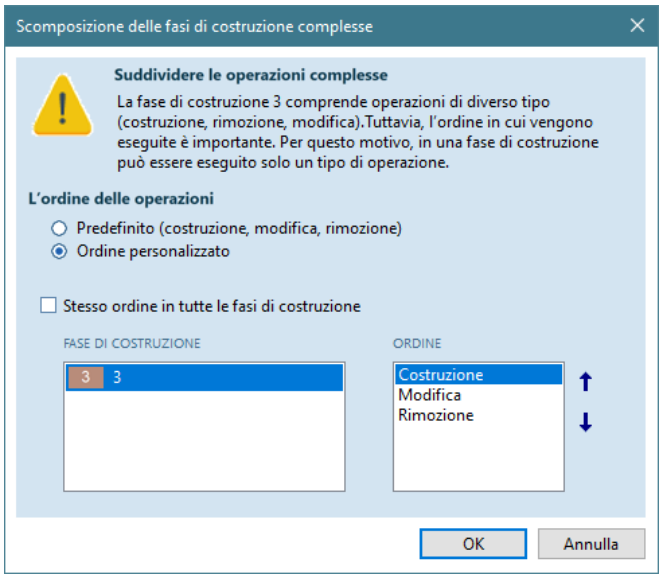


È possibile eseguire un'analisi per tutte le fasi di costruzione in sequenza, oppure un'analisi statica convenzionale sullo stato finale. È possibile che vi siano fasi di costruzione non ancora analizzate a causa dell'interruzione o della mancata esecuzione dell'analisi sequenziale. In questo caso, la terza opzione è utile per ottenere risultati validi per tutte le fasi. Ciò può accadere anche nei casi in cui si modificano i parametri di una fase costruttiva, si costruiscono, si rimuovono o si modificano elementi in una fase o si inserisce una nuova fase costruttiva o se ne elimina una esistente. In queste situazioni, vengono cancellati solo i risultati non validi e il software mantiene i risultati validi delle fasi precedenti.

Suddivisione di fasi di costruzione complesse

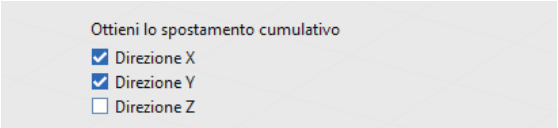
Se il modello ha delle fasi di costruzione e alcuni elementi vengono costruiti mentre altri vengono rimossi o modificati nella stessa fase, tale fase non è definita correttamente, poiché l'esito di queste modifiche può dipendere fortemente dal loro ordine di applicazione. Pertanto, queste fasi complesse devono essere suddivise in più fasi, in modo che in ognuna di esse vi sia una sola operazione.

In questi casi, viene visualizzata una finestra di avviso per impostare l'ordine delle operazioni prima dell'analisi. L'utente può scegliere di suddividere automaticamente le fasi di costruzione, oppure di scegliere l'ordine giusto per tutte le fasi o per ogni singola fase.

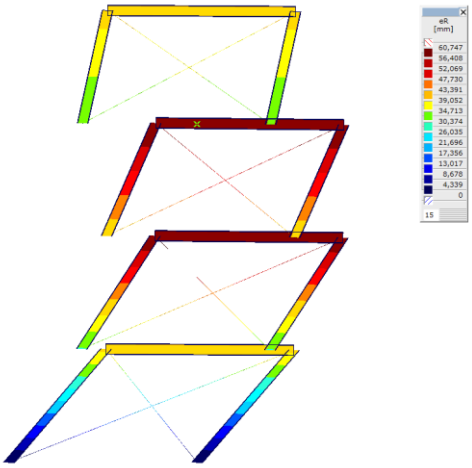


Spostamenti cumulativi

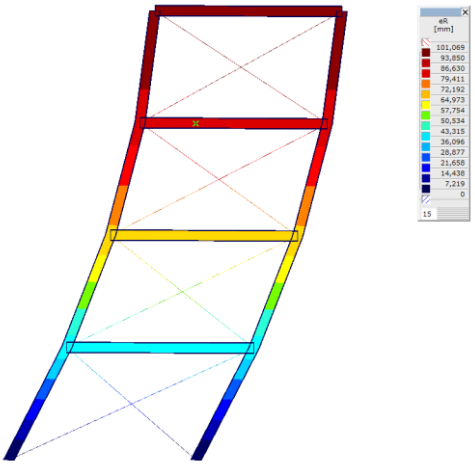
Le fasi di costruzione successive vengono sempre analizzate solo per la differenza di carico, poiché l'effetto dei carichi precedenti è già presente nella struttura. Quindi i risultati statici vengono sovrapposti. A causa della natura del calcolo, i risultati degli spostamenti contengono discontinuità tra le fasi di costruzione, poiché gli spostamenti ottenuti in ciascuna fase sono relativi alla forma deformata della fase precedente. Questo non è sempre un problema, ma in alcuni casi complica l'interpretazione dei risultati (ad esempio, durante la costruzione di edifici a più piani con spostamenti superiori significativi).
Per ottenere la forma deformata secondo i principi dell'ingegneria convenzionale, i risultati degli spostamenti di una fase di costruzione devono essere allineati/cumulati. Questo allineamento può essere controllato in base a tre gradi di libertà di spostamento: X, Y e Z. AXISVM allinea i risultati di spostamento delle fasi solo nelle direzioni selezionate.



☞ ***Per gli edifici a più piani si raccomanda di consentire l'allineamento degli spostamenti orizzontali nelle direzioni X e Y. Tuttavia, non è consigliabile allineare gli spostamenti Z (verticali), poiché uno degli scopi dell'analisi delle fasi di costruzione è quello di riflettere il fatto che il peso proprio dei piani inferiori non causa deformazioni al piano superiore, poiché ogni piano viene costruito compensando la forma deformata della fase precedente..***



Gli spostamenti senza accumulo di risultati di spostamento delle fasi



Spostamenti cumulativi in direzione X

Stato finale

Le analisi statiche vengono eseguite per le fasi di costruzione specificate e per il cosiddetto stato finale. In termini di modellazione, lo stato finale è identico all'ultima fase di costruzione. Ma i carichi applicati sono diversi.
Carichi sismici, carichi da incendio, carichi meteorologici SWG, ecc. e carichi non applicati in precedenza nelle fasi di costruzione (*4.13.5 Definizione dei carichi delle fasi*) saranno applicati solo nello stato finale, mentre i carichi temporanei assegnati alle fasi saranno ignorati nell'analisi dello stato finale..
I risultati delle fasi di costruzione e lo stato finale possono essere visualizzati ed elencati separatamente (***vedi...*** *6.1.30 Risultati delle fasi di costruzione*)

Sostituzione di un elemento strutturale

La sostituzione di un elemento strutturale può avvenire in diversi modi. L'esempio più semplice è forse quello del consolidamento strutturale, in cui una colonna in muratura insufficiente viene sostituita con una colonna in acciaio. Questo esempio illustra i diversi metodi e le possibilità offerte dal modulo STG.

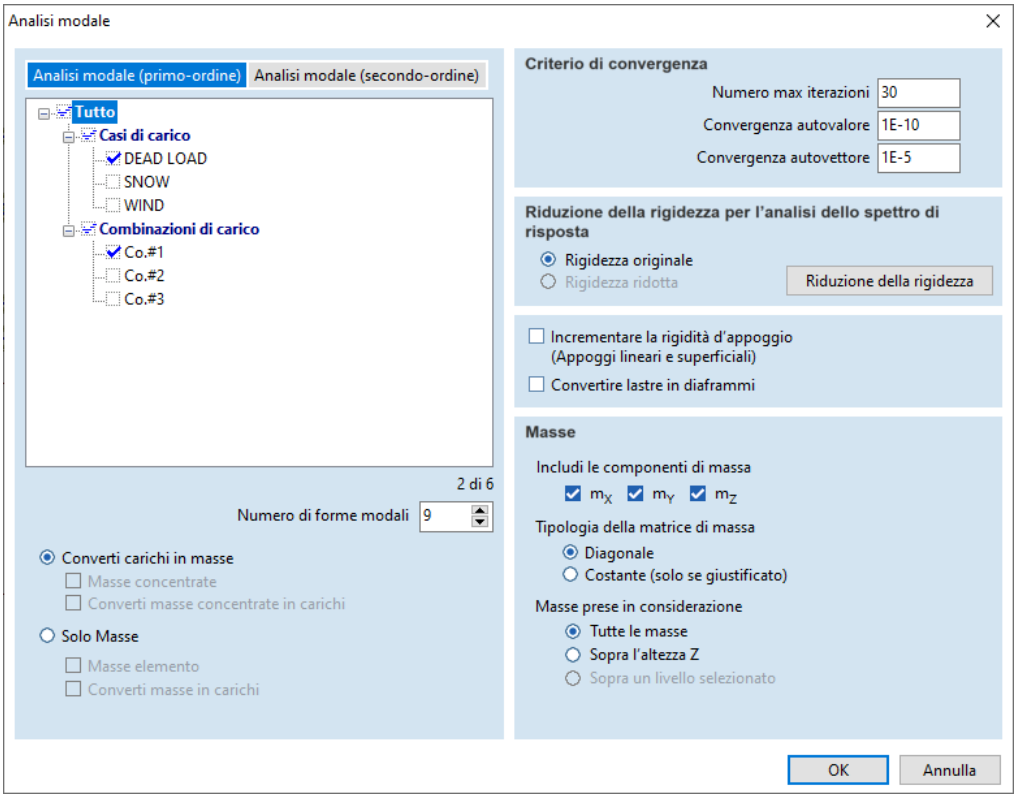
1. La prima opzione per la sostituzione del pilastro prevede la demolizione del pilastro in muratura senza supporto, lasciando che si verifichino le deformazioni e installando poi al suo posto un pilastro in acciaio tagliato della lunghezza appropriata. Nella maggior parte dei casi, come questo, ciò comporterebbe deformazioni inaccettabili. Tuttavia, in alcune situazioni, per altri elementi strutturali con uno scopo diverso, questo metodo potrebbe essere applicabile. In tal caso, si può procedere come segue: partendo da una fase di costruzione, si aggiungono altre due fasi. Nella prima fase, si rimuove l'elemento strutturale (in questo caso, la colonna), cioè lo si disattiva in quella fase. Nella seconda fase, lo si riattiva, ma con le nuove proprietà.
2. La seconda opzione consiste nel sostenere e sollevare temporaneamente la soletta in prossimità della colonna per evitare deformazioni durante la rimozione della colonna. Questo metodo richiede quattro nuove fasi di costruzione e il modello master deve contenere anche i supporti aggiuntivi o altri elementi di supporto. Il processo di modellazione è il seguente: 1) Nella prima fase si attivano i sostegni temporanei. 2) Nella seconda fase, la colonna viene demolita. Le forze di sollevamento devono essere applicate alla struttura in questa fase di costruzione (quando la colonna viene rimossa). 3) Nella terza fase, la colonna viene riattivata, ma con una nuova sezione e proprietà del materiale. 4) Nella quarta fase, i supporti temporanei vengono rimossi. In alternativa, la rigidezza al nodo superiore della colonna può essere ridotta (ad esempio, introducendo cerniere), garantendo che la colonna non eserciti forze contro il processo di sollevamento. In questo modello le forze di sollevamento possono essere applicate nella prima fase.

La sostituzione di un elemento strutturale comporta sempre la rimozione di materiale sotto sforzo e l'aggiunta di materiale non sollecitato. Di conseguenza, il processo reale deve essere modellato in **molteplici fasi e stadi costruttivi** per ottenere risultati sufficientemente accurati. Questo approccio graduale garantisce che tutti gli stati intermedi e la ridistribuzione delle forze siano seguiti in modo appropriato, portando a risultati.

5.2. Modale

Permette di determinare le frequenze naturali e i modi di vibrare più bassi corrispondenti alle oscillazioni libere di una struttura lineare non smorzata quando non sono calcolati carichi applicati esternamente.
AXISVM verifica se è stato determinato il numero richiesto degli autovalori più bassi.
La matrice di massa del sistema è diagonale e include solo componenti di massa traslazionale.
Selezionare i casi o le combinazioni di carico nella vista ad albero. AXISVM eseguirà l'analisi delle vibrazioni per i casi di carico selezionati e mostrerà una finestra di avanzamento.

☞ ***La tecnica risolutiva applicata al problema degli autovalori generalizzati associati è costruita con il fine di trovare gli autovalori positivi e con le frequenze più basse. Non è adatta a trovare autovalori nulli o vicini allo zero.***



☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, l'analisi delle vibrazioni viene sempre eseguita sullo stato finale del modello. Si veda*** *4.13.1* Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione

Controllo soluzione

Permette di specificare i parametri del processo di soluzione dinamica.

Primo- ordine

La soluzione non include gli effetti di sollecitazioni assiali in elementi reticolari/travi sulla matrice di rigidezza.

Secondo ordine

La soluzione include gli effetti di sollecitazioni assiali in elementi reticolari/travi sulla matrice di rigidezza.Le forze di trazione hanno un effetto un effetto irrigidente, mentre le forze di compressione hanno un effetto rammollente. Questi effetti influenzano le vibrazioni libere della struttura.

Caso

Permette di selezionare un caso. I carichi sono convertiti in masse. Se è stata selezionata un a analisi del secondo ordine, saranno anche dati i risultati di un'analisi statica lineare (del primo ordine) , che precede l'analisi dinamica.

Numero di forme modali

Permette di specificare il numero di forme modali che si vuole valutare. Possono essere richiesti al massimo 99 modi. Il valore predefinito è 6. Il numero specificato non può comunque essere più grande del numero di gradi di libertà del sistema.

Converti carichi in masse

Si può abilitare la conversione delle componenti dei carichi gravitazionali in masse e prendere in considerazione le masse concentrate, che possono anche essere convertite nell'analisi modale.

Le masse nodali generate possono essere verificate nel Browser Tabella (Risultati / Vibrazione / [maschera di carico o nome combinazione] / masse Nodal).

Masse concentrate: se sono state definite masse nodali (***vedere...*** *4.10.37 Massa Nodale*) possono essere incluse o escluse dall'analisi.

Convertire le masse concentrate in carichi : se sono state definite masse nodali, possono essere convertite nell'analisi modale.

Solo masse

Solo le componenti di massa confermate saranno utilizzate nell'analisi. Questo comando è utile per calcolare le forme modali solo in una certa direzione. Prende in considerazione solo masse elementari. È anche possibile trasformare le masse nodali in carichi.

Includere componenti di massa

Solo i componenti di massa definiti saranno utilizzati nell'analisi. È utile per calcolare forme modali solo in una certa direzione.

Tipo di matrice di massa

Diagonale: piccola matrice delle masse pero senza inerzie centrifughe

Consistente (solo giustificata): Matrice delle masse completa con inerzie centrifughe.

Criteri di convergenza

In base alla tolleranza di convergenza specificate, AXISVM decide se gli autovalori e autovettori calcolati hanno la precisione richiesta. Perciò è importante che le tolleranze di convergenza siano impostate nel modo più appropriato.

Numero max di iterazioni

Si può impostare il massimo numero di iterazioni in base alle caratteristiche del modello e al numero di autovalori richiesto (più iterazioni per più autovalori). Il valore predefinito è 20. Se la convergenza non viene raggiunta nel numero massimo di iterazioni impostato, non si ottiene nessun risultato.

Convergenza autovalori

Permette di specificare la tolleranza di convergenza per gli autovalori Il valore predefinito è di 1.0E-10.

Convergenza autovettori

Permette di specificare la tolleranza di convergenza per gli autovettori. Il valore predefinito è 1.0E-6.

Diaframma

Quando si esegue un'analisi dinamica modale con l'opzione *Converti i solai in diaframmi*, tutte i solai (domini orizzontali) saranno temporaneamente sostituite da diaframmi.

Il tempo di esecuzione viene ridotto se il modello contiene solo colonne e solai. Se vengono incluse le pareti strutturali, il numero di equazioni sarà ridotto, ma la quantità di dati risulta aumentata. Il tempo di esecuzione risultante può essere maggiore di quello senza diaframmi.

Le piastre che hanno un supporto superficiale o che poggiano sul terreno non saranno sostituite da diaframmi.

Riduzione della rigidezza per l'analisi dello spettro di risposta

Ulteriori informazioni nel capitolo *3.3.10 Riduzione della rigidezza*

Utilizzare una maggiore rigidezzza degli appoggi

Gli appoggi si comportano in modo diverso durante le vibrazioni. L'utilizzo di una maggiore rigidezza dell'appoggio (10^7 kN/m/m for line supports, 10^4 kN/m^2 for surface supports) può contribuire ad ottenere risultati di vibrazione più realistici. Per i componenti a supporto nodale, a molla e a cerniera sul bordo, la rigidità di vibrazione delle caratteristiche della molla viene sempre applicata, indipendentemente dallo stato dell'interruttore. *Utilizzare una maggiore rigidità del supporto*. ***Vedi...*** *4.9.12 Appoggio elastico nodale*

Masses

Includere i componenti di massa

Solo i componenti di massa selezionati verranno utilizzati nell'analisi. Questo è utile per calcolare le forme modali solo in una certa direzione.

Tipo di matrice di massa

Diagonale: matrice di massa più piccola ma senza interzioni centrifughe

Consistente (solo se giustificato): matrice di massa completa con interazioni centrifughe

Masse prese in considerazione

Qui possono essere configurate le masse prese in considerazione durante l'analisi dinamica modale. Oltre a tutte le masse è possibile ridurre le masse a quelle sopra una determinata altezza Z o un dato livello (se il modello contiene livelli). Un esempio potrebbe essere l'esclusione del seminterrato dall'analisi dinamica modale.

***Per dettagli sul comportamento degli isolatori sismici** vedi... 3.1.17.2 Isolatori sismici*

☞ ***Il programma uttilizza una matrice di massa diagonale predefinita. A causa della tecnica di modellazione a masse concentrate, per raggiungere la precisione richiesta gli elementi devono essere suddivisi in più elementi (raffinando la maglia). Di solito a ogni mezza onda devono corrispondere almeno quattro elementi.***

Una buona norma è che le travi vengano divise in almeno otto elementi

Le forme modali sono normalizzate alla massa.
$\{U\}^T \cdot [M] \cdot \{U\} = 1$

5.2.1. Fattore di risposta alle vibrazioni

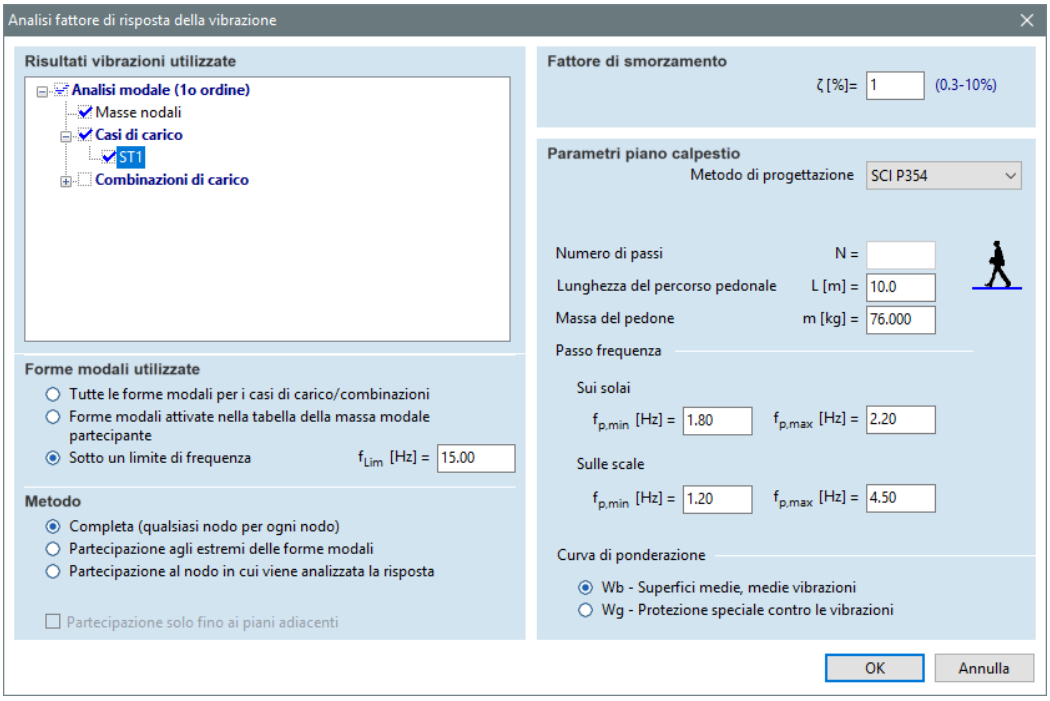
Con una progettazione più efficiente che utilizza materiali più resistenti che conducono a strutture più leggere, il problema delle vibrazioni indotte dal camminamento sulle pavimentazioni è in aumento. Camminare può causare vibrazioni scomode o inaccettabili per gli occupanti degli edifici o rende impossibili anche le operazioni delicate (ad es. Teatri operativi, laboratori di precisione). L'analisi footfall considera la camminata come forza di eccitazione esterna e determina il fattore di risposta delle vibrazioni, proporzionale all'accelerazione massima del nodo considerato. L'analisi footfall è disponibile solo se la configurazione include il modulo **FFA**.

Per analizzare la risposta di una struttura a vibrazioni indotte dall'uomo bisogna soddisfare due condizioni. Il modello deve contenere domini e l'angolo tra la loro normale e la direzione della gravità dovrebbe essere inferiore a 70 °. Un dominio è considerato un solaio se l'angolo tra la sua normale e la direzione di gravità è inferiore a 10 °, se questo angolo è compreso tra 10 ° e 70 ° la superficie è considerata una scala. I domini con angoli più grandi tra la loro normale e la gravità sono considerati pareti. AXISVM non analizza e non eccita nodi di pareti come le vibrazioni delle pareti non causano disagio.

Risultati delle vibrazioni da utilizzare

Il secondo presupposto è un'analisi delle vibrazioni con risultati di vibrazione del primo e / o del secondo ordine. Selezionare i risultati delle vibrazioni dei casi di carico o delle combinazioni che dovrebbero essere presi in considerazione (i casi di carico o le combinazioni senza il numero appropriato di forme di modalità appaiono in rosso).

Scegliere un metodo di eccitazione, impostare il rapporto di smorzamento e ulteriori parametri del carico dinamico. Il risultato dell'analisi è un fattore di risposta di vibrazione (R) per il metodo di eccitazione selezionato su solai e scale. R deve essere controllato nei valori consigliati (per dettagli vedere la Guida **FFA** (*vedere Guida / Guida FFA*).



È altresì importante che le condizioni di confine e di continuità debbono essere impostate per riflettere il comportamento più rigido delle strutture per carichi dinamici (***vedere...*** *5.2 Modale*), *Uso maggiore rigidezza di supporto*). Inoltre, nel calcolo delle forme modali si consiglia di tener conto dei carichi in tempo reale con combinazione quasi permanente (*ψ_2*), che influenza favorevolmente i risultati conseguenti al significativo aumento delle masse modali della struttura.

Forme modali da utilizzare

Tutte le forme modali per i casi di carico / combinazioni: Tutte le forme dei casi / combinazioni di carico selezionati verranno prese in considerazione.
Le forme attivate nella tabella dei fattori di masse modali: le forme possono essere rese inattive nella tabella dei *Fattori di massa modale* (***Vedi...*** *4.10.25.1 Calcolo sismico in accordo con l'EUROCODICE 8*).
Sotto il limite di frequenza lasciare che l'utente imposti un limite per le frequenze di origine, che appariranno nel calcolo. Saranno prese in considerazione solo le modalità con una frequenza minore.

Metodo di eccitazione

Sono disponibili tre metodi di eccitazione. Ognuno crea un componente di risultato R separato.
Completo: Tutti i nodi dei solai o scale possono eccitare qualsiasi altro nodo (*R full*). Questo è il metodo più affidabile.
Eccitazione agli estremi delle forme modali: L'eccitazione si svolge solo alle due estremità globali delle forme proprie (*R estr.*).
Eccitazione al nodo in cui viene analizzata la risposta: Il nodo analizzato è eccitato da solo (*R self*).
Eccitazione fino a piani adiacenti: Questa opzione è abilitata se il modello contiene almeno tre piani. Se selezionato, il nodo analizzato può essere eccitato solo con nodi sugli stessi piani o quelli vicini.

Smorzamento

È possibile impostare il rapporto di smorzamento critico della struttura analizzata. Si possono trovare suggerimenti a [33], [34].

Parametri footfall

Metodo di progettazione

Sono disponibili due approcci: *CCIP-016* [33] e *SCI P354* [34]. I loro algoritmi sono descritti nella **Guida FFA** (*vedere Guida / Guida FFA*). Cambiare l'approccio elimina i risultati precedenti.

Numero di scale (CCIP-016)

Il metodo di progettazione CCIP-016 consente di ridurre le accelerazioni risonanti a causa del fatto che la risonanza richiede tempo per svilupparsi. Quindi il numero di passi (la durata dell'eccitazione) ha effetto sui risultati.

Lunghezza del percorso pedonale (SCI P354)

SCI P354 Tiene conto anche dello stesso effetto, ma il parametro rilevante è la lunghezza del percorso a piedi. In questo approccio dovrebbe essere data la lunghezza più sfavorevole.

Peso del camminatore

Entrambi i metodi consentono la deviazione dalla massa predefinita del camminatore.

Frequenza del passo

AXISVM analizza l'effetto delle fasi a diverse frequenze di ritmo diverse entro un determinato intervallo. Qui è possibile impostare il limite inferiore e superiore della gamma di frequenza.

Curva di ponderazione

SCI P354 Consente l'utilizzo di diverse curve di ponderazione. Queste curve tengono conto del fatto che la percezione umana della vibrazione varia con frequenza.

W_b – *Le aree medie, la vibrazione media,* devono essere utilizzate, se nel complesso è necessario fornire un comfort generale,

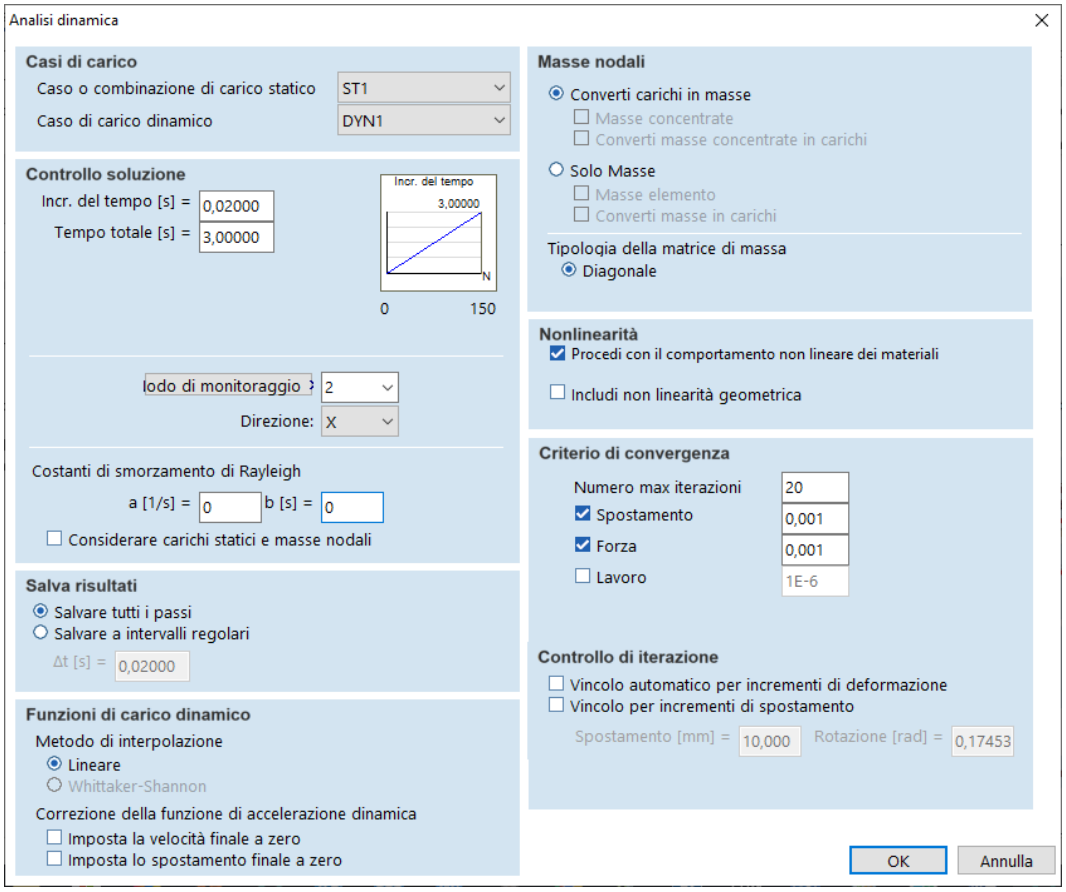
W_g –Devono essere utilizzate *Protezioni speciali contro le vibrazioni,* se si devono assicurare movimenti precisi una visione stabile.

Nel metodo di progettazione *CCIP-016* viene applicata solo una ponderazione.

Per ulteriori informazioni, *vedere Guida / Guida FFA*.

5.3. Analisi Dinamica

L'analisi dinamica determina i spostamenti in funzione del tempo e le forze dovute ai carichi dinamici o alle accelerazioni nodali.
L'analisi dinamica può essere realizzata su modelli lineari e non lineari.



☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, l'analisi dinamica viene sempre eseguita sullo stato finale del modello. Si veda*** 4.13.1 Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione

Casi di carico

Caso o combinazione di carico Statico
Selezionare il caso o la combinazione di carico statico, da applicare durante l'analisi. Selezionare "Nessuno" da applicare solo per i carichi dinamici.

Caso o combinazione di carico Dinamico
Selezionare il caso o la combinazione di carico.

Controllo della soluzione

L'analisi può essere eseguita con incrementi costanti o secondo una funzione di incremento temporale personalizzata. È possibile caricare le funzioni predefinite oppure si può creare una nuova funzione utilizzando l'editor della funzione.

Nel caso in cui si seleziona *Incrementi costanti* sono necessari due parametri: *Incremento temporale* e *Tempo totale*. L'analisi utilizza il valore *d'Incremento temporale*, come calcolato in base al numero di step e il tempo totale imposto.

A causa del notevole dimensione del file di risultato, nelle opzioni di salvataggio dei risultati sono stati introdotti: Attivando *Salvare tutti i passi* significa che verranno salvati tutti i risultati. *Salvare a intervalli regolari*, salva i risultati secondo una discretizzazione del tempo stabilito dall'utente al fine di ridurre le dimensioni del file.

Nodi Tracciati:
Lo spostamento del nodo selezionato nella direzione data, verrà tracciato durante l'analisi.

Costanti di smorzamento di Rayleigh (a, b)
La matrice di smorzamento sarà calcolata in base alle costanti di Rayleigh (secondo le formule seguenti)

$$\mathbf{M}\underline{\ddot{u}} + \mathbf{C}\underline{\dot{u}} + \mathbf{K}\underline{u} = P(t)$$
$$\mathbf{C} = a\mathbf{M} + b\mathbf{K}$$

Se l'opzione Considerare carichi e masse nodali è attivata, ad M verrà aggiunto un'altra matrice che rappresenta i carichi e le masse nodali.

Risultati salvati

A causa delle dimensioni considerevoli del file dei risultati, le opzioni di salvataggio sono: selezionare *Salva tutti i passi* vuol dire che tutti i risultati verranno salvati. *Salva ad intervalli regolari* salva i risultati solo ad intervalli regolari

Funzioni di carico dinamico

Metodo di interpolazione

Il solutore deve valutare le funzioni di carico dinamico in ogni fase del calcolo. Se mancano punti campione in una qualsiasi delle fasi temporali, è necessaria l'interpolazione. Questa opzione è disponibile solo in questo caso. Il metodo di interpolazione selezionato viene eseguito per tutte le funzioni di carico dinamico utilizzate nel caso di carico selezionato. Le funzioni interpolate non vengono salvate nel modello. Sono disponibili solo per il risolutore. I seguenti metodi di interpolazione possono essere selezionati:

Lineare

Campionamento lineare semplice (***vedi***... *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*). Questo metodo è consigliato se le funzioni di carico dinamico nel caso di carico selezionato sono lineari a tratti

Whittaker-Shannon

Questo metodo si basa sulla formula di interpolazione di Whittaker-Shannon (***vedi***... *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*)). Si raccomanda che le funzioni di carico dinamico nel caso di carico selezionato siano funzioni continue campionate (ad esempio record di misurazione o funzioni generate dalla composizione spettrale di Fourier).

☞ **Il metodo di interpolazione di Whittaker-Shannon è disponibile solo per le funzioni ottenute dal campionamento equidistante.**

Correzione della funzione di accelerazione dinamica

Le correzioni selezionate eseguite per tutte le funzioni di accelerazione dinamica vengono utilizzate nel caso di carico selezionato. Queste opzioni sono disponibili se sono presenti accelerazioni dinamiche nel caso di carico selezionato. Le funzioni corrette non vengono salvate nel modello. Sono disponibili solo per il solutore. Il metodo di correzione è descritto nella sezione *4.10.31 Carichi dinamici (per l'analisi cronologica) - Modulo DYN*.

Masse nodali

Le masse nodali saranno prese in considerazione, come nell'analisi vibrazioni.

Tipo Matrice di massa

L'analisi dinamica utilizza il tipo di matrice *Diagonale*

Non linearità

Seguire il comportamento non lineare dei materiali e degli elementi finiti

Se sono definiti gli elementi non lineari (ad esempio, un elemento reticolare solo in trazione) è possibile attivare o disattivare il comportamento non lineare.

Seguire le non linearità geometriche di travi, elementi reticolari, nervature e gusci

Se questa opzione è attivata, i carichi saranno applicati alla struttura spostata in ogni passaggio.

Criteri di convergenza

Se una qualsiasi delle opzioni di non linearità è spuntata, i criteri di convergenza devono essere impostati e saranno presi in considerazione come in un'analisi statica non lineare. In caso contrario, i valori effettivi E(U), E(P) ed E(W) (i loro valori finali vengono visualizzati nella finestra Info) vengono confrontati con i valori di riferimento impostati qui.

Controllo di iterazione

Queste opzioni sono descritte nella sezione *5.1 Analisi Statica*

Metodo di soluzione

Le equazioni di equilibrio lineari e non lineari sono risolte dal metodo di Newmark-beta. Se Δ t è l'incremento del tempo, in t + Δt otteniamo:

$$\mathbf{M}\underline{\ddot{u}}_{t+\Delta t} + \mathbf{C}\underline{\dot{u}}_{t+\Delta t} + \mathbf{K}\underline{u}_{t+\Delta t} = P(t)$$

dove C è la matrice di smorzamento, M è la matrice di massa, K è la matrice di rigidezza.

$$\underline{U}_{t+\Delta t} = \underline{U}_t + \Delta t \cdot \underline{\dot{U}}_t + \frac{\Delta t^2}{2}\left[(1-2\beta)\underline{\ddot{U}}_t + 2\beta\underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t}\right]$$

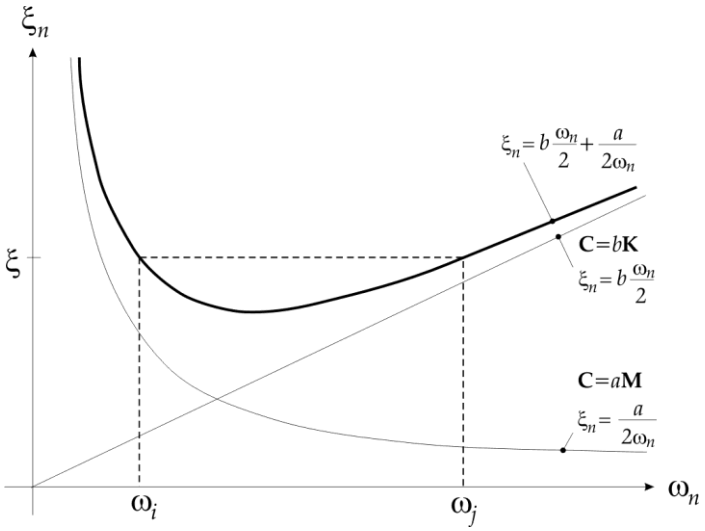
$$\underline{\dot{U}}_{t+\Delta t} = \underline{\dot{U}}_t + \Delta t\left[(1-\gamma)\underline{\ddot{U}}_t + \gamma\underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t}\right]$$

AXISVM usa $\beta = \frac{1}{4}, \gamma = \frac{1}{2}$.

L'equazione differenziale del moto è risolto con il metodo della costante, accelerazione media. Questa integrazione graduale è incondizionatamente stabile e la sua precisione è soddisfacente. AXISVM presume che in t = 0 non si applica nessun effetto dinamico. I carichi limitati nel tempo appaiono in t> 0. C è calcolato dalle costanti di smorzamento di Rayleigh

$$\underline{\underline{C}} = a \cdot \underline{\underline{M}} + b \cdot \underline{\underline{K}}$$

Dove a e b devono essere calcolate a partire dalla gamma di frequenza smorzata (tra ▪ i e ▪ j) e dal rapporto di smorzamento secondo la immagine seguente.



$$a = \xi\frac{2\omega_i\omega_j}{\omega_i+\omega_j}$$

$$b = \xi\frac{2}{\omega_i+\omega_j}$$

Dove ω_i e ω_j sono frequenze angolari Relative a f_i e f_j:

$$\omega_i = 2\pi f_i$$
$$\omega_j = 2\pi f_j$$

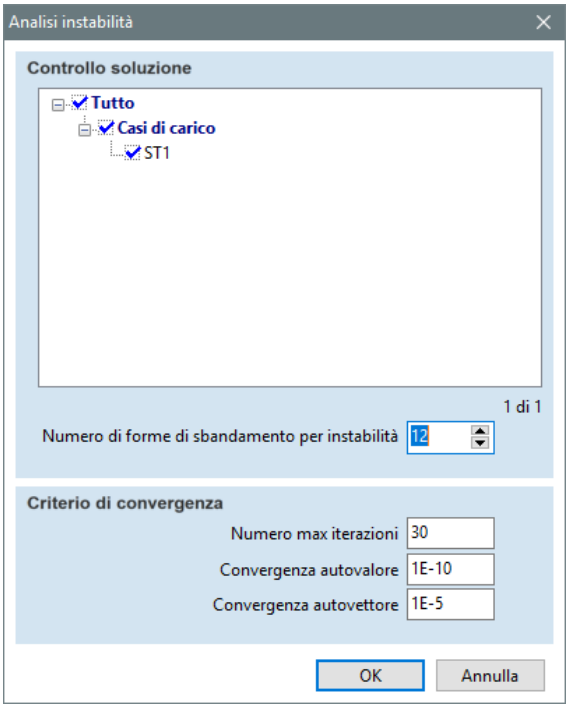
Per dettagli sul comportamento degli isolatori sismici ***vedi...*** *3.1.17.2 Isolatori sismici*

5.4. Analisi di Instabilità

Permette di determinare i moltiplicatori di carico di instabilità più bassi (iniziali) e le forme modali corrispondenti.
AXISVM verifica che sia stato determinato il numero richiesto degli autovalori più bassi.
Il moltiplicatore carico di instabiltà $n_{cr} = \lambda_{cr}$ viene calcolato risolvendo il problema agli autovalori. λ_{cr} è l'autovalore più piccolo e il corrispondente autovettore è la forma modale di instabilità. Per verificare che gli autovalori calcolati sono i più bassi, viene applicato il controllo in sequenza Sturm $\lambda_{cr} < 0$ significa che si verifica instabilità per un orientamento opposto del carico e $\lambda_{cr}^{effectiv} \geq |\lambda_{cr}|$.

☞ ***La tecnica risolutiva applicata al problema degli autovalori generalizzati associati è costruita con il fine di trovare gli autovalori positivi e con le frequenze più basse. Non è adatta a trovare autovalori nulli o vicini allo zero.***

☞ ***Se il modello ha delle fasi di costruzione, l'analisi di buckling viene sempre eseguita sullo stato finale del modello. Si veda*** *4.13.1 Panoramica generale del concetto di fasi di costruzione*



È anche possibile eseguire l'analisi di buckling di una sottostruttura. Vedere *6.2 Instabilità*

Controllo soluzione

Selezionare i casi o le combinazioni di carico nella vista ad albero. AXISVM eseguirà un analisi statica lineare prima dell'analisi d'instabilità dei casi di carico selezionati.
Permette di specificare i parametri del processo di soluzione dell'instabilità.

- **Caso**
  Permette di selezionare il caso che sarà considerato nell'analisi. Verrà compiuta un'analisi statica lineare (del primo ordine), che precede l'analisi di instabilità.
- **Numero di forme modali di instabilità**
  Permette di specificare il numero di forme modali che si vuole valutare. Si può richiedere un numero massimo di sei forme. Il valore predefinito è uno. L'autovalore positivo più basso è quello più importante.

Criteri di convergenza

Vedere... *5.2 Modale*

Guscio

L'instabilità degli elementi di guscio viene pienamente presa in considerazione nell'analisi.

Travi/Nervature

L'instabilità di travi/nervature viene considerata piana (instabilità flessionale), che significa che la deformata degli elementi rimane in un piano e la sezione rimane piana.

☞ ***Gli elementi trave devono essere divisi in almeno 4 elementi.***

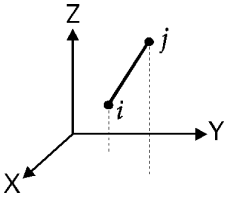
Elementi Reticolari L'instabilità flessionale degli elementi reticolari non viene considerata nel programma. Bisogna calcolare manualmente il carico di instabilità di ogni elemento reticolare o modellare gli elementi reticolari con quattro elementi trave con le corrispondenti necessarie sconnessioni alle estremità.

☞ ***Se il modello contiene delle reticolari, viene calcolato solo il parametro di carico critico della instabilità strutturale globale. L'instabilità delle singole reticolari non viene analizzata.***

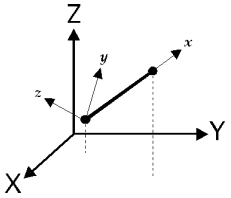
Isolatori sismici Per dettagli sul comportamento degli isolatori sismici ***vedi...*** *3.1.17.2 Isolatori sismici*

5.5. Elementi finiti

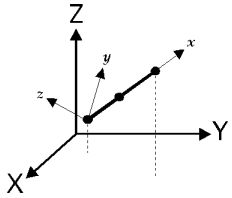
In un'analisi statica lineare, dinamica del primo ordine o di instabilità possono essere usati tutti gli elementi finiti (si noti che tutti gli elementi hanno rigidezza geometrica). Le analisi statiche non-lineari per geometria e le analisi dinamiche del secondo ordine possono essere compiute solo su strutture a telaio. Si noti che **non tutti** gli elementi hanno una rigidità geometrica.



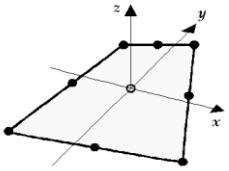
Elemento reticolare



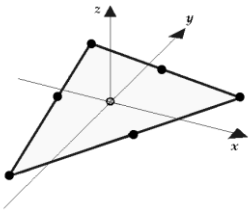
Elemento trave



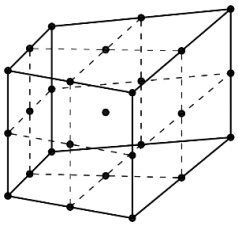
Nervatura



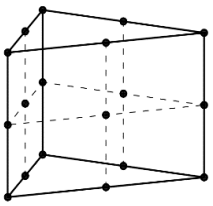
Membrana, piastra o guscio quadrilatero.



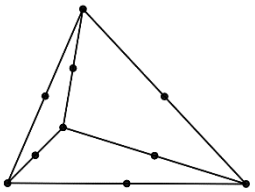
Membrana, piastra o guscio triangolare.



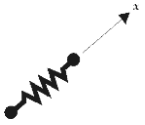
Esagono (27)



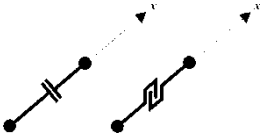
Cuneo (18)



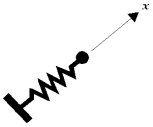
Tetraedro (10)



Vincolo elastico (viene mostrata solo una componente).

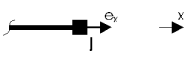
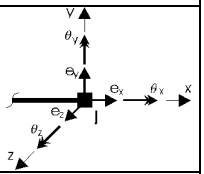


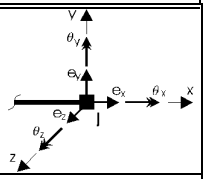
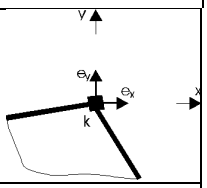
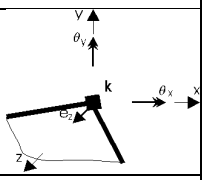
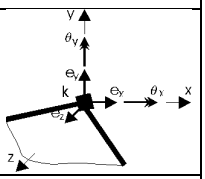
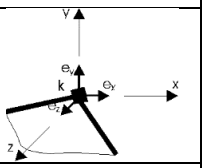
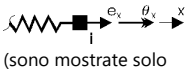
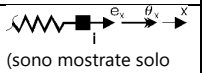
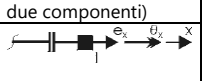
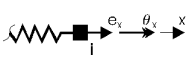
Vincolo monolatero (attivo rispettiva mente in compressione e in trazione).



Appoggio elastico (viene mostrata solo una componente).

Qui di seguito sono riassunte le direzioni, nel sistema di coordinate locale, nelle quali gli elementi hanno rigidezza e le componenti di spostamento locali corrispondenti.

Elementi finiti	**e_x u**	**e_y v**	**ez w**	**θ_x**	**θ_y**	**θ_z**	
Elemento reticolare	*						
	Elemento isoparametrico, lineare, a due nodi						
Trave	*	*	*	*	*	*	
	Elemento cubico Ermitiano, del tipo Euler-Navier-Bernoulli, a due nodi						

Elementi finiti	**e_x u**	**e_y v**	**ez w**	**θ_x**	**θ_y**	**θ_z**	
Nervatura	*	*	*	*	*	*	
	Elemento del tipo di Timoshenko , a tre nodi, quadratico, isoparametrico						
Membra**n**a	*	*					
	Elemento del tipo Serendipity, a otto nodi, quadratico, isoparametrico						
Piastra			*	*	*		
	Elemento piastra del tipo Hughes, a 9 nodi, isoparametrico Heterosis						
Guscio	*	*	*	*	*		
	Elemento guscio piano, sovrapposizione di elemento membrana e elemento piastra						
Elemento solido	*	*	*				
	Esaedro, cuneo, tetraedro						
Appoggio elastico	*	*	*	*	*	*	 (sono mostrate solo due componenti)
Vincolo elastico	*	*	*	*	*	*	 (sono mostrate solo due componenti)
Vincolo monolatero	*						
Collegamento link	*	*	*	*	*	*	 (Vengono mostrati solo due componenti per un collegamento nodo-nodo)
Elemento rigido							

Dove:
u, v, w denotano gli spostamenti nelle direzioni locale x, y, z.
θx, θy, θz denotano le rotazioni nelle direzioni locali x, y, z.
***** l'elemento ha rigidezza nella rispettiva direzione.

Sollecitazioni

Le sollecitazioni calcolate nel sistema di coordinate locali sono:

Elemento finito	**Sollecitazioni**							
Elemento reticolare	N_x							
Trave	N_x	V_y	V_z	T_x	M_y	M_z		
Nervatura	N_x	V_y	V_z	T_x	M_y	M_z		
Membrana	n_x	n_y	n_{xy}					
Piastra				m_x	m_y	m_{xy}	v_{xz}	v_{yz}
Guscio	n_x	n_y	n_{xy}	m_x	m_y	m_{xy}	v_{xz}	v_{yz}
Vincolo elastico	N_x	N_y	N_z	M_x	M_y	M_z		
Elemento monotensioanle	N_x							
Appoggio elastico	N_x	N_y	N_z	M_x	M_y	M_z		
Elemento rigido								
Link (Nodo-Nodo)	N_x	N_y	N_z	M_x	M_y	M_z		
Link (Linea-Linea)	n_x	n_y	N_z	m_x	m_y	m_z		

5.6. Principali Fasi di un'Analisi

1. Definire la geometria della struttura, il materiale, le sezioni di ogni elemento, le condizioni di vincolo ed i carichi.
2. Definire i percorsi di trasferimento dei carichi.
3. Definire le discontinuità locali come variazioni di rigidezza, fori.
4. Definire il tipo di elementi finiti che miglioreranno il funzionamento del modello della struttura. Con questo passaggio le proprietà degli elementi strutturali saranno concentrate nell'asse naturale dell'elemento (punto, asse, o piano).
5. Definire il tipo di mesh e la dimensione del suo lato medio. La dimensione del lato medio deve corrispondere al grado di accuratezza desiderato dei risultati dell'analisi ed in funzione delle capacità di calcolo dell'hardware disponibile.
6. Creare il modello:
   a.) Geometria equivalente
   b.) Proprietà equivalenti
   c.) Topologia degli elementi
   d.) Condizioni di vincolo equivalenti
   e.) Carichi equivalenti (statici) o masse (vibrazioni, spettro di risposta)
7. Controllo dati immessi (accuratezza, compatibilità)
8. Esecuzione analisi
9. Scelta dei risultati di proprio interesse
10. Valutazione e controllo dei risultati

a.) Accuratezza e convergenza della soluzione
b.) Compatibilità secondo il punto 6.d.
c.) Strutture particolari andrebbero analizzate con un altro metodo e/o un altro software (come verifica).

11. Rieffettuare l'analisi del modello aggiornato se uno dei 10 punti precedenti non è soddisfatto.
12. Valutazione dei risultati attraverso le rappresentazioni più adatte: isolinee/isosuperfici , animazioni, tabelle di dati. Trarre le conclusioni sul comportamento della struttura.

Modellazione

Per creare un modello di una struttura bisogna prendere in considerazione molte approssimazioni e tenere conto dei loro effetti quando si valutano i risultati.
Il metodo degli elementi finiti fornisce una soluzione approssimativa per i modelli di superficie. Per far si che il modello coincida il più possibile con la soluzione reale si deve utilizzare la mesh agli elementi finiti, con una densità adeguata. Per generare la mesh agli elementi finiti si deve prendere in considerazione la distribuzione prevista delle sollecitazioni, la geometria del modello e i materiali, i vincoli e i carichi utilizzati.

La posizione dei nodi e delle linee delle mesh (detto anche topologia degli elementi finiti mesh) dipende dalle discontinuità geometriche (contorni irregolari, linee di costruzione) e dalle discontinuità dei carichi (quelli puntuali, valori distribuiti dei carichi lineari).

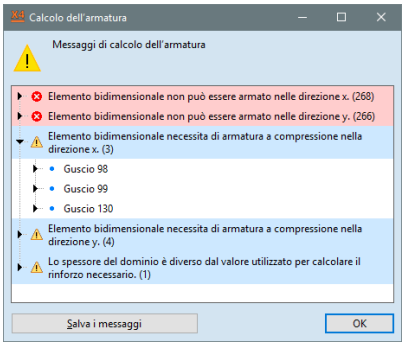
Nei punti di tensione concentrata (angoli stretti) bisogna ridefinire le mesh.

Per evitare richieste di risorse superiori alle capacità di calcolo del computer è consigliabile non infittire eccessivamente la mesh. E se necessario, infittirla solamente dove si vuole conoscere con maggior accuratezza le sollecitazioni e le tensioni.

I contorni ad arco si possono approssimare ai poligoni. Considerare tolleranze molto piccole in queste approssimazioni porta a poligoni con lati molto piccoli. Le mesh molto fitte create su questi contorni potrebbero comportare il superamento della memoria disponibile sul vostro computer.
In generale se si infittisce la mesh si ottengono risultati molto più accurati.

5.7. Messaggi di Errore

I messaggi di errore e gli avvisi multipli sono organizzati in una finestra ad albero.



I messaggi di errore corrispondenti alla modellazione sono i seguenti:

'Matrice di rigidezza non positiva'
Il determinante della matrice di rigidezza è = 0 o negativo a causa di un errore nella modellazione.

'Matrice Jacobiana singolare'
Il determinante della matrice Jacobiana degli elementi è = 0 a causa di un errore nella geometria.

'Eccessiva distorsione degli elementi durante la deformazione'
Gli elementi sono stati eccessivamente deformati nell'incremento corrente.

'Incremento di rotazione troppo grande'
L'incremento di rotazione di un elemento eccede $\pi/4$ radianti (45°). Bisogna incrementare il numero di incrementi di carico.

'Controllo nullo delle componenti di spostamento'
Il controllo degli spostamenti è riferito ad un grado di libertà bloccato.

'Convergenza non raggiunta'
Il numero di iterazioni è troppo basso.

'Troppi autovalori'
Il rango della matrice di massa è minore del numero di autovalori richiesti (frequenze o modi dell'instabilità).

'Non ci sono autovalori convergenti'
Non ci sono autovalori convergenti.

'Non è il più basso autovalore (xx)'
Ci sono xx autovalori più bassi del più basso determinato in questo calcolo.

'L'elemento è troppo deformato '
La geometria dell'elemento finito è deformata. Per migliorare la precisione dei risultati occorre modificare la maglia di uno o più elementi agendo sulla geometria degli elementi.

'Deformazione di elemento eccessiva '
Durante l'analisi non lineare si sono verificate deformazioni eccessive sviluppate da un elemento all'interno di un incremento (caricamento o spostamento). Occorre aumentare il numero di incrementi.

'Nessuna convergenza ottenuto all'interno del numero massimo di iterazioni'
Non c'è stata convergenza all'interno del numero massimo di iterazioni (Vedere Parametri Nonlineare Analisi Statica/Controllo Soluzione). Si può aumentare il numero di iterazioni. È possibile che il modello non converga al relativo livello di carico. Occorre modificare i parametri *Controllo Soluzione* di conseguenza.

'Nessuna rigidezza nel nodo... in direzione... '
C'è una singolarità nella matrice di rigidezza del sistema che corrisponde a quel grado di libertà. Occorre controllare il vincolo e l'impostazione dei gradi di libertà (DOF) del modello.

Altri messaggi di errore (di sistema)

In alcuni casi, possono comparire anche altri tipi di messaggi di errore. In base al codice di errore di sistema, vengono fornite ulteriori informazioni sull'errore al seguente link: *http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Tokyo/en/Input-Output_Errors*

5.8. Parametri d'analisi

I parametri utilizzati per i calcoli non lineari / modale / deflessione / dinamici eseguiti vengono visualizzati nel browser delle tabelle (***vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*) nella scheda *Risultati*, dove possono essere controllati e aggiunti ai report

Parametri di analisi [Vibrazione I., Co #1]

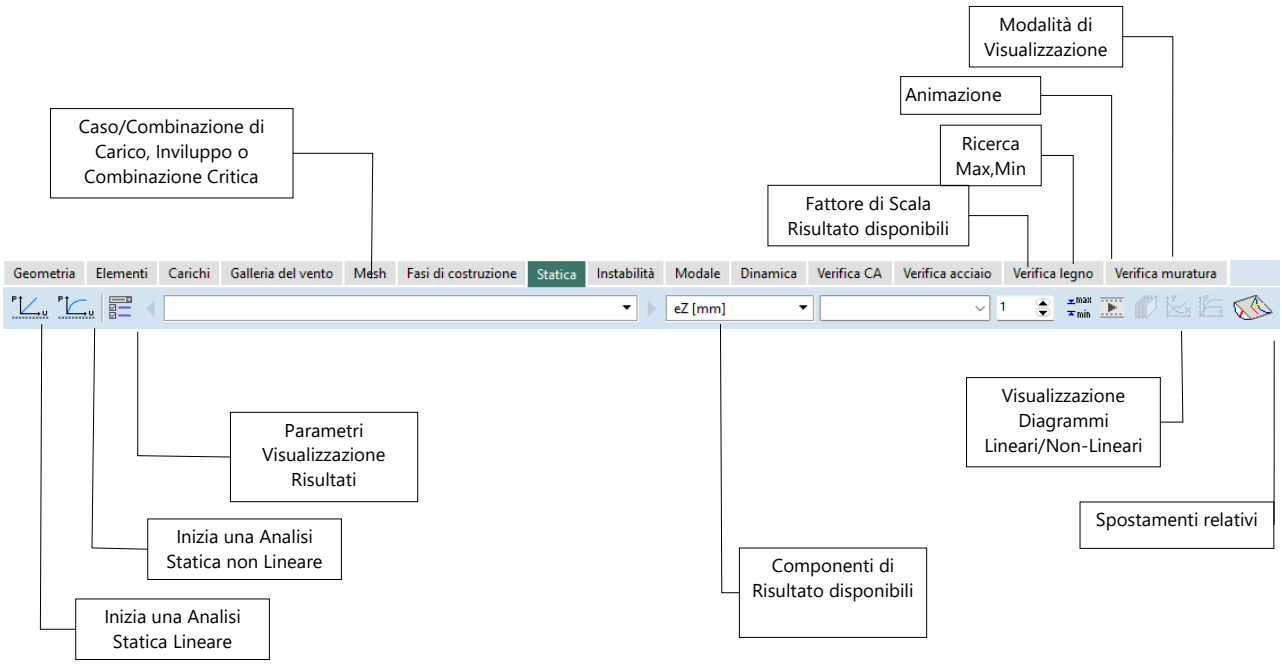
Nome	Parametri
Analisi:	Analisi modale (primo-ordine)
Caso di carico:	Co #1
Controllo soluzione:	
Numero di forme modali:	20
Criterio di convergenza:	
Numero max iterazioni:	30
Convergenza autovalore:	1E-10
Convergenza autovettore:	1E-5
Riduzione della rigidezza per l'analisi dello spettro di risposta:	Rigidezza ridotta
Incrementare la rigidità d'appoggio:	—
Convertire lastre in diaframmi:	—
Masse:	Converti carichi in masse
Masse concentrate:	—
Converti masse concentrate in carichi:	—
Includi le componenti di massa:	X, Y
Tipologia della matrice di massa:	Diagonale
Masse prese in considerazione:	Sopra un livello selezionato

6. Il Postprocessore

Statica	Visualizza i risultati dell'analisi statica (6.1
Instabilità	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in calcestruzzo armato (6.2)
Vibrazione	Visualizza i risultati di un'analisi delle vibrazioni. (6.3)
Dinamica	Visualizza i risultati dell'analisi di dinamica (6.4)
Progetto C.A.	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in C.A. (6.5)
Progetto acciaio	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in acciaio (6.6)
Progetto della trave in legno – modulo TD1	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in legno (6.7)
Progetto pannelli CLT – modulo CLT	Consente di visualizzare i risultati dell'analisi di progetto CLT (6.8)
Progetto delle pareti in muratura - modulo MD1	Progetto delle pareti in muratura (6.9)

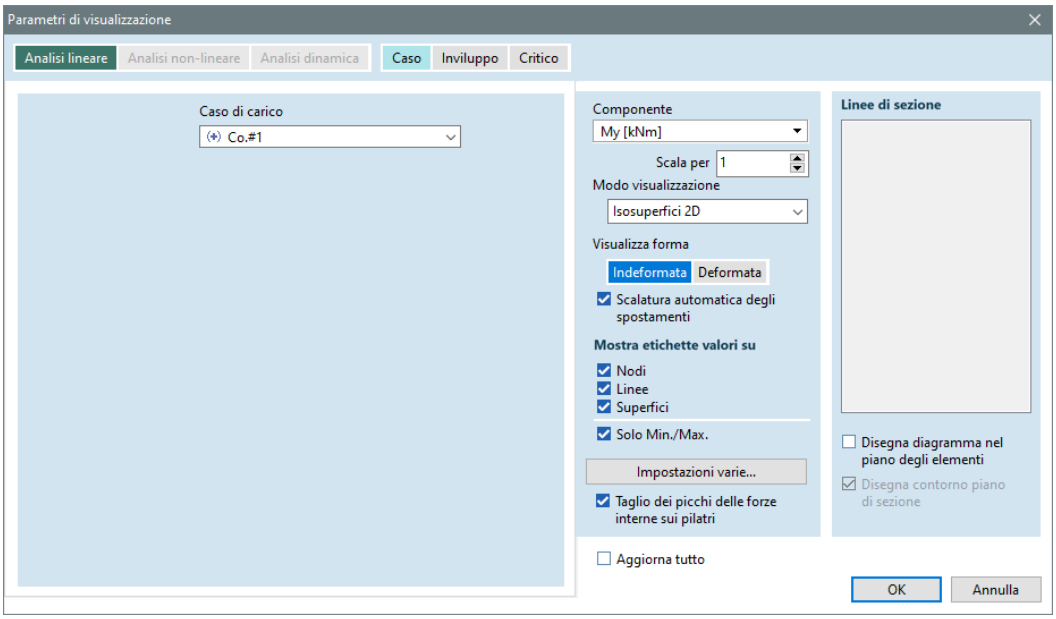
6.1. Statica

La barra **Statica** contiene gli strumenti per visualizzare e interpretare i risultati dell'analisi statica.



La larghezza delle caselle combo e il campo di modifica del fattore di ridimensionamento dei risultati può essere regolato separatamente su ciascuna scheda del postprocessore. Posiziona il mouse tra il controllo e il successivo controllo della barra degli strumenti. Il cursore cambierà a ⟺ e puoi regolare la larghezza del controllo. Per ripristinare le dimensioni predefinite fai clic su *Impostazioni/Barre degli strumenti sulla posizione predefinita*. Guarda anche *3.3.15 Toolbars alla posizione di default*

Analisi statica lineare	***Vedere...*** *5.1 Analisi Statica*
Analisi statica non-lineare	***Vedere...*** *5.1 Analisi Statica*
Visualizzazione risultati	Permette di impostare le opzioni di visualizzazione grafica dei risultati. Si possono selezionare i risultati di una combinazione / caso di carico o di una combinazione di carico critica.



La finestra dei parametri di schermo presenta le seguenti opzioni.

Tipo analisi

A seconda dell'analisi compiuta si possono selezionare i risultati di un'analisi statica lineare o non-lineare.

Ogni Tipo Analisi può essere ulteriormente definito.

Caso

Permette di visualizzare i risultati di qualunque caso/combinazione di carico.

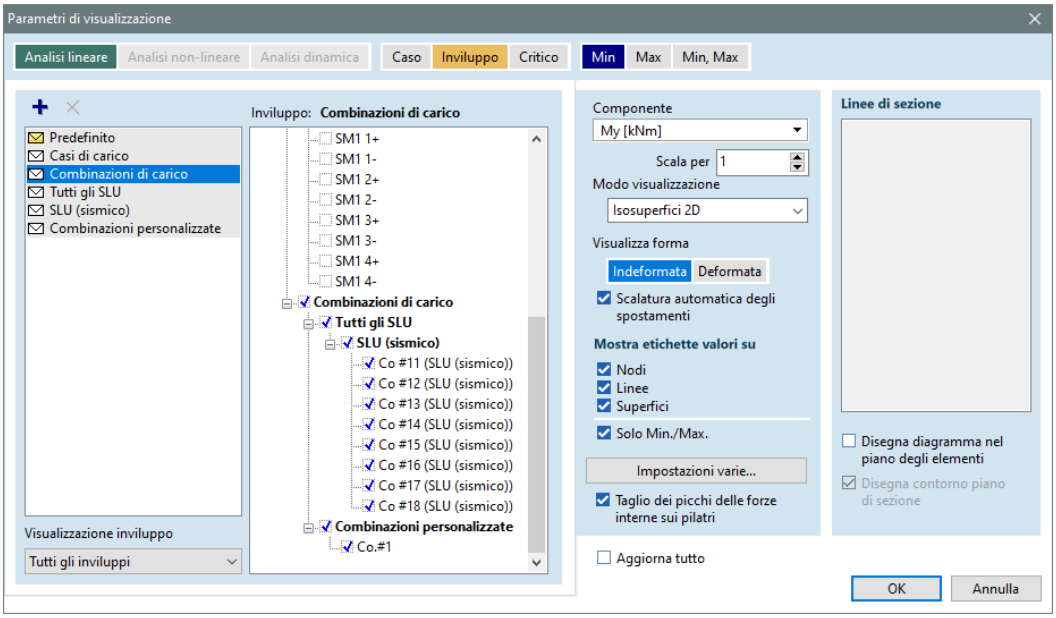
Inviluppo

Permette di visualizzare l'inviluppo dei risultati dalle combinazioni e/o casi di carico selezionati. Il programma cerca in ogni punto i valori minimo e massimo delle componenti di risultato selezionate.

Critico

Permette di generare le combinazioni di carico critico, in base alle definizioni dei gruppi di carico, per ogni posizione della componente di risultato selezionata.

Inviluppo



AXISVM permette di definire e utilizzare diversi inviluppi personalizzati. Sulla sinistra si trova un elenco delle dotazioni disponibili. Alcuni inviluppi di base vengono creati automaticamente (inviluppo di tutti i casi di carico, tutte le combinazioni di carico o alcuni tipi di combinazione (ad esempio SLU, SLS quasipermanente). La composizione dell'inviluppo selezionato viene visualizzata nella struttura dei casi di carico e combinazioni. La modifica della composizione di un inviluppo comporta la creazione di un nuovo personalizzato. Selezionando un inviluppo personalizzato e cliccando sul suo nome rende il nome modificabile.
Se la finestra principale di AXISVM è suddivisa in sotto-finestre un inviluppo differente può essere scelto per ogni sotto-finestra. Il nome del inviluppo selezionato viene visualizzato anche nella finestra di stato. I disegni e le tabelle della relazione contengono inoltre e visualizzano informazioni.



Creare una nuova busta personalizzata



*Eliminare una busta personalizzata (*solo le buste personalizzate possono essere eliminate)

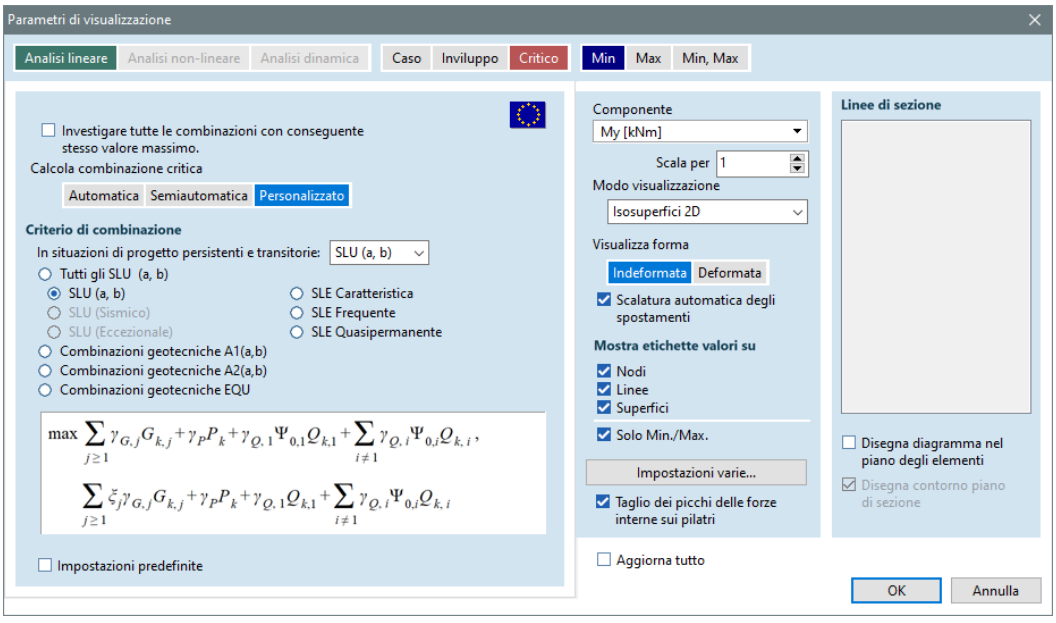
☞ ***La selezione multipla è attivata nella struttura dei casi di carico e combinazioni. Per selezionare o deselezionare un'intervallo continuo di casi di carico cliccare sul primo caso di carico all'interno della gamma (verrà selezionata) quindi Maiusc + clic sull'ultimo caso di carico della gamma.***

Inviluppi visualizzati

Selezionare gli inviluppi da visualizzare nell'elenco a discesa sotto l'elenco degli inviluppi. In questo modo è possibile controllare che gli inviluppi sono disponibili per la valutazione dei risultati nell'elenco a discesa dei casi di carico e combinazioni.

Solo l'inviluppo selezionato	Sola un inviluppo sarà disponibile che è quello attualmente selezionato.
Solo gli inviluppi personalizzati	Tutti gli inviluppi saranno elencati
Tutti gli inviluppi	Tutti gli inviluppi (di base e personalizzati) saranno elencati.

Critico



Visualizza valori

Se si è selezionato l'inviluppo o una combinazione di carico critica, si può scegliere tra le seguenti opzioni

Min + Max
Visualizza i valori minimo e massimo della componente di risultato corrente.

Min
Visualizza il valore minimo (con segno) della componente di risultato corrente.

Max
Visualizza il valore massimo (con segno) della componente di risultato corrente.

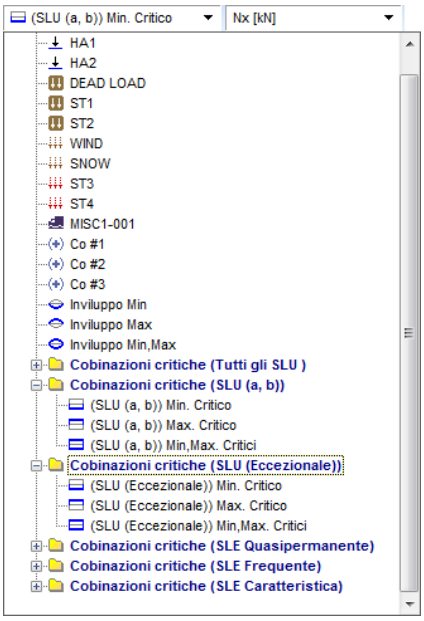
Analisi di tutte le combinazioni che portano allo stesso valore massimo

Per default questa opzione non è attiva. AXISVM considera solo le combinazioni che portano a valori estremi per ogni componente di risultato.
In certe norme tuttavia una combinazione che non produce alcun valore estremo può essere più sfavorevole. In questo caso attivare questa opzione. Nei moduli di verifica AXISVM costruirà tutte le possibili combinazioni e le controllerà secondo i requisiti nella norma utilizzata.

Dato che il numero di combinazioni può essere estremamente alto questa opzione è consigliata solo se la dimensione del modello e il numero di casi di carico sono piccoli.

Metodo di Combinazione

Se si sceglie l'opzione *Combinazioni Critiche Automatiche* AXISVM determina se la combinazione ULS (stato limite ultimato) o SLS (stato limite di servizio) è richiesta per il tipo di dato selezionato (spostamenti, sollecitazioni, ecc.).
Se si sceglie l'opzione *Combinazioni Personalizzate Min / Max / Min, Max* AXISVM i risultati di tutte i metodi di combinazione sono disponibili nella finestra di scelta per il tipo di dato selezionato (spostamenti, sollecitazioni, ecc.)
In caso di Eurocodice, SIA e altre norme basate su Eurocodice si può selezionare la formula per creare le combinazioni SLS.
Se l'opzione *Auto* è selezionata, tutti i calcoli di progetto sceglieranno la formula critica appropriata (ad esempio SLS frequenti per il calcolo della larghezza dell'apertura secondo EC-HU, SLS Caratteristico per i spostamenti di una struttura in legno, SLU per le forze e le sollecitazioni)



In modalità *Semi-automatica* AXISVM utilizza la combinazione ULS o SLS a seconda del tipo di calcolo, ma la formulazione per creare le combinazioni SLS può essere scelta.

Visualizza Forme

Indeformata
Visualizza la forma non deformata (configurazione originale) del modello.

Deformata
Visualizza la forma deformata del modello.

Ridimensionamento automatico degli spostamenti
Ridimensiona la deformazione reale mediante un fattore di scala automatico in modo che lo spostamento massimo sia rappresentato da 50 pixel. Questa deformazione prescritta è la base dell'ulteriore ridimensionamento del fattore di scala dei risultati. Senza questa opzione la base del ridimensionamento per fattore di scala dei risultati è la vera deformazione.

Modo di visualizzazione

Diagramma
Permette di visualizzare la componente di risultato corrente in forma di diagramma colorato. I valori numerici sono mostrati se è abilitata l'opzione Mostra Etichette Valori su.

Schema compilato
Simile al diagramma ma può essere campito in modo personalizzato (***vedere...*** *3.3.11 Preferenze/ Simboli grafici*)

Diagramma+valori medi
Questa modalità di visualizzazione è disponibile solo se vengono visualizzate le reazioni vincolari lineari. Se viene selezionata questa modalità, i diagrammi delle reazioni vincolari lineari sono aumentati con la visualizzazione del valore medio. Il valore medio è fatto su appoggi continui. I vincoli sono considerati continui se hanno la stessa rigidità e il loro angolo è infinitesimo.

Linea di sezione
Consente di visualizzare la componente di risultato corrente nelle linee e / o piani della sezione attiva in un diagramma. I valori numerici vengono visualizzati se l'opzione Mostra valore etichette è attiva.

Linea di sezione piena
Simile alla linea di sezione ma può essere campita in modo personalizzato (vedere le impostazioni per il diagramma compilato, ***vedere...*** *3.3.11 Preferenze/ Simboli grafici*)

Isolinee (curve di livello)
Permette di visualizzare la componente di risultato corrente sotto forma di curve di livello colorate. I valori rappresentati dalle isolinee sono specificati nella finestra Legenda Colori. I parametri della finestra Legenda colori possono essere impostati come descritto nel paragrafo Finestre di Informazioni. I valori numerici sono mostrati se è abilitata l'opzione *Mostra Etichette Valori su*.

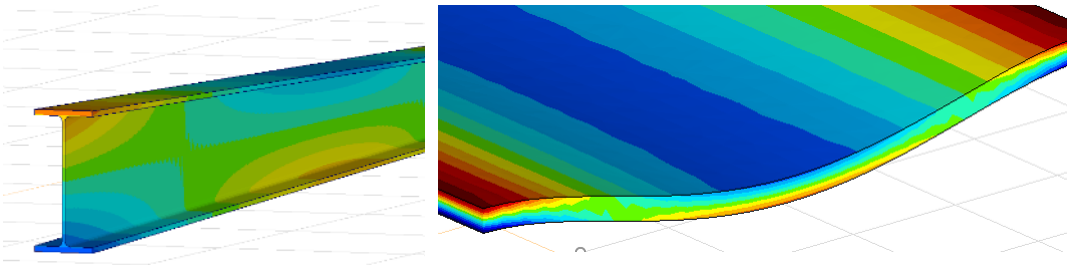
Isosuperfici
Permette di visualizzare la componente di risultato corrente sotto forma di curve di livello piene colorate. Gli intervalli rappresentati dalle isosuperfici sono specificati nella finestra Legenda Colori. I parametri della finestra Legenda colori possono essere impostati come descritto nel paragrafo

Finestre di Informazioni. I valori numerici sono mostrati se è abilitata l'opzione *Mostra Etichette Valori su*. ***Vedere...*** *2.19.4 Finestra Legenda Colori*

Modello solido

Questa modalità visualizza i risultati su una vista renderizzata del modello. È particolarmente adatto per visualizzare la distribuzione delle tensioni all'interno delle sezioni trasversali delle travi o per visualizzare simultaneamente i valori superiori e inferiori delle tensioni superficiali, delle armature o della larghezza delle fessure.

Per le impostazioni della modalità di visualizzazione ***vedere...*** *3.3.11.10 Visualizzazione*



Nessuno

La componente di risultato corrente non è visualizzata.

Linee di sezione

É possibile definire linee di sezione, piani e segmenti che intersecano le superfici. Se si seleziona la visualizzazione con Linee di sezione, le sollecitazioni saranno disegnate solo sulle linee attive di sezione (selezionate). Il simbolo dei piani di sezione può essere mostrato abilitando la casella di controllo di visualizzazione del contorno di piano. Attivando l'opzione Disegna diagramma nel piano degli elementi cambia l'aspetto di tutti i diagrammi di sezione. Per cambiare questo parametro singolarmente utilizzare la finestra per le linee di sezione. ***Vedere...*** *2.16.18 Linee di Sezione*

Componente

Permette di selezionare la componente di risultato da visualizzare.

Scala per

Permette di impostare la scala di disegno del diagramma. IL valore predefinito è 1, quando la massima ordinata è rappresentata con 50 pixel.

Mostra etichette valori su

Nodi

Scrive ai nodi i valori della componente di risultato corrente.

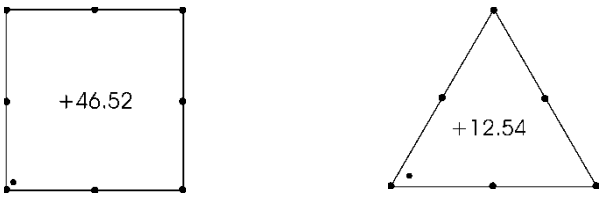
Linee

Scrive sugli elementi lineari i valori (medi se applicabile) della componente di risultato corrente.

Tutte le superfici

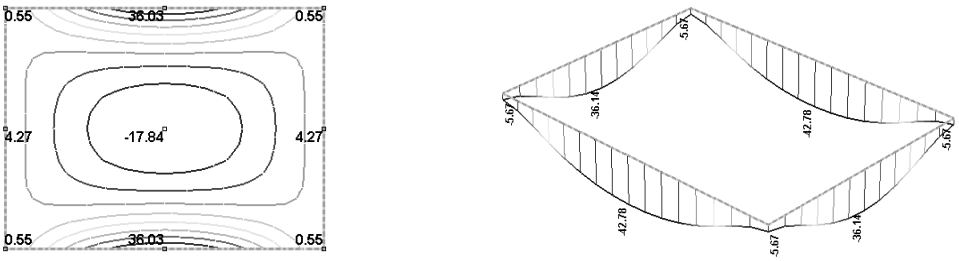
Scrive sugli elementi bidimensionali i valori della componente di risultato corrente.

Viene visualizzato il valore assoluto massimo dei nove valori calcolati ai nodi di ogni elemento, e il nodo corrispondente è segnato con un piccolo cerchio nero.



Solo min/max

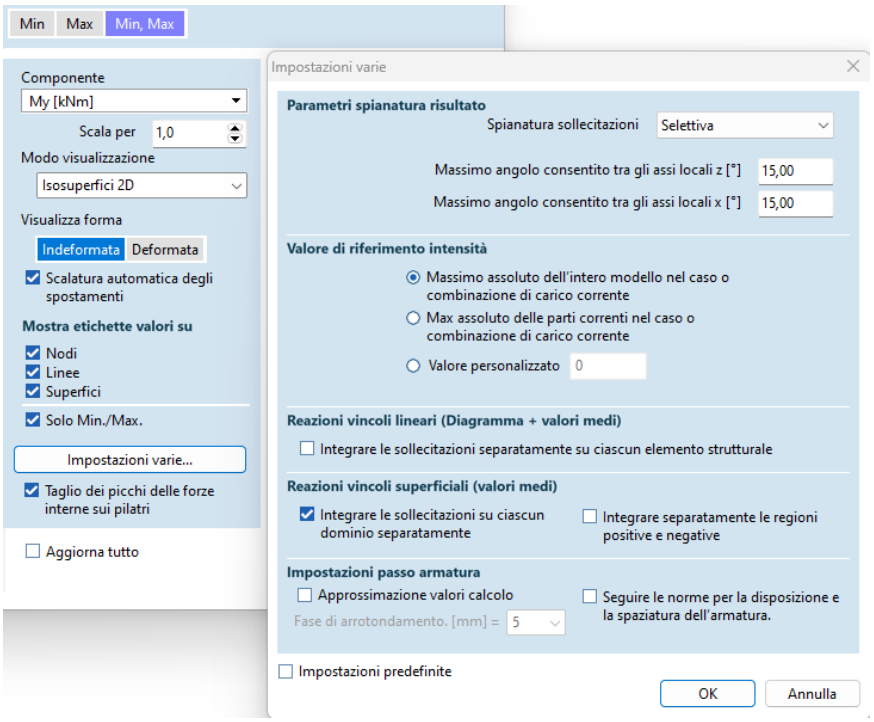
Riporta solo il valore minimo/massimo locale delle componenti di risultato ai nodi, alle linee e alle superfici.



componente my del momento componente Rz della reazione vincolare

☞ ***Se le etichette si sovrappongono il disegno può essere reso più chiaro selezionando Prevenire la sovrapposizione delle etichette*** (*2.16.21 Opzioni di visualizzazione*)

Dopo avere fatto clic su *Impostazioni varie...* sono disponibili le seguenti opzioni:



Parametri di smorzamento dei risultati

Nessuna
I valori delle sollecitazioni negli elementi bidimensionali calcolate ai nodi non vengono mediati.

Selettivo
I valori delle componenti di forza interne degli elementi superficiali calcolati ai nodi vengono mediate in modo selettivo, a seconda dei sistemi di coordinate locali, delle condizioni d'appoggio e dei carichi degli elementi collegati ai un nodi.
Il software prevede i casi tipici, quando è previsto un picco delle forze interne dovute ai carichi e alle condizioni d'appoggio (ad es. il gradino delle forze di taglio interne all'appoggio interno della linea). In questi nodi il software non procede allo smussamento.
Se i sistemi di coordinate locali dei domini di collegamento sono diversi, lo smussamento viene eseguito ai nodi dei bordi di collegamento solo se l' angolo tra gli assi x o z locali non è superiore ai valori specificati nelle impostazioni.

Tutte le superfici
I valori di tutte le sollecitazioni negli elementi bidimensionali calcolate ai nodi vengono mediati.

Forze interne dell'appoggio lineare

Vedere... *6.1.14 Reazioni Appoggio Elastico*

Forze interne dell'appoggio di superficie

Vedere... *6.1.14 Reazioni Appoggio Elastico*

Impostazioni per la spaziatura delle barre

Controllare i valori calcolati e la fase di arrotondamento per rendere i valori calcolati più realistici. Le seguenti regole di disposizione delle armature per la spaziatura sono opzionali.

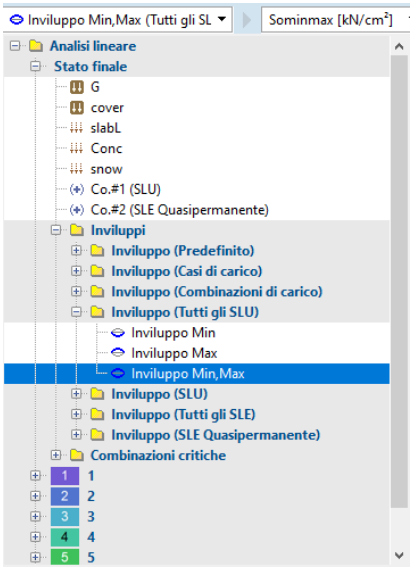
Valore di riferimento intensità

Permette di visualizzare la variazione della componente di sollecitazione corrente negli elementi bidimensionali sotto forma di curve di livello colorate. I valori numerici sono mostrati se è abilitata l'opzione *Mostra Etichette Valori su.*
La variazione dell'intensità della componente di forza interna della superficie corrente mostra la variazione come percentuale del valore di riferimento qui impostato. ***Vedere...*** *6.1.13 Sollecitazioni Elementi Bidimensionali*

Taglio dei picchi delle forze interne sopra i pilastri

Se la mesh su un dominio è stata creata con l'opzione Adatta la mesh alle teste dei pilastri I picchi delle forze interne possono essere mediati e tagliati (ad eccezione delle forze di taglio che sono impostate a zero all'interno del perimetro della colonna) sulle teste dei pilastri attivando questa opzione. ***Vedere...*** *6.1.13 Sollecitazioni Elementi Bidimensionali*

Selezione della condizione da presentare



È possibile scegliere un caso di carico da presentare dall'elenco a discesa:

- Caso di carico, Combinazione di carico
- Incremento k-mo dell'analisi non lineare
- Visualizza l'inviluppo
- Combinazione critica

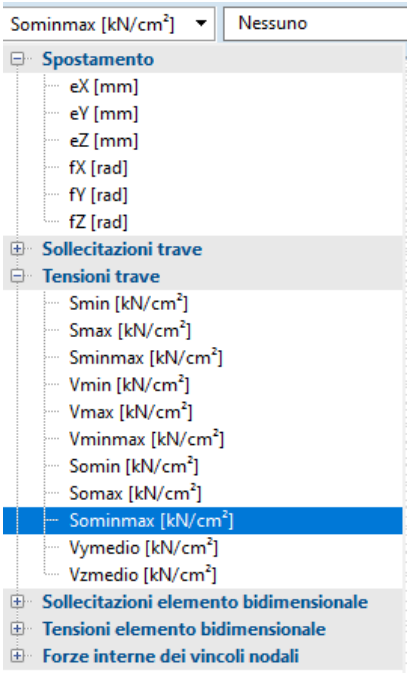
Le fasi di costruzione e lo stato finale sono visualizzati come nodi indipendenti nell'albero dei casi di carico. I risultati delle fasi di costruzione e dello stato finale possono essere tracciati ed elencati separatamente.



Le frecce a sinistra e a destra dell'elenco a tendina consentono di passare da una fase di costruzione all'altra mantenendo il caso di carico selezionato.

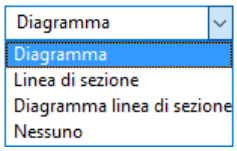
Componente di Risultati

Si può selezionare una componente di risultato dalla lista a tendina per visualizzare:



La componente *MyD è calcolata solo in determinati casi, consultare la sezione* 6.1.11 Sollecitazioni Nervatura

Modo di visualizzazione



Si può selezionare un modo di visualizzazione dal menu a tendina:

Diagramma
Diagramma campito
Linea di Sezione
Linea di sezione campita
Isolinea
Isosuperficie 2D
Isosuperficie 3D
Nessuno

Se è selezionato l'inviluppo Min+Max o una combinazione di carico critica, Le modalità Isolinea e Isosuperficie non possono essere selezionate.

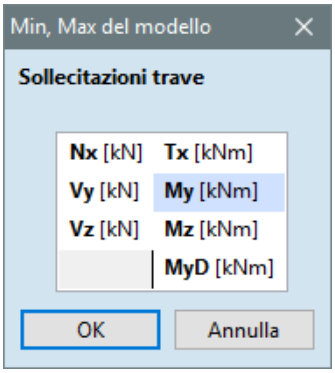
Scala per 3.5

Permette di scalare la visualizzazione dei diagrammi.

6.1.1. Valori minimo e massimo



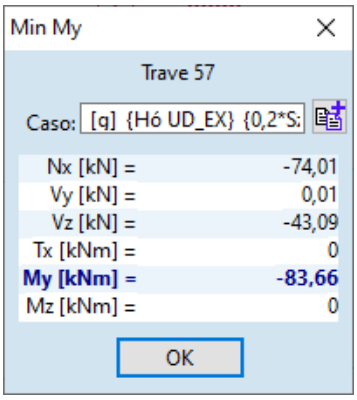
Permette di cercare il valore minimo e massimo della componente di risultato corrente. Se si sta lavorando su parti, la ricerca sarà limitata alle parti attive.
AXISVM segnerà tutte le ricorrenze del valore massimo/minimo.
Usi Utilizzando la funzione in modalità *Drone* (***vedere...*** *2.16.16 Modalità drone*) invia il drone al primo elemento trovato.



☞ ***Se vengono mostrati i valori estremi questi sono riferiti solo agli elementi selezionati***

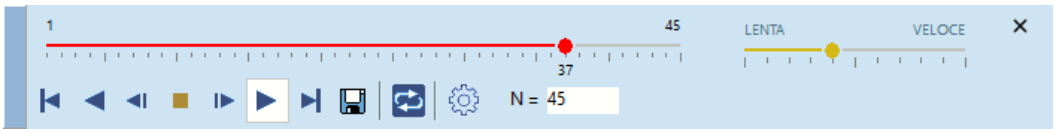


Se questa funzione viene utilizzata quando vengono visualizzate le combinazioni critiche, la combinazione reale critica che causa lo spostamento massimo, può essere aggiunta a un elenco cumulativo sulla clipboard (non apparirano duplicati).
Le combinazioni in questo elenco possono essere aggiunte alla tabella delle combinazioni di carico.
Vedere... *4.10.2 Combinazione di Carico*



6.1.2. Animazione





La barra degli strumenti di animazione può eseguire un'animazione dei risultati nella finestra attiva nelle schede *Statica, Instabilità, Modale, Dinamica* e in tutte le schede di progettazione, visualizzando gli spostamenti, le forze interne e le forme di modo in forma animata (fotogramma per fotogramma). L'animazione dei risultati lineari consiste in una sequenza di telai che sono generati dall'interpolazione lineare tra i valori iniziali (telaio 0) e i valori attuali della componente di risultato corrente (telaio *n*), in base al numero di telai *(n)*. L'animazione dei risultati non lineari o dinamici genera fotogrammi dai risultati dei singoli incrementi.
Dopo aver scelto l'opzione *Deformata* come *forma di visualizzazione* nelle opzioni di *visualizzazione dei Risultati*, l'animazione aiuta a vedere la deformazione.
Il processo di generazione può essere annullato premendo **Esc.**
L'interfaccia poi riprodurrà l'animazione alla velocità impostata sul cursore giallo e secondo la modalità di riproduzione scelta.



Punto di partenza
Imposta la posizione al primo fotogramma dell'animazione.



Riproduzione all'indietro
Riproduce i fotogrammi dell'animazione in ordine inverso.



Fotogramma precedente dell'animazione
Si sposta al fotogramma precedente.



Stop
Interrompe l'animazione.



Fotogramma successivo dell'animazione
Passa al fotogramma successivo.



Play
Riproduce i fotogrammi dell'animazione.



Punto finale
Imposta la posizione all'ultimo fotogramma dell'animazione.



File video
Riproduce l'animazione generando i fotogrammi e salvandoli come file video.
Il file AVI richiede un programma di riproduzione video (ad esempio Media Player), mentre la GIF animata può essere riprodotta nella maggior parte dei browser web (ad esempio Chrome).



Riproduci una volta
L'animazione si ferma al fotogramma finale.



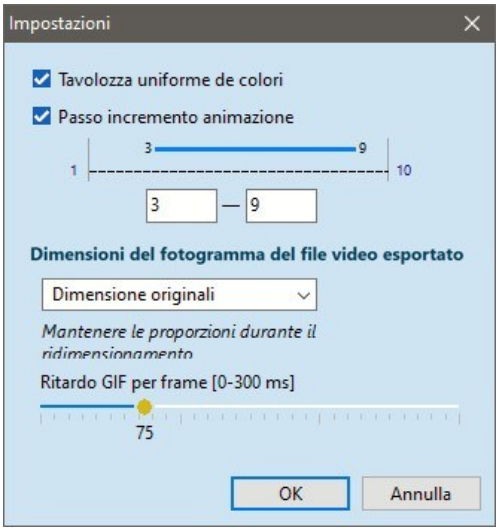
Riproduzione unidirezionale
L'animazione viene riproddotta quando si raggiunge il fotogramma finale.



Riproduzione bidirezionale
Riproduce l'animazione alternativamente in avanti e indietro



Il contenuto della finestra di dialogo *Impostazioni* dipende anche dal tipo di risultato.



Regolare i colori per ogni fotogramma
Aggiorna i colori per coprire l'intervallo tra i valori minimi e massimi in base alle impostazioni della legenda dei colori.

Animare il sottocampo di incremento
In caso di analisi non lineare o dinamica, l'animazione può essere limitata a un sottoinsieme di incrementi.

Legenda colori
L'impostazione corretta dei colori può richiedere il calcolo del minimo/massimo complessivo della componente del risultato visualizzato, che può richiedere molto tempo per un'analisi dinamica con un numero elevato di incrementi. La scelta della prima opzione stima il minimo e il massimo dagli incrementi utilizzati per generare i fotogrammi.

Dimensione del fotogramma del file video esportato
Le opzioni disponibili sono: la dimensione originale della finestra attiva, scalata di una percentuale (Zoom), una larghezza o un'altezza dell'immagine predefinita o personalizzata.
In tutti i casi, il ridimensionamento conserva il rapporto di aspetto dell'immagine.

Ritardo GIF per frame [0-300 ms]
La velocità di riproduzione dell'animazione salvata in formato GIF dipende dal numero di fotogrammi impostato. Per regolare con precisione la riproduzione dell'animazione, utilizzare il cursore per regolare il ritardo tra i fotogrammi.

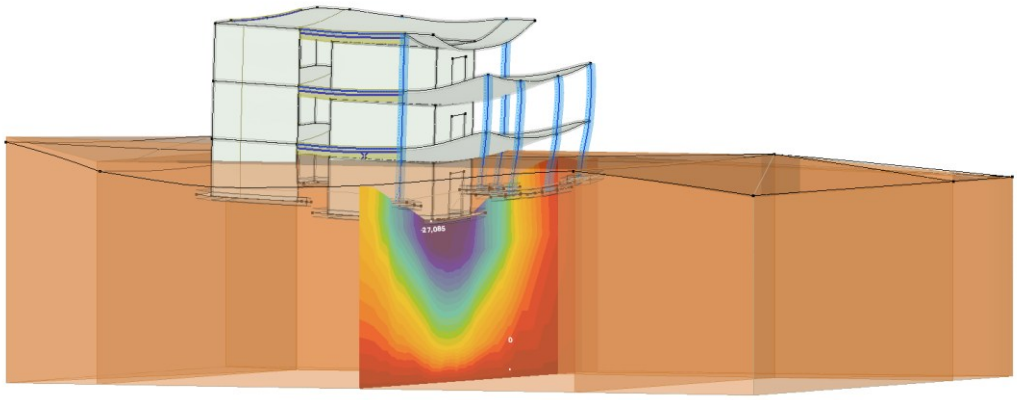
6.1.3. Animazione dei risultati della sezione del suolo



Se le deformazioni o le sollecitazioni del terreno sono visualizzate sui piani di sezione nella modalità di visualizzazione dei risultati delle sezioni (è richiesto il modulo SOIL), i piani di sezione possono essere spostati in modo interattivo, animati e l'animazione può essere salvata in formato GIF animate o PNG.

La barra degli strumenti dell'animazione funziona come in Animazione (***vedi...*** *6.1.2 Animazione*), ma qui il piano di sezione può essere selezionato da un elenco a discesa.

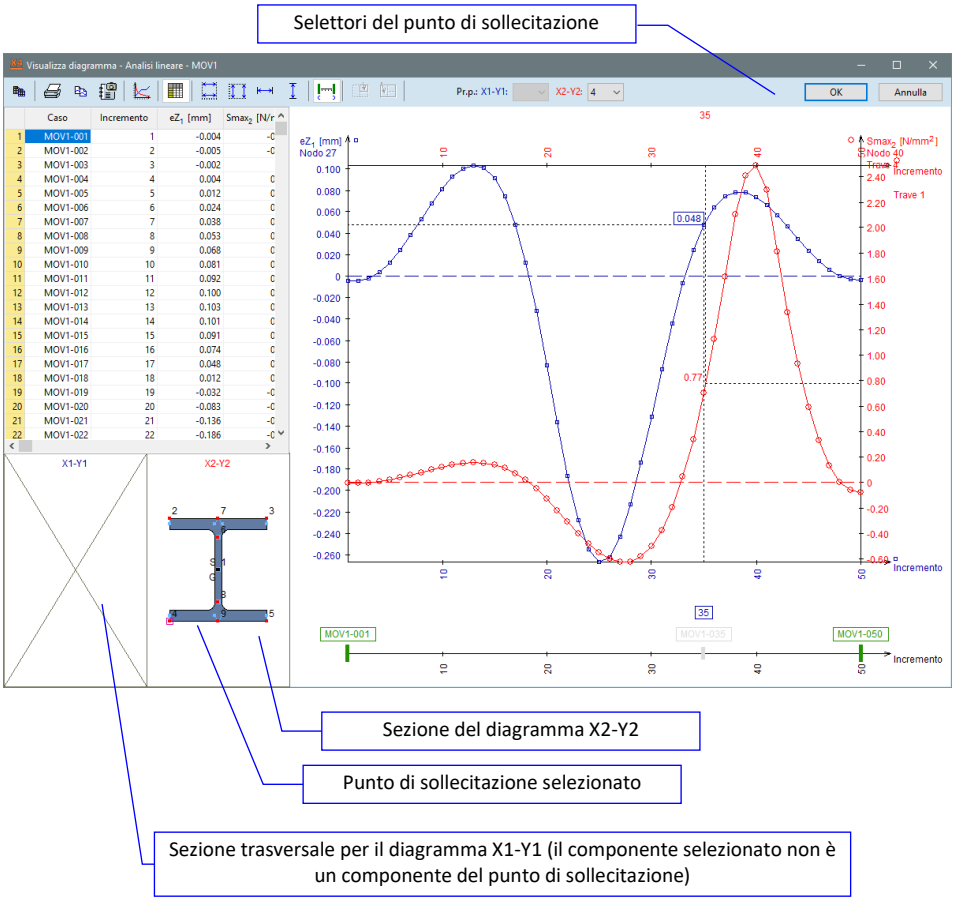
La posizione del piano di sezione può essere impostata trascinando il cursore o modificando il campo x, dove x è la distanza dalla posizione originale del piano di sezione misurata lungo la sua normale.



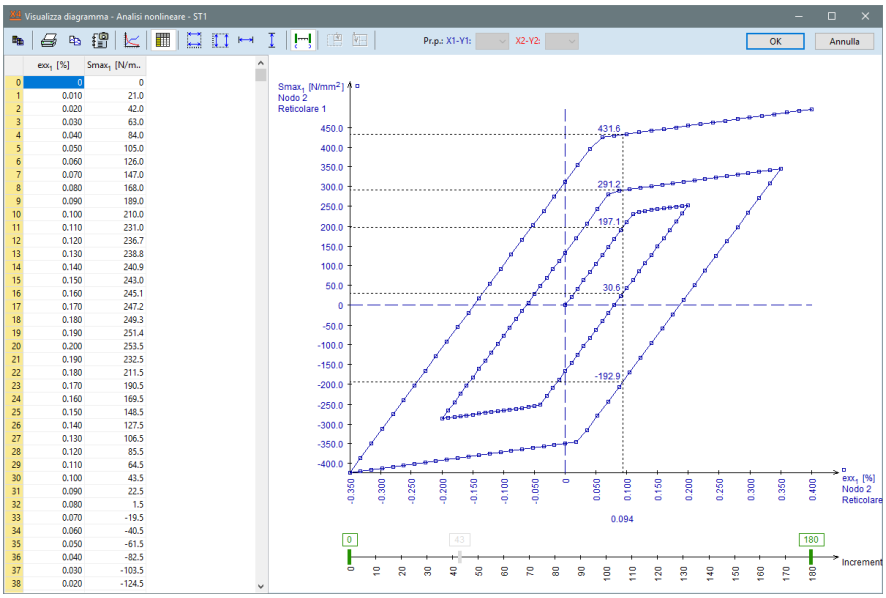
6.1.4. Visualizzazione Diagramma



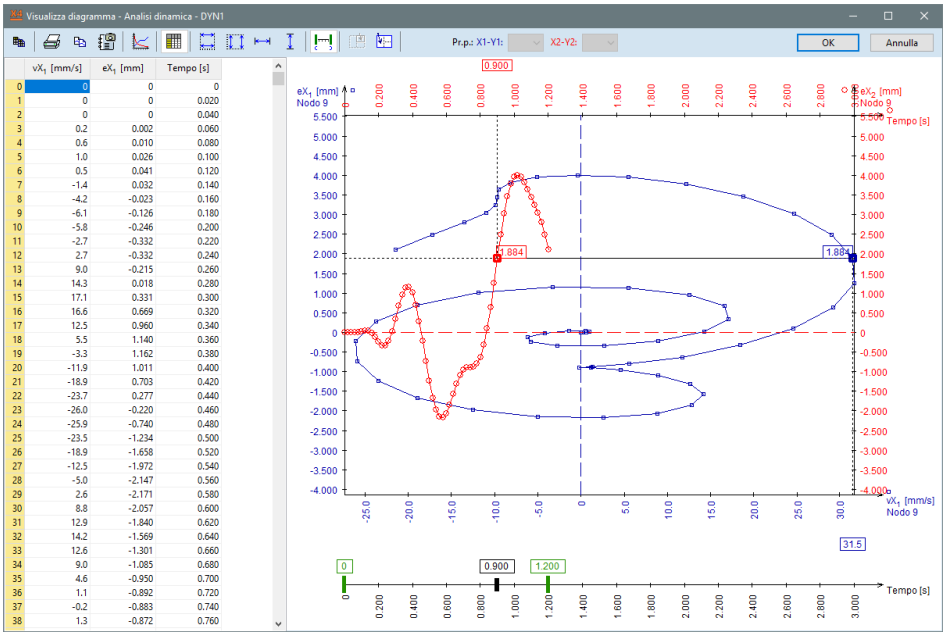
Questa finestra di dialogo visualizza i risultati lineari, non lineari o dinamici sotto forma di diagrammi. Possono essere visualizzati due diagrammi contemporaneamente.
Ogni diagramma ha un componente di risultato sul proprio asse X e Y. I punti che rappresentano il valore consecutivo delle coppie sono collegati. La lettura delle coordinate può essere modificato trascinando le linee tratteggiate o la linea nera nella traccia della barra. I punti del diagramma possono essere visualizzati in una tabella e esportati in Excel attraverso copia/incolla .
In caso di analisi lineare tutti i casi di carico, tutte le combinazioni di carico, tutte le fasi di un carico mobile o tutte le componenti di un inviluppo sono visualizzabili a seconda del caso selezionato nella finestra principale.
Se viene selezionata una componente risultante relativa a punti di sforzo, viene visualizzata la sezione trasversale, e può essere selezionato un punto di sforzo specifico o il valore min / max della sezione trasversale.



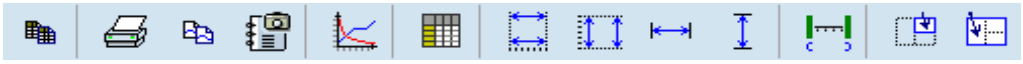
In caso di analisi non lineare possono essere visualizzate tutti tutti gli incrementi dell'analisi o tutte le componenti dell'inviluppo.



In caso di analisi dinamica il trackbar inferiore mostra il tempo invece dei numeri di incremento.



Toolbar





Copia le celle selezionate negli Appunti

Se la tabella è visibile le sue celle selezionate vengono copiate negli Appunti.



Stampa disegno

Stampa il diagramma (e la tabella se è visualizzata)



Copia negli Appunti

Copia il diagramma negli Appunti.



Aggiungi l'immagine nella galleria

Salva il disegno nella galleria immagine per renderlo disponibile per i report



Parametri diagramma

I componenti da visualizzare possono essere selezionati dal menu a tendina.
Dopo che è stato scelto un componente facendo clic sul pulsante Node ci permette di selezionare il nodo in cui viene letto il risultato.
Il diagramma *x1-y1* viene evidenziato in colore blu, con i punti e le etichette sugli assi a sinistra e in basso.
Il diagramma *x2-y2* viene evidenziato in color rosso, con i punti e le etichette sugli assi a destra e in alto.
Dopo aver attivato *Mostra segnalatori*, i punti vengono segnati con piccoli rettangoli.

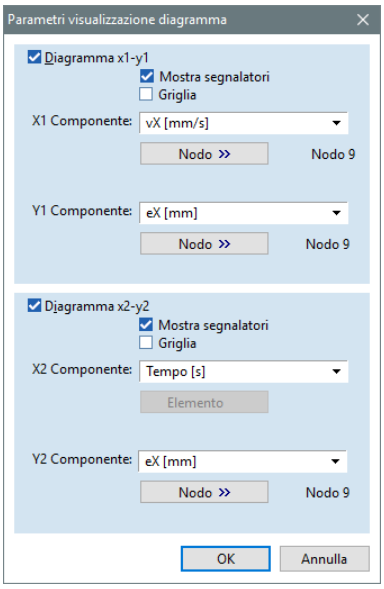




Tabella
Attivare / dissativare la tabella che visualizza i valori numerici.



Stesso intervallo sui due assi X

Se viene scelto lo stesso componente-X per i due assi orizzontali, i loro intervalli possono essere impostati per lo stesso.



Stesso intervallo sui due assi Y

Se viene scelto lo stesso componente-X per i due assi orizzontali, i loro intervalli possono essere impostati per lo stesso.



Adattare la vista in direzione X

Imposta l'intervallo orizzontale tra il valore minimo e massimo di X.



Adattare la vista in direzione Y

Imposta l'intervallo verticale tra il valore minimo e massimo di Y.



Controllo dell'Intervallo

Attiva/disattiva il controllo dell'intervallo con l'aiuto delle tacche scorrevoli vizualizzate al fondo della finestra di dialogo in color verde. Trascinandole cambia la visualizzazione dell'intervallo di incrementi o di tempo.



Carica la finestra di carico selezionata, la combinazione di carico, l'incremento o il tempo nella finestra attiva (disponibile solo in modalità multi-finestra).

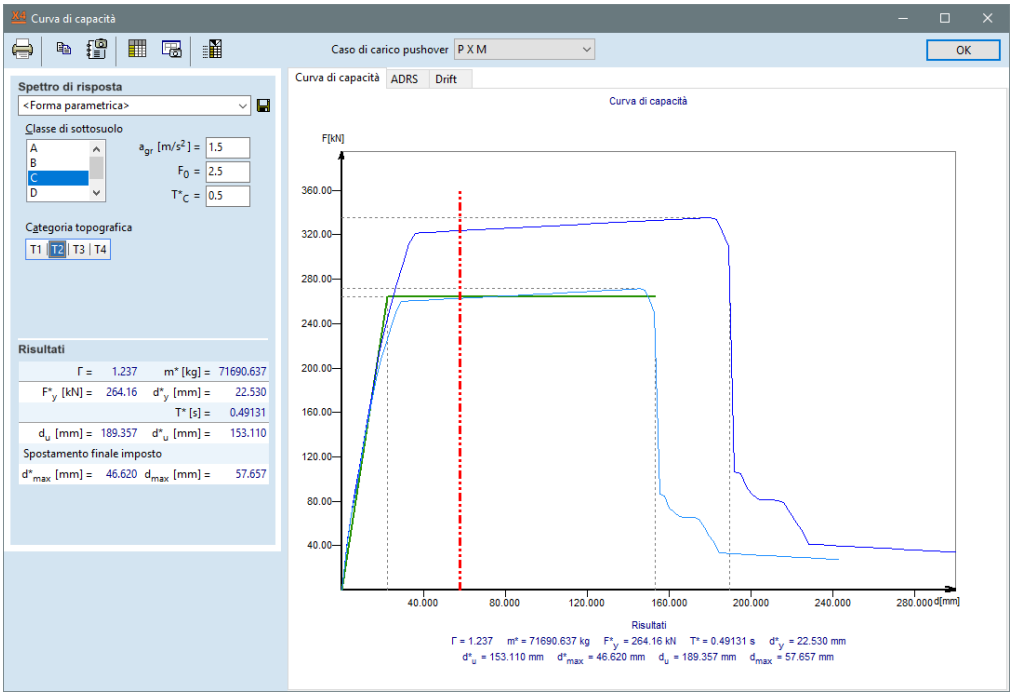


Carica la finestra di carico scelta, la combinazione di carico, l'incremento o il passo del tempo alla finestra.

6.1.5. Le curve di capacità Pushover



Questa finestra di dialogo è attiva solo se i risultati delle analisi pushover sono disponibili e aiuta l'utente a determinare la curva di capacità e lo spostamento finale a seconda delle caratteristiche del sisma.
Una tendina sulla parte superiore della finestra di dialogo consente all'utente di selezionare il caso di carico pushover da analizzare.
I risultati sono basati su uno spettro di risposta in accelerazione-spostamento con proprietà specificate sul lato sinistro della finestra di dialogo. Questi sono identici alle proprietà degli spettri di risposta utilizzati per carichi sismici (***Vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*). I principali risultati dei calcoli vengono visualizzati sia sulla parte inferiore sinistra della finestra sia sotto i diagrammi.
L'impostazione predefinita di dialogo mostra una curva di capacità sia per il sistema reale a più gradi di libertà (MDOF), sia una per il sistema equivalente a un grado di libertà (SDOF). La curva celeste è la curva di capacità del sistema equivalente ad un grado di libertà (SDOF). Ha la stessa forma della curva blu per il sistema reale a più gradi di libertà (MDOF). I suoi punti sono un risultato della divisione dei valori di forza e di spostamento corrispondenti della curva MDOF per Γ. Le coppie di punti consecutive sono vicendevolmente collegati.
Generalmente il punto finale di entrambe le curve di capacità è il punto corrispondente al massimo spostamento (diviso per Γ per la curva SDOF) stabilito dall'utente all'inizio dell'analisi statica non lineare.
La curva risultante sulla figura sottostante mostra che la struttura è in grado di sopportare ancora di più, dal momento che la forza di taglio della base (asse verticale) aumenta mentre aumentano anche gli spostamenti. Il valore massimo della forza di taglio può essere determinato solo se viene specificato uno spostamento target sufficientemente grande quando si esegue l'analisi di spostamento non lineare (pushover).

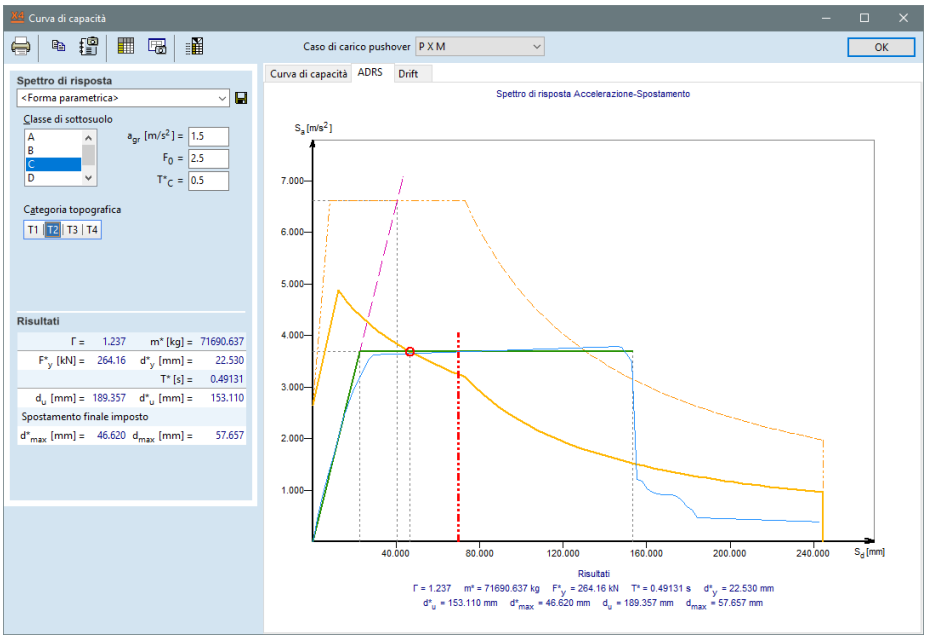


6.1.5.1. La curva di capacità secondo l'Eurocodice 8

Tutti i risultati sono basati sul metodo N2 (vedere 11.32) raccomandato nell'Appendice B dell'Eurocodice 8. La relazione bilineare forza-spostamento per il sistema SDOF (curva verde) è calcolato prendendo la forza verso lo spostamento limite (dt*) come la forza che corrisponde alla forza di plasticizzazione (Fy *) e la definizione di spostamento di plasticizzazione (*dy) utilizzando il principio dell'energia di deformazione equivalente.
La linea verticale rossa indica il 150% dello spostamento finale secondo l'Eurocodice 8 (4.3.3.4.2.3).
Generalmente se la capacità di deformazione della struttura è superiore a questo livello (lo stile della linea è tratto-punto) soddisfa i requisiti di capacità di deformazione, in caso contrario (lo stile della linea è continuo) non soddisfa tali requisiti.

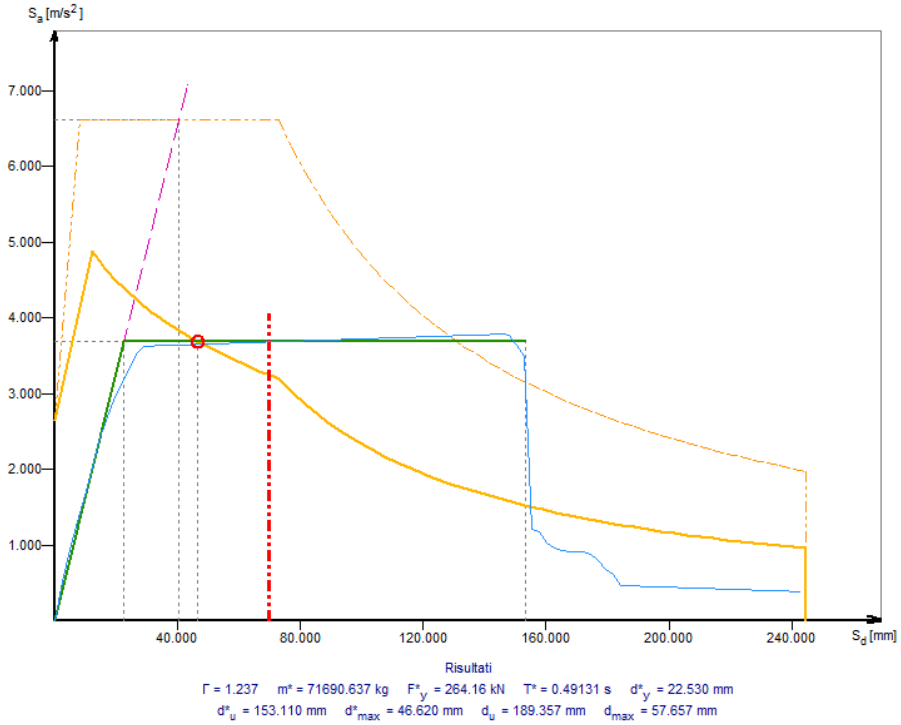
6.1.5.2. La curva di capacità secondo la normativa Italiana

La definizione della relazione bilineare forza-spostamento del sistema SDOF nella normativa italiana differisce dalla versione attuale dell'Eurocodice. Secondo la normativa italiana lo spostamento ultimo del sistema bilineare (dm*) è definito dallo spostamento che corrisponde al 85% della resistenza massima del sistema strutturale. Questo livello di carico deve essere raggiunto in modo decrescente dopo che si è raggiunto il carico massimo. A patto che questo criterio sia soddisfatto, il software mostra un messaggio di errore e mostra la curva di capacità solo con una linea di riferimento mostrando il livello di carico corrispondente al 85% della resistenza massima.
Una volta che il criterio è soddisfatto, la parte elastica della relazione billineare è definita imponendone il passaggio per il punto corrispondente al 60% della resistenza massima della struttura sul lato ascendente della curva di capacità. La forza di plasticizzazione (Fy*) è calcolata utilizzando il principio dell'energia di deformazione equivalente.
Una linea verticale di color rosso indica il 150% dello spostamento ultimo (dt) calcolato utilizzando gli spettri anelastici ADRS. Generalmente se la capacità di deformazione della struttura è superiore a questo livello (lo stile della linea è tratto-punto) soddisfa i requisiti di capacità di deformazione, in caso contrario (lo stile della linea è continuo) non soddisfa tali requisiti.



6.1.5.3. L'accelerazione-spostamento dello spettro di risposta.

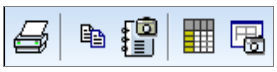
L'accelerazione-spostamento dello spettro di risposta (ADRS) è visualizzabile nella scheda ADR sulla finestra di dialogo. Entrambi gli spettri elastici (linea tratteggiata gialla), ed anelastici (linea gialla) ADRS, la curva di capacità del sistema equivalente (linea blu) e le curve di capacità bilineare (linea verde) sono indicati in tale finestra.
La linea in rosso evidenzia lo spostamento massimo imposto dalla normativa. L'intersezione tra la curva di capacità del sistema equivalente e lo spettro anaelastico corrisponde allo spostamento ultimo e viene contrassegnato da un cerchio rosso. La linea tratteggiata viola rappresenta un'approssimazione elastica basata sulla rigidezza iniziale della bilineare equivalente.



Risultati Le variabili segnate da un asterisco (*) rappresentano il comportamento del sistema SDOF, mentre gli altri corrispondono al sistema MDOF.

Γ	Fattore di trasformazione per le caratteristiche di calcolo SDOF
m^*	Massa del sistema equivalente SDOF
F_y^*	Forza di taglio alla base relativa allo spostamento d_m^* del sistema equivalente SDOF e forza di plasticizzazione della relazione forza spostamento elastica-perfettamente plastica.
d_m^*	Spostamento ultimo della relazione bilineare idealizzata forza spostamento (non necessariamente lo spostamento ultimo del sistema SDOF dovuto alla procedura iterativa del metodo N2)
d_y^*	Spostamento di plasticizzazione della relazione bilineare idealizzata forza spostamento
T^*	Periodo naturale del sistema equivalente SDOF
d_{et}^*	Spostamento limite del sistema equivalente SDOF con periodo T^* e comportamente indefinitamente elastico
d_t^*	Spostamento limite del sistema equivalente SDOF considerando un comportamento anelastico Esso rappresenta la fine della curva verde di capacità bilineare
d_t	Spostamento limite del sistema MDOF considerando un comportamento anelastico

Toolbar





Stampa disegno
Stampa il diagramma corrente



Copia negli Appunti

Copia il diagramma negli Appunti.



Aggiungi l'immagine nella galleria

Salva il disegno nella galleria immagine per renderlo disponibile per i report



Tabella
Attivare / disattivare la tabella che visualizza i valori numerici.

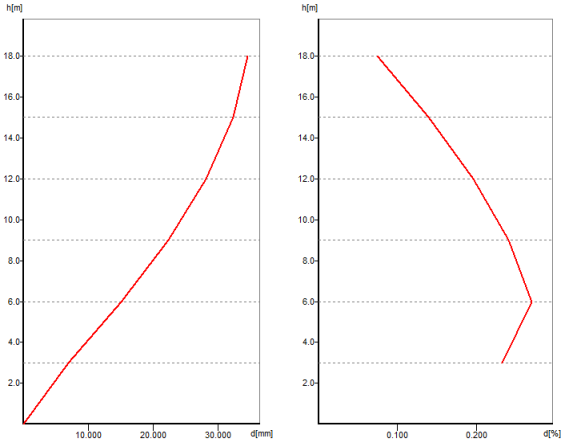


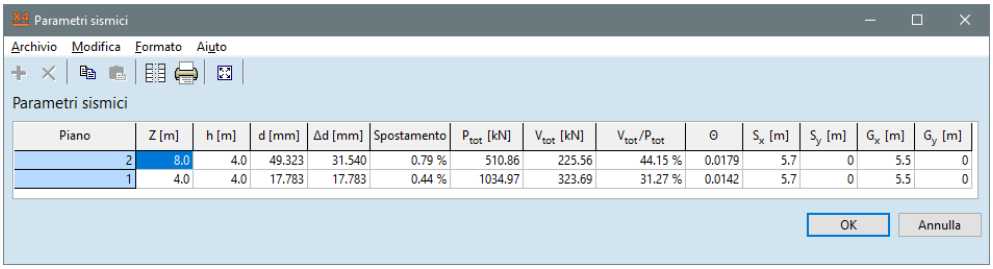
Aggiungi l'immagine nella Libreria Immagine

Salva il disegno nella *Libreria Immagine* per renderlo disponibile per i report.

6.1.5.4. Drift

Nella scheda *Drift* vengono visualizzati i diagrammi di spostamento assoluto e relativo del piano (drift interpiano). Il diagramma di drift assoluto mostra lo spostamento orizzontale del centro di gravità dei piani relativi al suolo. Il diagramma relativo mostra il drift interpiano espresso come percentuale dell'altezza del piano. Quest'ultimo schema aiuta a verificare se la struttura soddisfa i requisiti limite imposti dall'Eurocodice 8.
Cliccando sul pulsante *Parametri sismici* sulla barra degli strumenti i valori numerici possono essere visualizzati in una tabella insieme con i parametri sismici dei piani.





Piano	Z [m]	h [m]	d [mm]	Δd [mm]	Spostamento	P_{tot} [kN]	V_{tot} [kN]	V_{tot}/P_{tot}	Θ	S_x [m]	S_y [m]	G_x [m]	G_y [m]
2	8.0	4.0	49.323	31.540	0.79 %	510.86	225.56	44.15 %	0.0179	5.7	0	5.5	0
1	4.0	4.0	17.783	17.783	0.44 %	1034.97	323.69	31.27 %	0.0142	5.7	0	5.5	0

6.1.6. Tabella Risultati



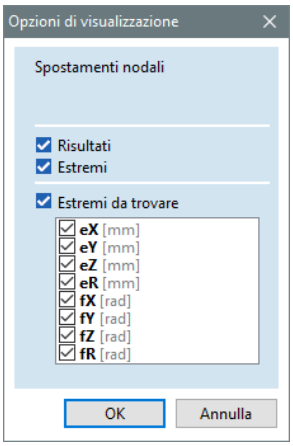
Il comando Esplora Tabella permette di visualizzare i risultati numerici in una tabella personalizzabile. Se sono attive delle parti la tabella elencherà i valori corrispondenti alle parti attive. Se sono stati selezionati degli elementi la tabella, per impostazioni predefinite, elencherà solo gli elementi selezionati.
Si può cambiare la serie degli elementi elencati solo cliccando il tasto Filtro Proprietà sulla barra degli strumenti di Esplora Tabella. Si possono trasferire dati ad altre applicazioni tramite Appunti.
Vedere... *2.9 Esplora Tabella*



L'impostazione delle Opzioni di visualizzazione / Etichette / Numerazione degli elementi finiti definisce non solo l'etichettatura, ma il modo in cui vengono compilati i risultati.
Ad esempio, se questa opzione è attiva, troverete le forze interne della trave nella Tabella sotto RISULTATI / Analisi lineare / Forze interne / Elementi finiti / Forze interne della trave. I risultati sono elencati per elemento finito.
Se non è selezionato questo percorso è RISULTATI / Analisi lineare / Forze interne / Forze interne della trave e i risultati sono elencati per elemento strutturale.

Visualizzazione risultati
[Ctrl]+[R]

Dopo avendo richiamato il Visualizzatore di Tabella è possibile scegliere la presentazione dei valori di dettaglio e/o dei valori estremi e quali componenti si desidera vedere. Questa finestra può essere richiamata più avanti da *Formati / Opzioni di visualizzazione risultato*.



Quando si visualizzano i risultati di combinazioni critiche oltre ai valori massimi e minimi, i casi di carico che conducono ai valori critici vengono inclusi con le seguenti notazioni:

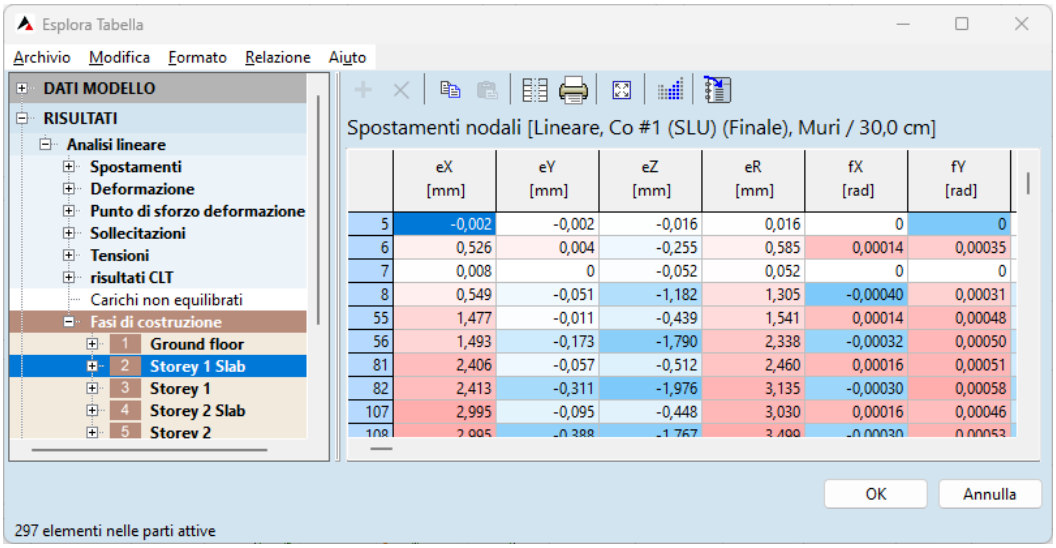
[...] rappresenta i risultati di un caso di carico permanente.
{...} rappresenta i risultati di un caso di carico variabile.
(...) rappresenta i risultati di un caso di carico accidentale.

Risultati — Deselezionare questa opzione per eliminare i risultati dettagliati lasciando gli estremi come unico contenuto della tabella.

Estremi — Deselezionare questa opzione per rimuovere la sintesi degli estremi dalla fine della tabella.

Estremi da trovare

Il set iniziale degli estremi da trovare è determinato dalla visibilità della colonna di default della tabella dei risultati. L'utente può impostare quali colonne (componenti risultato) dovrebbero essere visibili di default nella tabella dei risultati. Solo le componenti di risultato visibili saranno controllate automaticamente.
E' possibile decidere le componenti per le quali si vogliono trovare i valori estremi (massimo e minimo). Fra i valori minimo e massimo i valori coincidenti di differenti componenti relative ai risultati, vengono visualizzati se i valori minimi e massimi si presentano in una singola posizione altrimenti non lo sono. Se ci sono posizioni multiple comparirà il simbolo * e il primo caso del valore estremo sarà visualizzato nella colonna di posizione (Loc).



	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]
5	-0,002	-0,002	-0,016	0,016	0	0
6	0,526	0,004	-0,255	0,585	0,00014	0,00035
7	0,008	0	-0,052	0,052	0	0
8	0,549	-0,051	-1,182	1,305	-0,00040	0,00031
55	1,477	-0,011	-0,439	1,541	0,00014	0,00048
56	1,493	-0,173	-1,790	2,338	-0,00032	0,00050
81	2,406	-0,057	-0,512	2,460	0,00016	0,00051
82	2,413	-0,311	-1,976	3,135	-0,00030	0,00058
107	2,995	-0,095	-0,448	3,030	0,00016	0,00046

☞ ***Se le fasi di costruzione sono definite e analizzate, le fasi sono raccolte in nodi separati dell'albero dei RISULTATI. I risultati delle fasi di costruzione e lo stato finale possono essere visualizzati separatamente.***

Filtri delle proprietà



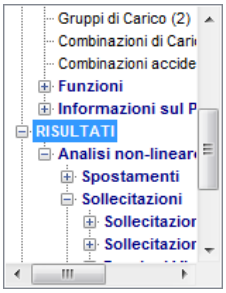
Vedere... *2.9 Esplora Tabella*.

Stampa
[Ctrl]+[P]

Facendo clic sul pulsante di Stampa o scegliendo dal menu la voce *File/Stampa* appare la finestra di dialogo relativa alla stampa. ***Vedere....*** *3.1.12 Stampa*

6.1.6.1. Tabelle di risultato del segmento di sezione

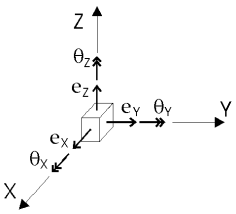
Se i segmenti di sezione vengono definiti nel modello segmento di sezione, le tabelle dei risultati appaiono sotto il nodo RISULTATI.
Queste tabelle elencano i valori delle componenti insieme al segmento di sezione attivo (visualizzato). Si creeranno dei punti risultato interni al segmento, laddove il piano del segmento interseca gli estremi dell'elemento finito.



6.1.7. Spostamenti

Nodo

Per ogni nodo si ottengono sei componenti di spostamento (tre traslazioni e tre rotazioni) nel sistema di coordinate globale.
Vengono anche determinata i valori risultanti delle traslazioni (eR) e delle rotazioni (θR).



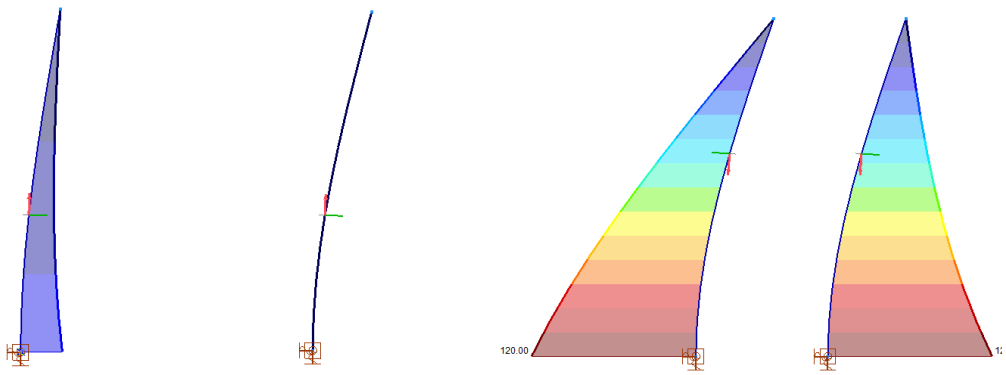
☞ ***In alcuni casi, gli spostamenti e le forze interne associate alla stessa combinazione di carico critico o inviluppo sembrano essere incoerenti.***

Ci sono due ragioni per questo fenomeno:

- i componenti di spostamento e le forze interne sono calcolati da diverse compilazioni di carichi (ad esempio SLS o SLU), quindi i risultati non possono essere interpretati insieme.
- i componenti di spostamento sono ottenuti nel sistema di coordinate globali, ma le forze interne sono presentate considerando il sistema locale di coordinate degli elementi (trave, superficie, trave virtuale, ...). I risultati possono essere interpretati solo nell' ambito del sistema di coordinate.

Casi semplici sono presentati di seguito per illustrare questi fenomeni. Nelle figure, le forze interne dell'elemento a travi sono mostrate in forma deformata.

1. 2. 3.

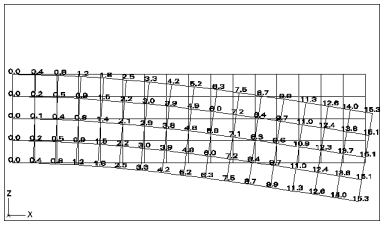


1. Nelle combinazioni di carico critico o di inviluppo, il lato di tensione della trave sembra contraddittorio in base ai risultati dello spostamento e delle forze interne. I componenti provengono da diverse compilazioni di carichi (SLS e SLU), quindi i risultati non sono coerenti.
2. Questo caso speciale mostra anche l'effetto di diverse combinazioni di carico. La forza interna è zero, ma la forma deformata mostra una deformazione (significativa).
3. L'ultimo caso illustra le conseguenze di diversi sistemi di coordinate locali nella combinazione del carico di inviluppo. Il carico applicato e lo spostamento calcolato sono gli stessi. Anche la forza interna è identica, ma il diagramma della forza interna è sul lato opposto a causa del diverso asse z locale. Questo può sembrare contraddittorio rispetto alla forma deformata nell'interpretazione della tensione o del lato di compressione).

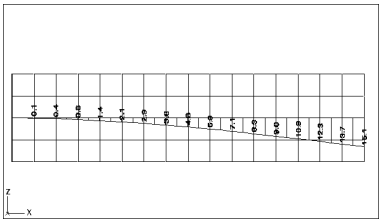
☞ ***Questo può verificarsi anche in combinazioni sismiche.***

Visualizzazione degli spostamenti di una trave (modello a membrana) :

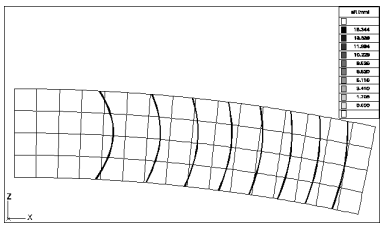
Diagramma con valori nodali



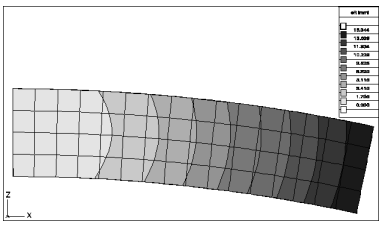
Linea di sezione con valori nodali



Isolinee



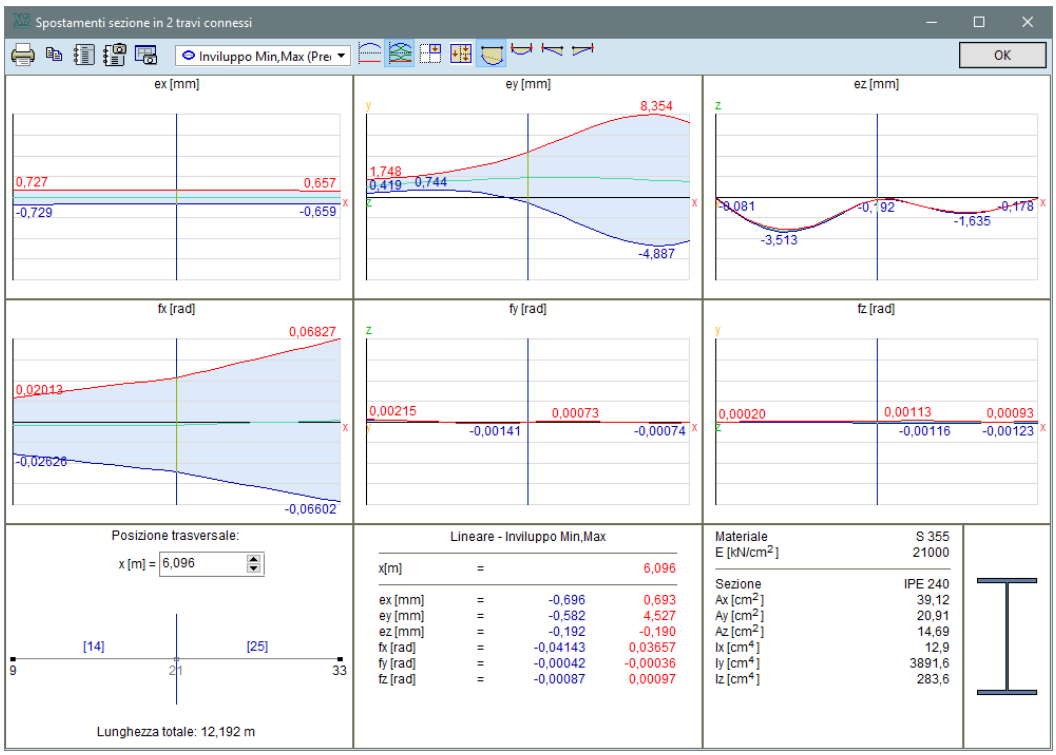
Isosuperfici



Trave

Per ogni elemento trave si ottengono gli spostamenti intermedi nei sistemi di coordinate locale e globale. Quando si visualizzano gli spostamenti della struttura, gli spostamenti della trave sono correlati al sistema di coordinate *globale* Se si clicca con il cursore su un elemento trave vengono visualizzate in forma di diagramma le sei componenti di spostamento nel sistema di coordinate *locale*. Se il modello contiene una trave 7 DOF (*4.9.10.3 Elemento 7 DOF Trave – modulo 7 DOF*) appare un diagramma addizionale per la rotazione specifica w = dfx/dx considerata nel sistema locale dell'elemento.
Si possono visualizzare gli spostamenti di più elementi trave se:

- I sistemi di coordinate locali degli elementi sono quasi o del tutto uguali. ***Vedere…*** *2.16.22.3 Disegno*
- L'orientamento locale x è la stesso.
- Gli elementi hanno lo stesso materiale.





Visualizza solo l'inviluppo



Visualizza i risultati di tutti i casi di carico / combinazioni e anche l'inviluppo



Carica il caso o la combinazione di carico corrente nella vista attiva (in caso di modalità multi-finestra, il caso o la combinazione di carico verrà caricata solo nella vista attiva)


Carica il caso di carico corrente o la combinazione per tutte le viste (in caso di modalità multi-finestra, il caso o la combinazione di carico verrà caricata in tutte le viste)


Spostamenti effettivi


Spostamenti relativi ai punti di estremità


Spostamenti relativi all'estremità sinistra


Spostamenti relativi all'estremità destra

Si possono visualizzare i diagrammi corrispondenti a qualsiasi condizione di carico o di combinazione, così come gli inviluppi. Si puo attivare e disattivare la visualizzazione delle funzioni d'inviluppo e impostare la posizione lungo l'elemento in cui si desidera visualizzare i risultati.

Salvare diagrammi nella Libreria Immagini



I diagrammi associativi possono essere salvati nella Libreria Immagini Le immagini di questa libreria possono essere inseriti in relazioni di calcolo. Dopo aver cambiato e ricalcolato la struttura, i diagrammi dei modelli nella libreria e nei rapporti cambiano di conseguenza.

Tabella

Vedere... *6.1.6 Tabella Risultati*

6.1.7.1. Calcolo non lineare della deformazione totale (wtot) per piastre in cemento armat

La seguente funzione è disponibile solo in Eurocode-NL, Eurocode-B, Eurocode-PL ed Eurocode-UK e può essere utilizzata solo per le piastre.

Codici di progettazione

Per determinare la deformazione totale di una piastra armata occorre calcolare un diverso tipo di deformazioni verticali, eseguendo una serie di analisi non lineari con e senza *fluage* per *alcune* combinazioni.
I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

L'utilizzo dell'armatura nel calcolo deve sempre essere verificata.

Il calcolo della deformazione totale richiede i seguenti valori

w1 *Parte iniziale della deformazione sotto carico permanente*
Eseguire analisi non lineari per 1) casi di carico permanente o 2) combinazioni SLS caratteristiche, frequenti o quasi permanenti senza carichi variabili) senza fluage (φ = 0)

w2 *Parte a lungo termine della deformazione sotto carico permanente*
Le stesse combinazioni SLS quasi permanenti devono essere calcolate come *w2* sia con *fluage* che *senza*, ottenuto come la differenza tra i due risultati.
La parte permanente delle combinazioni SLS deve includere gli stessi casi di carico permanenti come la combinazione utilizzata per determinare w1.

w3 *Parte aggiuntiva della deflessione dovuta alle azioni variabili delle relative combinazioni*
Deve essere calcolato dalle stesse combinazioni SLS utilizzate per determinare *w1*, ma includendo anche i casi di carico variabile anche senza fluage.
w3 si ottiene come differenza tra i due risultati.

wbij *wbij =w2+w3*

wtot *Deformazione totale*
wtot = w1 + w2 + w3

Passi di calcolo

1. Creare tutte le combinazioni SLS che si desidera prendere in considerazione. Devono sempre essere incluse le combinazioni SLS quasi permanenti. ***Vedi...*** *4.10.2 Combinazione di Carico*

2. Eseguire un'analisi non lineare per tutte le combinazioni senza fluage. Le combinazioni SLS quasi permanenti devono anche essere calcolate con fluage.
L'utilizzo dell'armatura nel calcolo deve sempre essere controllato. ***Vedi...*** *5.1 Analisi Statica*

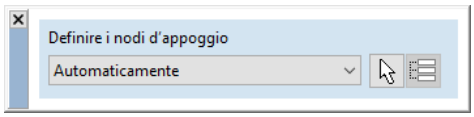
3. Selezionare un'inviluppo predefinito di SLS quasi permanenti o un'inviluppo personalizzato creato da un sottoinsieme delle combinazioni. ***Vedi...*** *6.1 Statica*

4. Se l'inviluppo contiene tutte le combinazioni necessarie, il programma trova l'insieme di combinazioni che includono gli stessi casi di carico permanenti, e determina il valore di *w1, w2, w3, wbij* e wtot per ciascun set, calcola il loro inviluppo e rende disponibile i valori dello stesso, come componenti risultanti w1, w2, w3, wbij e wtot.

6.1.7.2. Spostamenti relativi



Se il modello contiene domini e viene eseguita un'analisi lineare, si abilita il pulsante di *spostamento relativo* nella scheda Statica. Questa funzionalità visualizza lo spostamento dei domini, relativi ai loro supporti.
Fai clic su di esso per arrivare alla finestra di dialogo seguente.



Selezione di domini e nodi supportati

Sono disponibili tre metodi per la definizione dei nodi supportati:
1. *Automaticamente:* i nodi del dominio selezionato possono avere un supporto nodale, lineare o superficiale, e verranno considerati appoggiati se l'appoggio ha una rigidità diversa da zero in direzione z locale. I seguenti nodi sono considerati supportati:
   a. a. nodi del dominio selezionato con colonne collegate se l'angolo tra l'asse della colonna e la direzione z locale è inferiore a 45°.
   b. b. nodi del dominio selezionato con pareti collegate, se l'angolo tra le loro direzioni locali z è maggiore di 45°.
2. *Automaticamente (solo lastre):* il metodo sopra riportato, ma limitato a lastre selezionate (un dominio è considerato una lastra se la sua direzione z locale è parallela alla direzione Z globale).
3. *Selezione*: l'utente può selezionare sia domini che nodi supportati. Saranno presi in considerazione solo i nodi all'interno del piano del dominio.

Nota: una regione può avere solo un piano di riferimento.

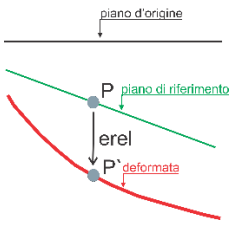


Seleziona domini, nodi supportati: fai clic su questa icona per selezionare i domini. Nella modalità Selezione devono essere selezionati anche i nodi supportati.

Analisi

Il piano di riferimento è determinato dalla posizione spostata dei nodi supportati. Il modo in cui viene calcolato dipende dal numero di nodi supportati.
1. *Nessun nodo supportato:* in questo caso nessun riferimento viene assegnato al dominio e i risultati non vengono calcolati.
2. *Un nodo supportato:* il piano di riferimento ha la stessa normale del dominio e passa attraverso la posizione spostata del nodo.
3. *Due nodi supportati:* il piano di riferimento passa attraverso i due nodi spostati. Un vettore nel piano perpendicolare alla linea che attraversa questi nodi, è parallelo al vettore simile nel piano del dominio indefinito.
4. *Tre o più nodi*: in questo caso il piano di riferimento viene montato sui nodi spostati (passa attraverso tutti i nodi supportati per tre nodi).

L' *erel* spostamento relativo di un nodo di dominio è definito come la distanza di P e P', dove P è l'intersezione tra il piano di riferimento e una linea perpendicolare al piano originale del dominio, passando da P'.
Selezionando *erel* dai componenti della lista, i risultati del calcolo possono essere visualizzati per qualsiasi caso di carico, combinazione, inviluppo o combinazione critica.





Elenco di riferimento del piano: Visualizza un elenco di piani di riferimento con i domini in cui è stata calcolata l'erel dal piano di riferimento dato, e un elenco di nodi supportati che definiscono il piano di riferimento. Il piano di riferimento selezionato può essere eliminato facendo clic sul pulsante *Elimina* o premendo *Del*.

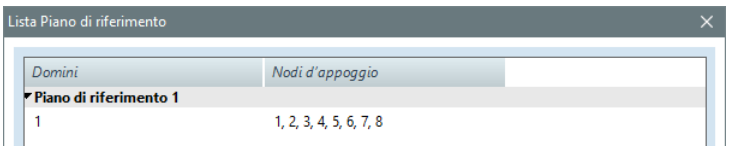


Tabella risultati ***Vedi...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Salvataggio dei diagrammi nella Libreria Disegni I diagrammi possono essere salvati nella Libreria Disegni ed inseriti nelle relazioni nel modo solito.

6.1.8. Velocità nodali

L'analisi dinamica fornisce sei componenti nodali di velocità nel sistema di coordinate globali (tre traslazioni e tre rotazioni) ad ogni nodo. Vengono inoltre determinati i valori risultanti di traslazione (vR) e di rotazione (vRR).

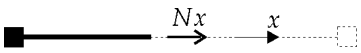
6.1.9. Accelerazioni nodali

L'analisi dinamica fornisce sei componenti nodali di accelerazione nel sistema di coordinate globali (tre traslazioni e tre rotazioni) in ciascun nodo. Sono anche determinati i valori risultanti di traslazione (aR) e di rotazione (aRR).

6.1.10. Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave

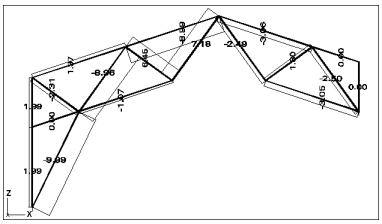
Elemento Reticolare

Per ogni elemento reticolare vengono calcolati gi sforzi normali (Nx).

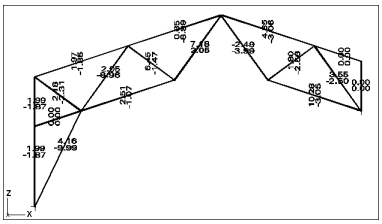


Uno sforzo normale positivo corrisponde a trazione, negativo a compressione. Quando si visualizzano i risultati di *Inviluppo* o *Combinazione Critica* vengono visualizzati contemporaneamente i valori massimo e minimo.

Diagramma Nx

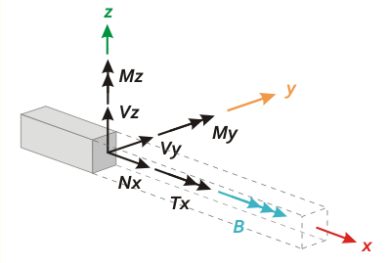


Inviluppo Nx min/max



Trave

Nelle sezioni intermedie di ogni elemento vengono calcolati tre sforzi ortogonali, uno assiale e due di taglio (N_x, V_y, V_z), e tre momenti, uno torcente e due flettenti (T_x, M_y, M_z) e per travi 7 DOF anche un bimomento.
Le sollecitazioni sono espresse nel sistema di coordinate locale dell'elemento, e le convenzioni di segno sono come nella figura seguente. I diagrammi di momento vengono disegnati sul lato compresso degli elementi trave.



Visualizzazione delle sollecitazioni in un telaio:

Diagramma Nx

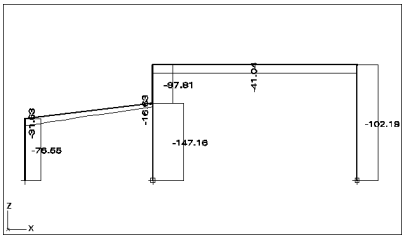


Diagramma Vz

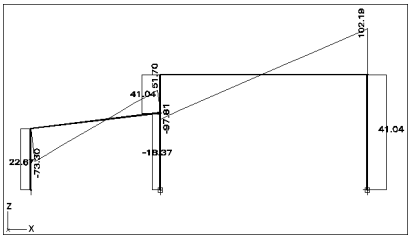
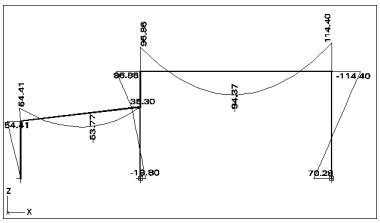
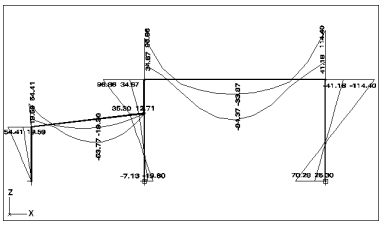


Diagramma My

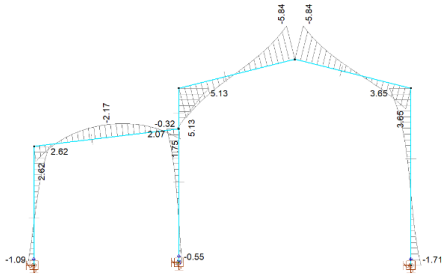


Inviluppo My min/max

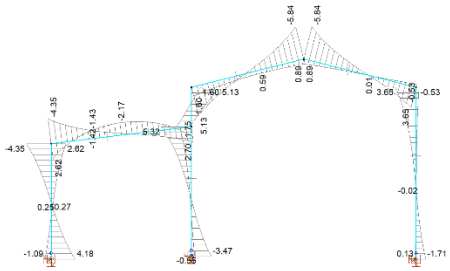


su travi a 7 DOF

B diagram



B min/max diagram

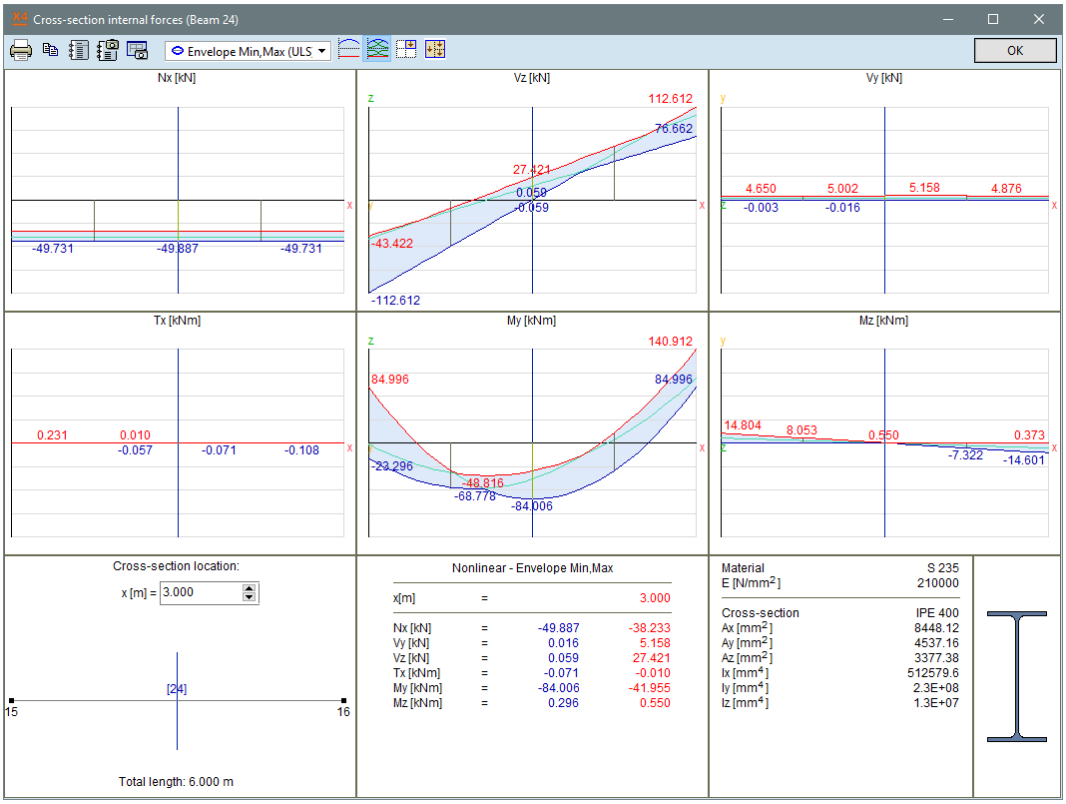


Visualizzazione delle forze interne a trave/reticolare

Se si clicca un elemento trave, tutte le sei componenti di sollecitazione vengono visualizzate in forma di diagramma.

È possibile visualizzare le forze interne di più di un elemento di trave/ reticolare se:

- a) la deviazione angolare degli assi locali x e z non supera i rispettivi valori massimi specificati nella finestra di dialogo Parametri di visualizzazione dei risultati / *Impostazioni varie*.
- Gli elementi hanno lo stesso materiale.



☞ ***Selezionando l'inviluppo o una combinazione di carico critica, vengono visualizzati i valori massimo e minimo delle sollecitazioni nelle sezioni intermedie dell'elemento selezionato.***

È possibile visualizzare i diagrammi corrispondenti a qualsiasi caso di carico, combinazione o l'inviluppo. È possibile accendere e spegnere la visualizzazione delle funzioni d'inviluppo e impostare la posizione lungo l'elemento in cui si desidera visualizzare i risultati.

Diagrammi per travi a 7 DOF

Oltre alle forze e ai momenti *Nx, Vy, Vz, Tx, My, Mz* appare anche un diagramma del bimomento *B*. Nei casi e nelle combinazioni di carico il diagramma *Tx* mostra anche la torsione di deformazione *Mw*.

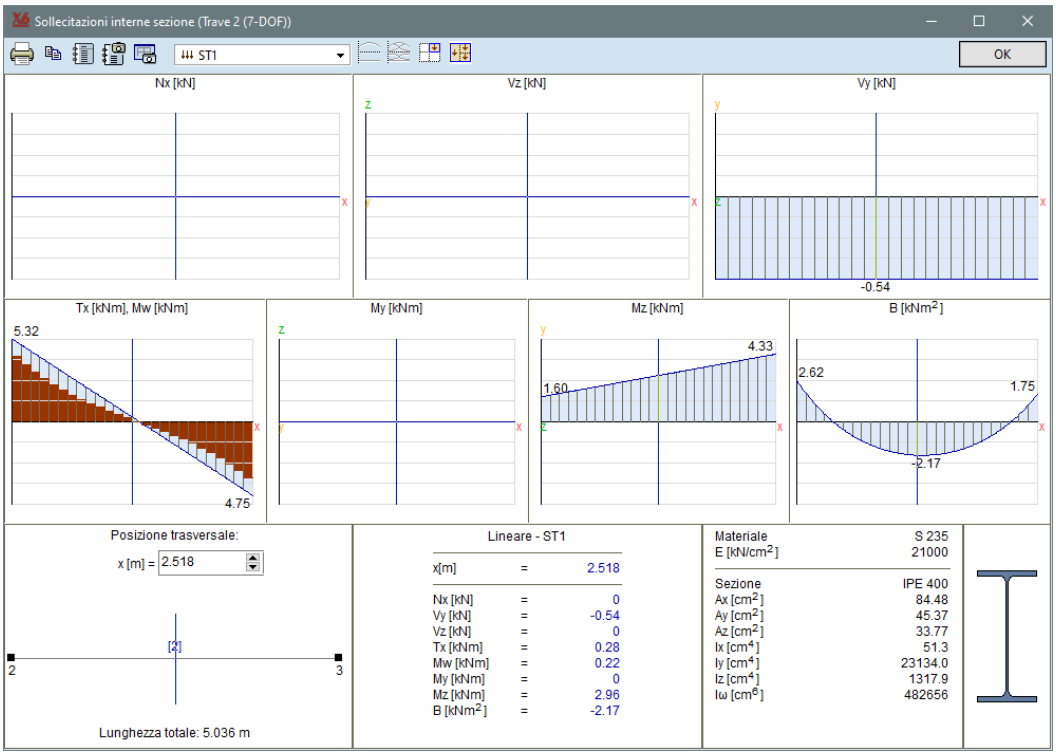


Tabelle di risultati

Sono disponibili tre diversi tipi di tabelle.

Forze interne della trave: visualizza le forze interne lungo la trave
Forze interne all'estremità della trave: visualizza le forze interne solo all'inizio e alla fine della trave
Forze per la progettazione di collegamento: elenca le forze interne delle nervature / travi / reticolari collegate al nodo

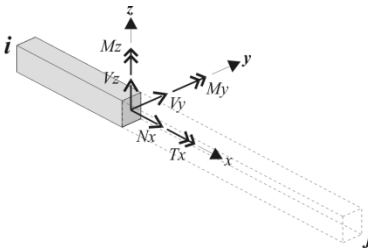
Se i valori min/max si verificano in una sola posizione, vengono visualizzati i valori concomitanti dei componenti forza interna afferenti o il simbolo * (se esistono più posizioni). In questo caso viene visualizzata la posizione. ***Vedi...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Salvare diagrammi nella Libreria Immagini



I diagrammi associativi possono essere salvati nella Libreria Immagini.
Le immagini di questa libreria possono essere inseriti in relazioni di calcolo. Dopo aver cambiato e ricalcolato la struttura, i diagrammi dei modelli nella libreria e nei rapporti cambiano di conseguenza.

6.1.11. Sollecitazioni Nervatura



Nei nodi di ogni elemento vengono calcolati tre sforzi ortogonali, uno assiale e due di taglio (N_x, V_y, V_z), e tre momenti, uno torcente e due flettenti (T_x, M_y, M_z) .

La nervatura può essere usata indipendentemente (non connessa a un elemento bidimensionale), o connessa a un elemento bidimensionale.

Le sollecitazioni sono espresse nel sistema di coordinate locale dell'elemento posizionato nel baricentro della sezione, e le convenzioni di segno sono come nella figura seguente. I diagrammi di momento vengono disegnati sul lato compresso degli elementi trave.

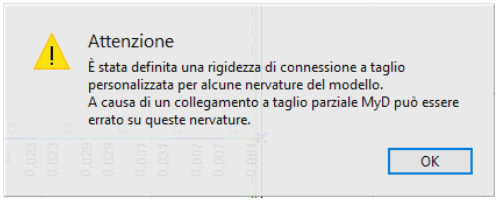
Se la nervatura è connessa eccentricamente a un elemento guscio, appariranno sforzi normali nella nervatura e nel guscio.

Presupposti per il calcolo del componente M_{yD}

Il momento di progettazione M_{yD} viene sempre calcolato dal programma, ma il metodo di calcolo sopra riportato dà dei buoni risultati solo con le seguenti ipotesi. In tutti i casi, l'utente deve verificare il loro adempimento.

- c'è un collegamento a taglio completamente rigido tra la nervatura e il guscio,
- non vi è alcuna forza normale significativa nella nervatura tranne che dalla flessione,
- la nervatura è abbastanza rigida/grande rispetto al solaio, quindi trascurare il momento flettente del solaio non causa un errore considerevole (il momento flettente del solaio non è incluso in M_{yD})).

M_{yD} viene anche calcolato e visualizzato quando viene definita un collegamento a taglio elastico tra il solaio e la nervatura, ma in questo caso il programma emette un messaggio di avviso quando viene selezionato il componente Risultato M_{yD} (appare solo una volta dopo aver selezionato questo componente per la prima volta dopo le analisi).



Condizioni del calcolo del componente v_{xz}

Nel caso di nervature inferiori e superiori, se viene impostato il collegamento a taglio di tipo elastico (***vedere..*** *4.9.10.4. Nervatura*), viene calcolata anche la forza di taglio longitudinale specifica - componente di risultato v_{xz} -. Utilizzando il collegamento a taglio rigido questo tipo di componente del risultato non è disponibile).

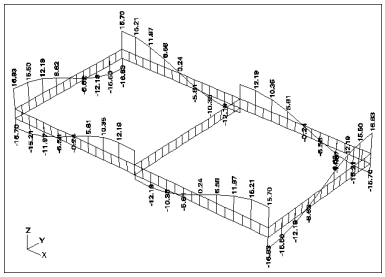
Visualizzazione forze interne alla nervatura

È possibile visualizzare le forze interne per più elementi di nervatura se:

a) la deviazione angolare degli assi x e z locali non supera i rispettivi valori massimi specificati nella finestra di dialogo Parametri di visualizzazione dei risultati / *Impostazioni varie*.
b) Gli elementi hanno lo stesso materiale.

Visualizzazione delle sollecitazioni in una piastra nervata:

Diagramma Tx



Inviluppo My min/max

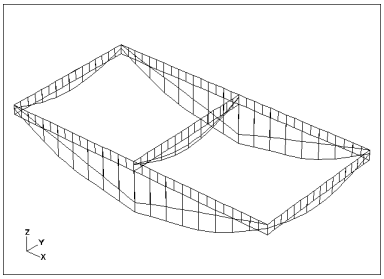


Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

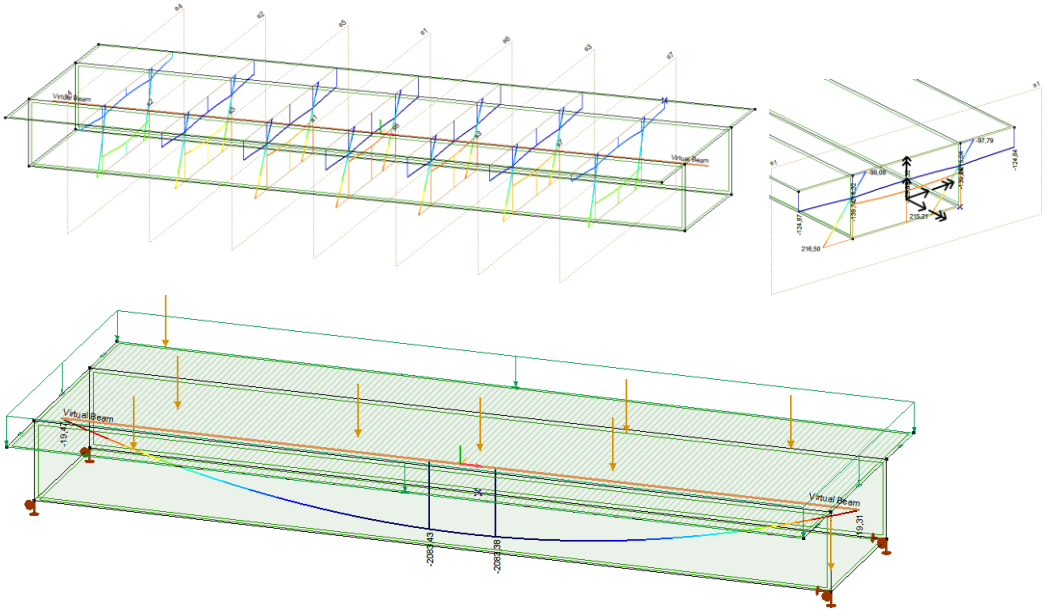
Un potenziale errore

MyD presume che la nervatura sia collegata a elementi di superficie. Se una nervatura si trova sul bordo di più domini, l'utente deve assicurarsi che la nervatura sia collegata a un dominio che abbia elementi di superficie lungo la nervatura. Seleziona un dominio (o due domini) prima di definire una nervatura per registrare la nervatura a quel dominio. Ma se si definisce una nervatura registrandola a un dominio che ha un foro lungo la nervatura, è un errore.
I domini registrati alla nervatura possono essere controllati nel tooltip dell'elemento che appare se la scheda Elementi è attiva e il mouse passa sopra l'elemento.
La registrazione dei domini tiene conto anche delle parti visibili. Se una nervatura si trova sul bordo di più domini, e solo uno di questi domini è visibile (le parti a cui appartengono gli altri domini sono spente), la situazione diventa chiara, e la nervatura sarà registrata all'unico dominio visibile.

6.1.12. Forze interne della trave virtuale

Calcolo

Dopo aver definito le travi virtuali (***vedere...*** *Travi virtuali*), il programma calcola il centro di gravità di ciascuna sezione per determinare la linea centrale su cui viene preso un numero finito di sezioni, a seconda della geometria, degli elementi di connessione e della densità della mesh degli elementi finiti. In ogni sezione, le forze della sezione vengono ridotte nell'intersezione della linea centrale e del piano della sezione. Dopo questa procedura, i risultati della trave virtuale vengono tracciati sulla linea centrale.



Componenti delle forze interne

Le tre forze interne ortogonali, una forza assiale e le due forze di taglio *(Nx, Vy, Vz)* i tre momenti interni, uno torsionale e due di flessione (Tx, My, Mz) sono calcolati nelle sezioni intermedie di ogni elemento.
Le forze interne sono legate al sistema locale di coordinate e le convenzioni di segno positivo si applicano come in figura. I diagrammi di momento vengono disegnati sul lato di tensione degli elementi della trave.

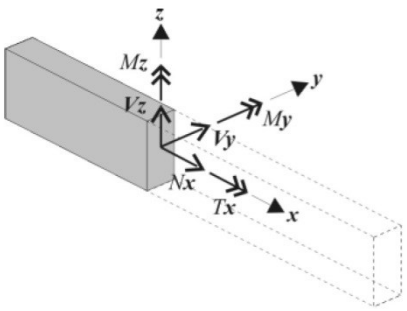


Tabelle di risultati

I risultati sono elencati in tutte le sezioni, con le coordinate globali del centro di gravità.

6.1.13. Sollecitazioni Elementi Bidimensionali

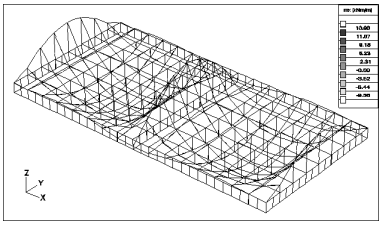
Sollecitazioni

Le sollecitazioni e le convenzioni di segno per ogni tipo di elemento bidimensionale sono schematizzate nella tabella seguente.

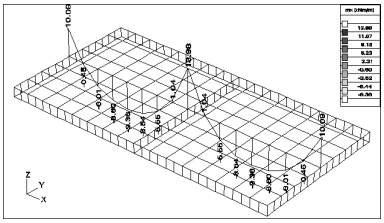
Elemento Bidimensionale					
Membrana	n_x n_y n_{xy}	Piastra	m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}	Guscio	n_x n_y n_{xy} m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}

Visualizzazione delle sollecitazioni in una piastra nervata:

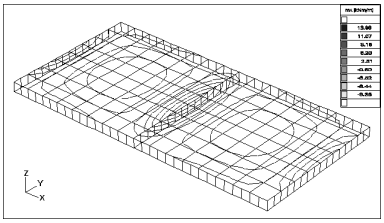
Diagramma



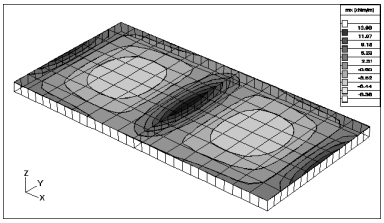
Linea di sezione



Isolinee



Isosuperfici



☞ ***Gli indici x e y dei momenti di piastra indicano la direzione delle tensioni normali dovute al momento corrispondente e non l'asse di rotazione.***

Pertanto il momento m_x ruota intorno all'asse locale y, mentre m_y intorno all'asse locale x.
I diagrammi di momento sono disegnati sul lato compresso (opposto a quello determinato dal punto di riferimento corrispondente alla direzione locale z) degli elementi piastra o guscio .

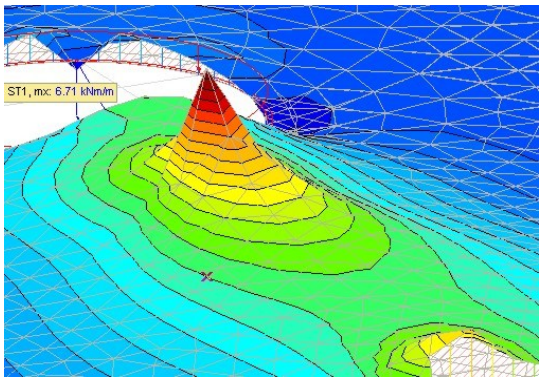
Variazione intensità

Il metodo degli elementi finiti è un metodo approssimato. In *circostanze normali* i risultati convergono ai valori esatti se la maglia è raffinata.
Il raffinamento della maglia (il numero di elementi usati in essa), la geometria degli elementi, le condizioni di carico e di vincolo e molti altri parametri influiscono sul risultato. Perciò alcuni risultati saranno relativamente accurati mentre altri risultati richiederanno che l'utente verifichi se soddisfano il grado di precisione atteso.

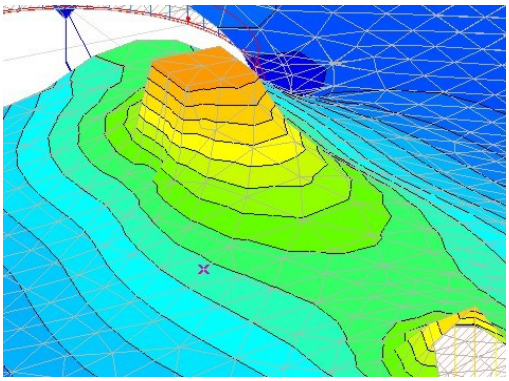
I valori di variazione di intensità hanno lo scopo aiutare a identificare le regioni del modello (maglia) nelle quali è possibile che la precisione dei risultati non sia soddisfacente, senza compiere un'ulteriore analisi. Questo metodo non dimostra che i risultati sono buoni, ma evidenzia le variazioni di intensità di grande ampiezza, dove è possibile che si voglia controllare e/o raffinare la maglia.
I valori accettabili di variazione di intensità possono essere determinati sulla base dell'esperienza.

Mediazione/taglio picchi di forze interne sulle colonne

Se modelliamo i pilastri che si collegano ai solai come nodi d'appoggio, i picchi del momento appariranno sopra i nodi. Se si usa una mesh più densa questi picchi aumentano a causa della natura del metodo degli elementi finiti. Un modello più realistico tiene conto del fatto che le colonne hanno una sezione trasversale diversa da zero. Se si conoscono i picchi del momento sulla sezione trasversale delle colonne allora si possono mediare. Se abbiamo attivato l'opzione *Adatta la mesh sulle teste dei pilastri* (*4.12.1.2 Generazione della mesh sul dominio*), la mesh segue già la sezione trasversale della colonna. Dopo aver attivato *Taglia i picchi del momento sopra le colonne* dalla finestra di Parametri di Vsualizzazione (*6.1 Statica*), i diagrammi del momento vengono visualizzati in modalità isosuperfici 3D come il diagramma in basso a destra.



Schema senza il taglio dei picchi del momento

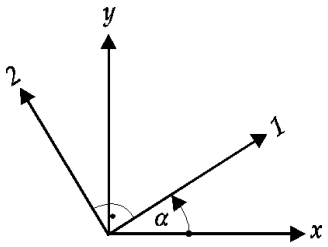


Schema con il taglio dei picchi del momento

Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Sollecitazioni principali

Le forze interne *n1, n2 e m1, m2, sono calcolate con la loro direzione: αn e αm.*
La direzione delle forze principali 1 e 2 può anche essere interrogata individualmente scegliendo componenti di risultato *αn1, αn2 e αm1, αm2.*
Sopra questi, la forza di taglio risultante - componente *vRz* - viene calcolata anche con la sua direzione: *αvRz.*
Le convenzioni dei segni sono le seguenti:
$m_1 \geq m_2,\ n_1 \geq n_2,\ -90° < \alpha \leq +90°$ (relativo all'asse **x** locale)



	Guscio	
	Membrana	**Piastra**
n_1	$n_1 = \frac{n_x + n_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	—
n_2	$n_2 = \frac{n_x + n_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	—
α_n	$\mathrm{tg}(2\alpha_n) = \frac{2n_{xy}}{n_x - n_y}$	—
m_1	—	$m_1 = \frac{m_x + m_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
m_2	—	$m_2 = \frac{m_x + m_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
α_m	—	$\mathrm{tg}(2\alpha_m) = \frac{2m_{xy}}{m_x - m_y}$
vRz	—	$vRz = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$
αvRz	—	$\alpha vRz = arctg\left(\frac{v_{yz}}{v_{xz}}\right)$

☞ ***Nel caso degli elementi membrana a deformazione piana, $n_z \neq 0$ e non viene determinata.***

Le forze interne possono essere visualizzate in diagramma, linea di sezione, isolinee o stile isosuperficie.
Le direzioni principali *(αn, αn1, αn2* e *αm, αm1, αm2 e αvRz)* possono essere visualizzate solo come diagrammi +++.
Il colore e la dimensione del vettore di direzione sono determinati in base al valore delle rispettive forze interne principali.
Se la forza interna principale è negativa, il vettore di direzione corrispondente è delimitato da due segmenti perpendicolari ad esso.

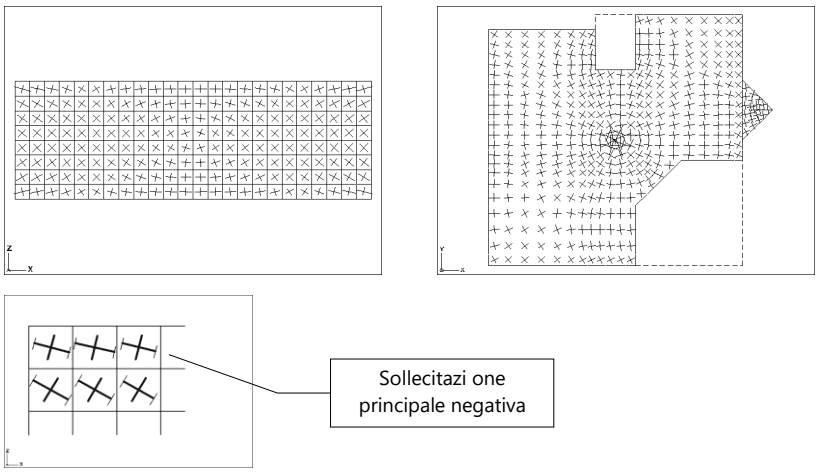


Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Forze per il calcolo delle armature

Per gli elementi di superficie i valori delle forze e momenti *nxv, nyv, mxv, myv* per il progetto delle armature sono calcolati anche secondo le seguenti regole:

$$n_{xv} = n_x \pm |n_{xy}|, \qquad n_{yv} = n_y \pm |n_{xy}|$$
$$m_{xv} = m_x \pm |m_{xy}|, \qquad m_{yv} = m_y \pm |m_{xy}|$$

Le sollecitazioni di progetto dell'armatura possono essere visualizzate in forma di diagramma , linea di sezione e iso-lineee/superfici colorate.

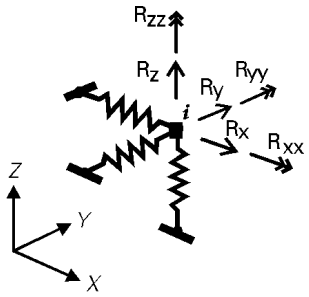
Variazione di intensità

dnx, dny, dnxy, dmx, dmy, dmxy, dqx, dqy sono componenti di risultato adimensionale che mostrano la variazione d' intensità all' interno di un elemento finito. La differenza tra il valore massimo e quello minimo all' interno dell' elemento finito è divisa per un valore di riferimento. Il valore di riferimento può essere impostato su uno dei valori seguenti:

- Massimo assoluto della rispettiva componente di forza sull' intero modello
- AMassimo assoluto della rispettiva componente di forza sulle parti attive
- Valore personalizzato

Il valore di riferimento può essere selezionato nella finestra di dialogo dei *parametri di visualizzazione dei risultati* (***vedere...*** *6.1 Statica*).

6.1.14. Reazioni Appoggio Elastico



Componenti di spostamento e rotazione positivi causano componenti di forza interna positivi. L' allungamento dell' elemento elastico della molla di supporto provoca una forza di trazione, mentre l' accorciamento provoca una forza di compressione.

Le reazioni possono essere visualizzate in forma di diagramma o colorate. Nel caso di appoggi nodali, quando vengono visualizzati in forma di diagramma, i componenti di forza interna sono rappresentati come vettori.

Reazioni risultanti

Le razioni risultanti R_{eR}, $R_{\theta R}$ sono valutate come segue:

$$R_{eR} = \sqrt{R_{ex}^2 + R_{ey}^2 + R_{ez}^2} \qquad R_{\theta R} = \sqrt{R_{\theta x}^2 + R_{\theta y}^2 + R_{\theta z}^2}$$

I componenti di risultato Rxyz e Rxxyyzz si riferiscono ad una modalità di visualizzazione speciale in cui i singoli componenti di forza o momento vengono visualizzati contemporaneamente come tre frecce che puntano nella rispettiva direzione locale.

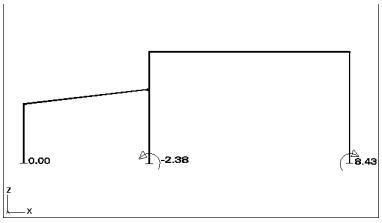
Rapporto tra forze orizzontali e verticali

Un componente di risultato che mostra il rapporto tra forze orizzontali e verticali è calcolato come

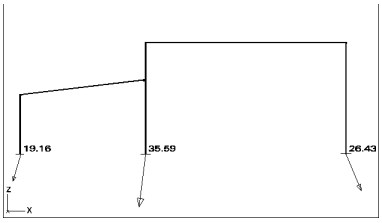
$$\alpha_R = \frac{1}{R_z}\sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Visualizzazione delle reazioni degli appoggi elastici in una struttura intelaiata o in un guscio:

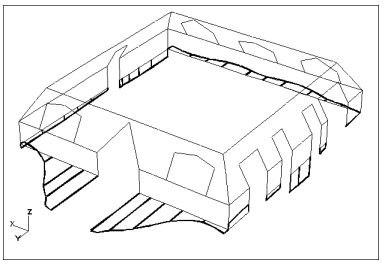
Momenti Ryy



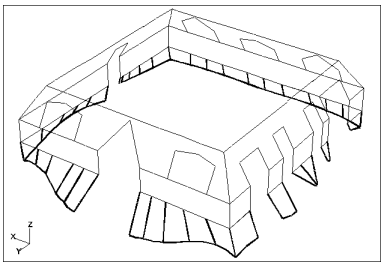
Sollecitazioni risultanti Re_R



Sollecitazioni di bordo Ry



Sollecitazioni risultanti di bordo ReR

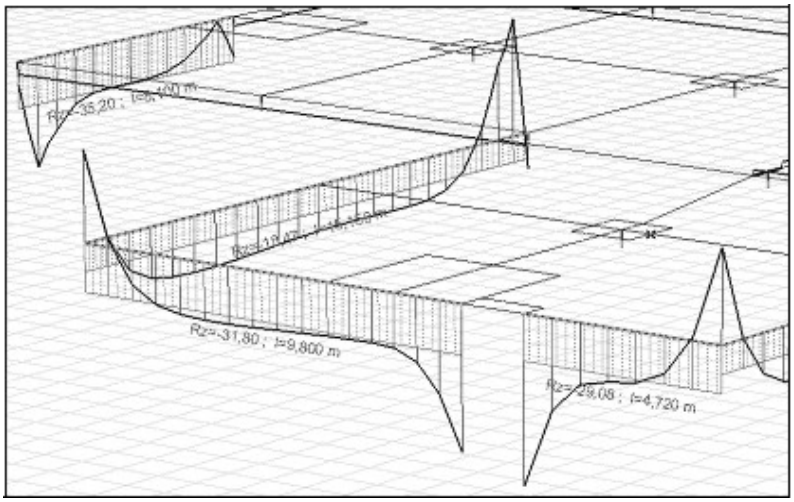


Tabella

Vedere... *6.1.6 Tabella Risultati*

Diagramma +valori medii

Quando si visualizzano le reazioni vincolari lineari, è possibile visualizzare in un modo speciale anche i diagrammi (*Diagramma + valori medii*). Se viene selezionata questa modalità, è possibile visualizzare il diagramma avanzato con l'etichetta dei valori medi. . I valori medi sono stati settati su appoggi continui. I vincoli sono considerati continui se hanno la stessa rigidità e il loro angolo è infinitesimo. Le etichette mostrano anche i segmenti medi del diagramma.



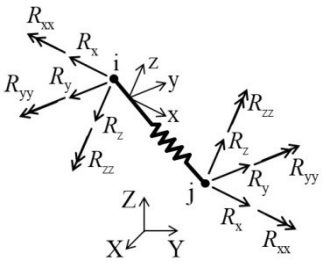
Opzionalmente, i risultati possono essere espressi separatamente come media per ciascun elemento strutturale . Il metodo di calcolo delle medie può essere selezionato nella finestra di dialogo dei parametri di visualizzazione dei risultati (***vedere...*** *6.1 Statica*).

Valore medio

Per le reazioni degli appoggi di superficie è possibile impostare una modalità di visualizzazione separata che visualizza i valori medi di Rx, Ry o Rz. Opzionalmente i risultati possono essere mediati separatamente per ciascun dominio. Il metodo di calcolo del valore medio può essere selezionato nella finestra di dialogo dei parametri di visualizzazione dei risultati (***vedere...*** *6.1 Statica*). È anche possibile calcolare separatamente la media per le zone positive e negative.

6.1.15. Forze interne dell'elemento a molla

Le forze interne sono correlate al sistema di coordinate locali. Le convenzioni sui segni positivi si applicano come nella figura.



6.1.16. Sollecitazioni negli elementi link linea-liena e cerniere di bordo

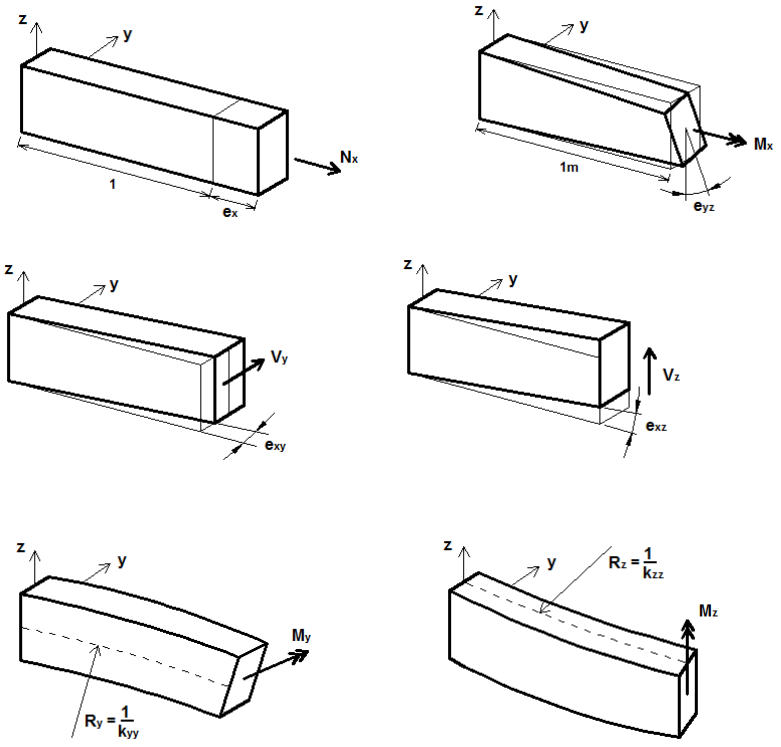
Sollecitazioni interne

AXISVM determina le sollecitazioni *nx, ny, nz* ed i momenti *mx, my, mz* per gli elementi link linea-linea e cerniere di bordo.
Se qualche componente di rigidezza è posto uguale a zero la componente del risultato collegato è nullo e non viene mostrato né nella finestra delle componenti né nelle tabelle di risultato.

6.1.17. Deformazione della trave, trave reticolare e della nervatura

I risultati di deformazione sono disponibili solo in caso di analisi sostanzialmente non lineare:

Componente di deformazione	Nome
e_{xx}	Deformazione assiale in direzione locale x
e_{xy}	Deformazione tangenziale nel piano locale xy
e_{xz}	Deformazione tangenziale nel piano locale xz
e_{yz}	Tensione torsionale in direzione locale x
k_{yy}	Curvatura nel piano locale xy
k_{zz}	Curvatura nel piano locale xz



I componenti della deformazione seguenti sono disponibili per gli elementi lineari:

Componente di deformazione	Reticolare	Trave	Nervatura
exx	*exx*	*exx*	*exx*
kyy		*kyy*	*kyy*
kzz		*kzz*	*kzz*
eyz		*eyz*	*eyz*
exy			*exy*
exz			*exz*

6.1.18. Tensione da deformazione puntuale negli elementi reticolari, travi e nervature

I risultati di tensione da deformazione puntuali sono disponibili solo in caso di un'analisi con una non linearità del materiale.
I seguenti valori di tensione si riferiscono ad elementi a traliccio, e sono calcolati in ciascun punto di sforzo di ciascuna sezione trasversale della trave / nervatura:

Componenti di sforzo tensione puntuale	
exx T	Tensione assiale in direzione x locale, totale
(NLP) exx E	Tensione assiale in direzione x locale, elastica
(NLP) exx P	Tensione plastica assiale in direzione x locale
(NLP) eeff	Tensione plastica efficace
(NLP) deeff	Incremento della tensione plastica efficace
(NLE) eeff	Deformazione effettiva $(NLE)\ e_{eff} = \lvert e_{xx}\ T \rvert$

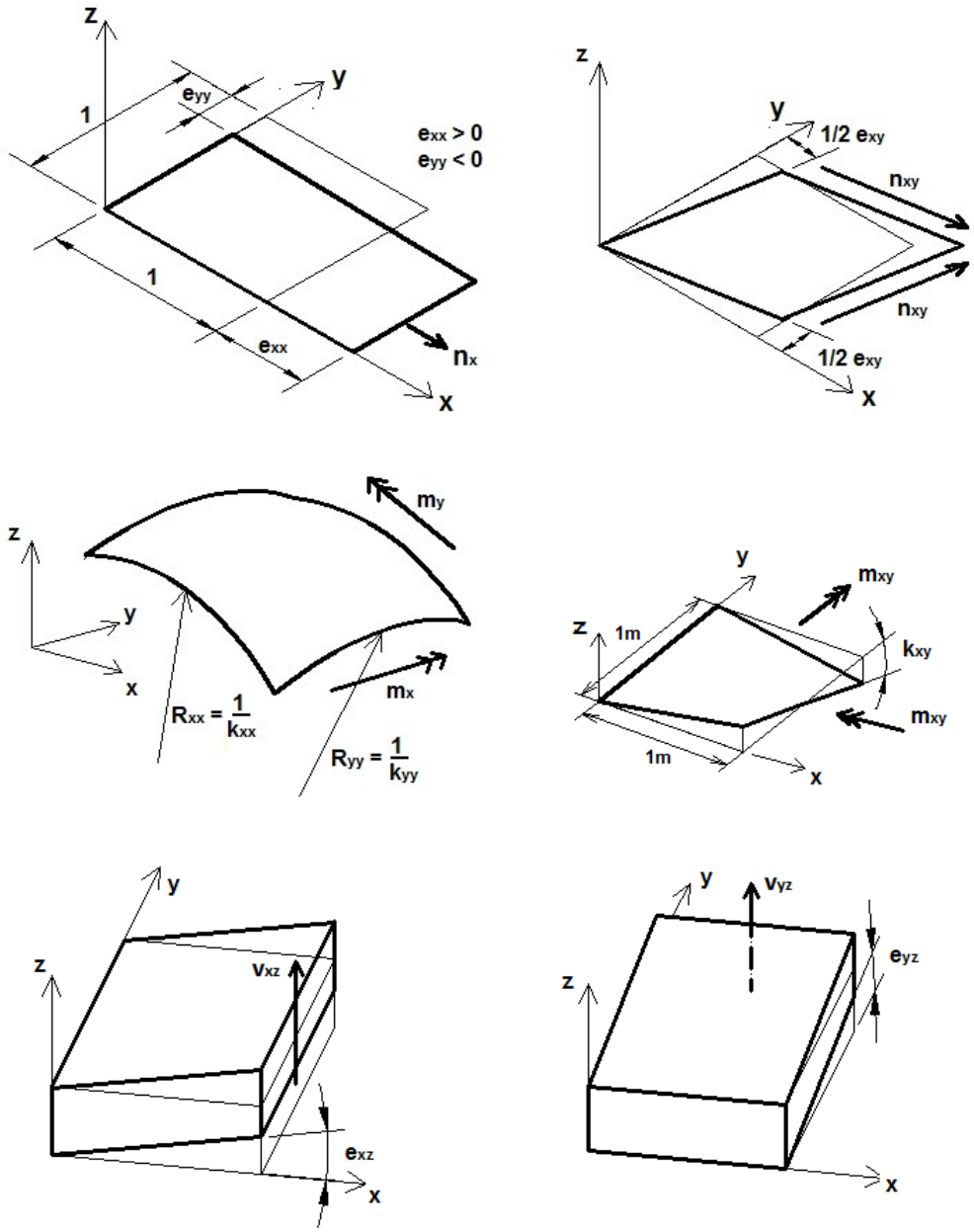
Notazione

(NLE) – Materiale elastico non lineare
(NLP) – Materiale plastico non lineare
T - Totale
E - Elastico
P - Plastico

6.1.19. Deformazioni dell'elemento di superficie

I risultati di deformazione sono disponibili solo in caso di analisi non lineare.

Componente di deformazione	Nome
e_{xx}	Deformazione assiale in direzione locale x
e_{yy}	Deformazione assiale in direzione locale y
e_{xy}	Deformazione tangenziale nel piano locale xy
k_{xx}	Curvatura nel piano locale xz
k_{yy}	Curvatura nel piano locale yz
k_{xy}	Curvatura di distorsione
f_{zz}	Rotazione dell'asse locale z
e_{xz}	Deformazione tangenziale nel piano locale xz
e_{yz}	Deformazione tangenziale nel piano locale yz
e_{Sz}	Deformazione tangenziale risultante normale al piano dell'elemento
e_1	Tensione principale massima nel piano xy
e_2	Tensione principale minima nel piano xy
a_e	Angolo della tensione nella direzione principale
k_1	Curvatura principale massima
k_2	Curvatura principale minima
a_k	Angolo della curvatura nella direzione principale



I seguenti componenti della deformazione sono disponibili per gli elementi di superficie:

Componente di deformazione	Membrana	Plastra	Guscio
exx	*exx*		*exx*
eyy	*eyy*		*eyy*
exy	*exy*		*exy*
fzz	*fzz*		*fzz*
kxx		*kxx*	*kxx*
kyy		*kyy*	*kyy*
kxy		*kxy*	*kxy*
exz		*exz*	*exz*
eyz		*eyz*	*eyz*
eSz		*eSz*	*eSz*
e_1	e_1		e_1
e_2	e_2		e_2
a_e	a_e		a_e
k_1		k_1	k_1
k_2		k_2	k_2
a_k		a_k	a_k

6.1.20. Tensione da deformazione puntuale negli elementi superficiali

I risultati tensione da deformazionesono disponibili solo in caso di analisi materialmente non lineare.
Le seguenti componenti di tensione vengono calcolate per ogni nodo dell'elemento della fibra superiore, centrale e inferiore:

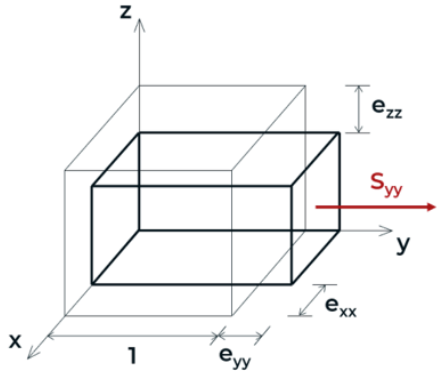
Componenti di sforzo da deformazione puntuale	
exx T, (NLP) exx E, (NLP) exx P	Tensione assiale in direzione x locale
eyy T, (NLP) eyy E, (NLP) eyy P	Tensione assiale in direzione y locale
exy T, (NLP) exy E, (NLP) exy P	Sforzo di taglio nel piano xy locale
e1 T, (NLP) e1 E, (NLP) e1 P	Massima tensione principale nel piano *xy* locale
e2 T, (NLP) e2 E, (NLP) e2 P	Minima tensione principale nel piano *xy* locale
ae T, (NLP) ae E, (NLP) ae P	Angolo di direzione della tensione principale
(NLP) eeff	Tensione plastica efficace
(NLP) deeff	Incremento della tensione plastica efficace
(NLE) eeff	Deformazione effettiva $e_{eff}=\sqrt{\frac{1}{(1-2\nu)(1+\nu)}\left[(1-\nu)(e_{xx}^2+e_{yy}^2+e_{zz}^2)+2\nu(e_{xx}e_{yy}+e_{xx}e_{zz}+e_{yy}e_{zz})+\frac{1-2\nu}{2}e_{xy}^2\right]}$

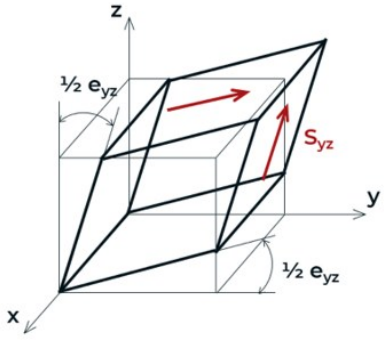
Notazione
(NLE) – Materiale elastico non lineare
(NLP) – Materiale plastico non lineare
T –Totale
E –Elastico
P –Plastica

6.1.21. Deformazioni dell'elemento solido

I risultati delle deformazioni sono disponibili anche per l'analisi lineare e non lineare.

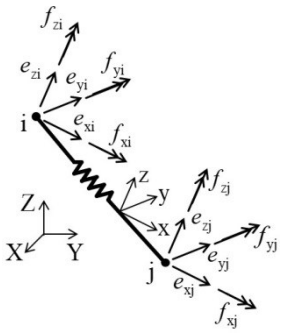
Componenti di sollecitazione	
exx	Deformazione assiale in direzione locale x
eyy	Deformazione assiale in direzione locale y
ezz	Deformazione assiale in direzione locale z
exy	Deformazione da taglio nel piano locale *xy*
exz	Deformazione da taglio nel piano locale *xz*
eyz	Deformazione da taglio nel piano locale *yz*
e1	Deformazione principale massima
e2	Deformazione principale media
e3	Deformazione principale minima
ae1	Angolo della direzione della deformazione principale massima
ae2	Angolo della direzione della deformazione principale media
ae3	Angolo della direzione della deformazione principale minima
ae	Angolo della direzione della deformazione principale





6.1.22. Deformazioni dell'elemento a molla

Componenti di deformazione	*Deformazioni nelle direzioni locali*
ex	$e_x = e_{xj} - e_{xi}$
ez	$e_y = e_{yj} - e_{yi}$
ez	$e_z = e_{zj} - e_{zi}$
	Deformazioni rotazionali sugli assi locali
fx	$f_x = f_{xj} - f_{xi}$
fy	$f_y = f_{yj} - f_{yi}$
fz	$f_z = f_{zj} - f_{zi}$



6.1.23. Tensioni Elemento Reticolare/Trave/Nervatura

Le modalità di visualizzazione dei risultati di tensione sono gli stessi che per le sollecitazioni. Anche la tabella dei risultati di tensione è simile a quella per le sollecitazioni.

Elemento Reticolare

Il valore di tensione $S_X = N_X/A_x$ viene calcolato per ogni elemento reticolare.
Un valore positivo indica trazione .

Trave/ Nervatura

I seguenti valori della tensione sono calcolati nei punti predefiniti della sezione trasversale dell'elemento trave/nervatura:

La tensione normale per trazione/compressione e momento flettente è calcolato trascurando la tensione di svergolamento:

$$S_{x,i} = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y I_z + M_z I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} z_i - \frac{M_z I_y + M_y I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} y_i$$

dove y_i, z_i sono le coordinate dei punti in cui è calcolata la tensione. Il valore della tensione positivo significa trazione nella sezione trasversale.
La tensione di taglio risultante è calcolata dal taglio e torsione (Saint-Venant) ignorando la deformazione di taglio per svergolamento. [16, 42]

Per le sezioni trasversali con profilo spesso $V_i = \sqrt{V_{y,i}^2 + V_{z,i}^2}$,

dove le componenti di tensione per taglio sono:

$$V_{y,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial y}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial y}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)_i - z_i\right)$$

$$V_{z,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial z}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)_i + y_i\right)$$

Φ_y e Φ_z sono le funzioni di tensione tangenziale per il taglio nella direzione y e z, ω è la funzione di svergolamento.

Per le sezioni trasversali con profilo sottile:

$$V_i = \left| \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial s}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial s}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial s}\right)_i + m_i\right) \right| + \frac{M_x}{I_x} t_i ,$$

dove gli ultimi due termini sono la tensione di taglio da torsione derivati dal flusso di taglio per sottosezioni chiuse e aperte. m_i è la distanza del centro di gravità dal segmento, t_i è lo spessore della parete del segmento. ω, Φ_y e Φ_z sono valori nel centro della linea.

Le tensioni di Von Mises sono definite come: $S_{o,i} = \sqrt{S_{x,i}^2 + 3V_i^2}$

Se una sezione trasversale contiene due o più parti separate V_i e S_o non sono calcolati.

Tensioni di taglio: $V_{y,mean} = V_y/A_x$, $V_{z,mean} = V_z/A_x$
Se *Ay, Az = 0* allora *Ay=Az=Ax.*

Sollecitazione delle sezioni trasversali composte

Le sollecitazioni ponderate del modulo [16, capitolo 1.2] sono calcolate per ogni parte delle sezioni trasversali composte. I moduli di riferimento E_{ref} e G_{ref} appartengono al materiale della parte esterna della sezione trasversale.

Lo sforzo normale a trazione/compressione e flessione viene calcolato ignorando lo sforzo deformazione:

$$S_{x,i} = \frac{E_i}{E_{ref}}\left(\frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y I_z + M_z I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} z_i - \frac{M_z I_y + M_y I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} y_i\right)$$

dove y_i, z_i sono le coordinate del punto di sforzo e E_i è il modulo di Young della parte a cui appartiene il punto di sforzo.
Lo sforzo di taglio risultante è calcolato da taglio e torsione (Saint-Venant) che trascurano lo sforzo di taglio deformazione.

Per punti di sforzo appartenenti a parti con pareti spesse $V_i = \sqrt{V_{y,i}^2 + V_{z,i}^2}$,

dove i componenti di sollecitazione di taglio sono:

$$V_{y,i} = \frac{G_i}{G_{ref}}\left(\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial y}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial y}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)_i - z_i\right]\right)$$

$$V_{z,i} = \frac{G_i}{G_{ref}}\left(\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial z}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)_i + y_i\right]\right)$$

dove Φ_y e Φ_z sono le funzioni dello sforzo di taglio per taglio in direzione y e z, ω è la funzione di deformazione e G_i è il modulo di taglio della parte a cui appartiene il punto di sforzo.

Per i punti di sforzo appartenenti a parti con pareti sottili:

$$V_i = \frac{G_i}{G_{ref}}\left\{\left|\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial s}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial s}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial s}\right)_i - m_i\right]\right| + \frac{M_x}{I_x} t_i\right\}$$

dove gli ultimi due termini sono lo sforzo di taglio da torsione derivato dal flusso di taglio in sottosezioni chiuse e aperte. m_i è la distanza del centro di gravità dal segmento, t_i è lo spessore del muro del segmento. ω, Φ_y e Φ_z sono i valori della linea centrale.

Lo sforzo Von Mises è definito come $S_{o,i} = \sqrt{S_{xi}^2 + 3V_i^2}$

☞ ***I punti di sollecitazione sul perimetro delle due componenti della sezione trasversale appartengono sempre alla sezione trasversale a parete sottile.***

Per sezioni trasversali composite $V_{y,mean}$ e $V_{z,mean}$ non è calcolato.

☞ ***Il metodo di calcolo ponderato del modulo si basa sul presupposto che non vi sia alcuna connessione di taglio tra le parti della sezione trasversale composita. Tuttavia, non ha effetto per lo sforzo normale, a causa della coincidenza del centro di gravità delle parti. Ma lo sforzo di taglio sarebbe diverso se ci fosse una connessione di taglio.***

Travi 7DOF

Nel caso di travi 7DOF si considerano anche le sollecitazioni di deformazione [16, 42].

Sollecitazioni normali da trazione/compressione, flessione e orditura vincolata:

$$S_{x,i} = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y I_z + M_z I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} z_i - \frac{M_z I_y + M_y I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} y_i + \frac{B}{I_\omega}\omega_i$$

dove y_i, z_i sono le coordinate dei punti di sollecitazione e ω_i è la misura della deformazione. Un valore di sollecitazione positivo significa tensione nella sezione trasversale.
La sollecitazione di taglio risultante è calcolata dal taglio, dalla torsione (Saint-Venant) e dalla deformazione vincolata.

Per le sezioni trasversali a parete spessa $V_i = \sqrt{V_{y,i}^2 + V_{z,i}^2}$,

dove le componenti della sollecitazione di taglio sono:

$$V_{y,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial y}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial y}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)_i - z_i\right] + \frac{M_w}{I_\omega}\left(\frac{\partial \Phi_\omega}{\partial y}\right)_i$$

$$V_{z,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial z}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)_i + y_i\right] + \frac{M_w}{I_\omega}\left(\frac{\partial \Phi_\omega}{\partial z}\right)_i$$

dove Φ_y e Φ_z sono le funzioni di sollecitazione di taglio in direzione y e z, Φ_ω è la funzione di sforzo di taglio per la deformazione e ω è la funzione di deformazione.

Per sezioni a parete sottile:

$$V_i = \left|\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial s}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial s}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial s}\right)_i - m_i\right] + \frac{M_w}{I_\omega}\left(\frac{\partial \Phi_\omega}{\partial s}\right)_i\right| + \frac{M_x}{I_x} t_i$$

dove gli ultimi tre termini sono la sollecitazione di taglio da torsione derivata dal flusso di taglio nelle sottosezioni chiuse, da deformazione e da torsione derivata dal flusso di taglio nelle sottosezioni aperte. m_i è la distanza del centro di gravità dal segmento, t_i è lo spessore della parete del segmento. ω, Φ_y, Φ_z e Φ_ω sono i valori della linea centrale.

La sollecitazione di Von Mises è definita come $S_{o,i} = \sqrt{S_{xi}^2 + 3V_i^2}$

Ulteriori componenti di sollecitazione per materiale non lineare

NL elastico / deformazione basata sul modello di materiale

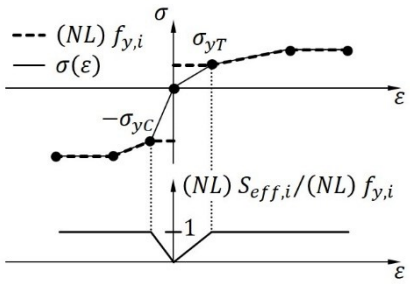
Tensione efficace.
Solo le sollecitazioni normali influiscono sul comportamento non lineare degli elementi reticolari, travi e nervature. La sollecitazione di taglio non ha alcun effetto (ulteriori informazioni vedere *Bibliografia* [5])

$$(NL)\ S_{eff,i} = |S_{x.i}|$$

Forza di snervamento efficace
È l' effettivo limite di proporzionalità influenzato dal segno e dall'entità dello sforzo normale

$$(NL)\ f_{y,i} = \begin{cases} \sigma(\varepsilon_{eff,i}) & if \quad S_{x,i} > \sigma_{yT} \\ \sigma_{yT} & if \quad 0 \le S_{x,i} \le \sigma_{yT} \\ \sigma_{yC} & if \quad -\sigma_{yC} \le S_{x,i} \le 0 \\ \left|\sigma(-\varepsilon_{eff,i})\right| & if \quad S_{x,i} < -\sigma_{yC} \end{cases}$$

Dove σ_{yT} e σ_{yC} sono i punti più vicini dello schema sollecitazione-deformazione del materiale (***Vedi...*** *3.1.15 Libreria Materiali*) nella zona positiva e negativa $\varepsilon_{eff,i}$ è la deformazione effettiva [(NLE) *eeff,* ***Vedi...*** *6.1.18 Tensione da deformazione puntuale negli elementi reticolari, travi e nervature]*



Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

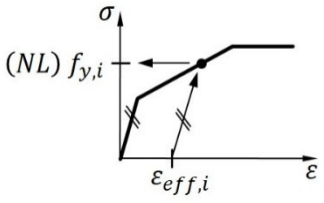
Plastico / Modello di materiale Von Mises

Tensione efficace.
Solo le sollecitazioni normali influiscono sul comportamento non lineare degli elementi reticolari, travi e nervature. La sollecitazione di taglio non ha alcun effetto [5]

$$(NL)\ S_{eff,i} = \left|S_{r,x.i}\right|$$

dove $S_{r,x,i} = S_{x,i} - B_{x,i}$ è lo stress relativo rispetto al centro della superficie di resa. ***Vedi...*** *3.1.15 Libreria Materiali*

Forza di snervamento effettiva
È la forza di snervamento reale influenzata dall' effetto di indurimento. Viene calcolato sulla base del diagramma sollecitazione-deformazione del materiale (***Vedi...*** *3.1.15 Libreria Materiali*)



dove $\varepsilon_{eff,i}$ è la deformazione plastica efficace (NLP) *eeff,* ***vedi...*** *6.1.18 Tensione da deformazione puntuale negli elementi reticolari, travi e nervature*
Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizazo_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Plastico / Modello materiale Bresler-Pister

Tensione efficace.
Solo le sollecitazioni normali influiscono sul comportamento non lineare degli elementi reticolari, travi e nervature. La sollecitazione di taglio non ha alcun effetto [5]

$$(NL)\ S_{eff,i} = |S_{x.i}|$$

Forza di snervamento effettiva
E' la forza di snervamento reale influenzata dal segno della sollecitazione normale:

$$(NL)\ f_{y,i} = \begin{cases} \sigma_{yT} & if \quad S_{x,i} \geq 0 \\ \sigma_{yC} & if \quad S_{x,i} < 0 \end{cases}$$

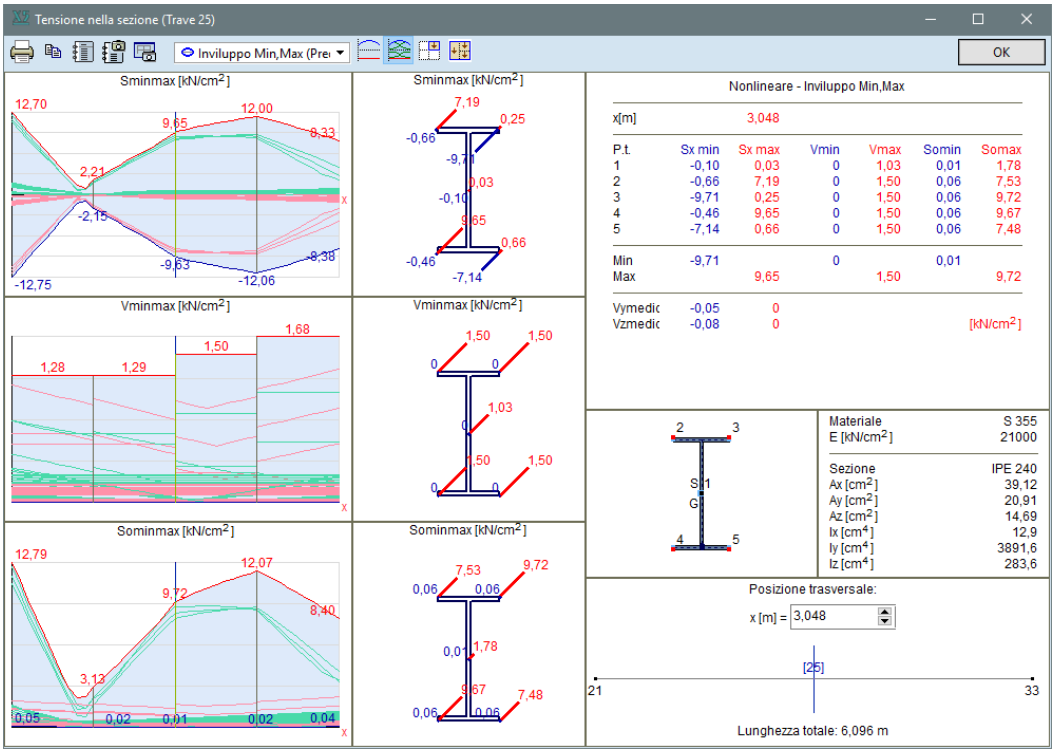
dove σ_{yT} e σ_{yC} sono la resistenza alla trazione e alla compressione della forza di snervamento (***Vedi...*** *3.1.15 Libreria Materiali*)

Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Le tensioni delle travi Smin max, Vmin max, So min max sono i valori minimi/massimi all'interno della sezione trasversale e sono visualizzati come tensioni interne.
È possibile fare clic su un elemento di trave/nervatura per mostrare i diagrammi di tensione. Alla sinistra vengono mostrati lungo la linea i valori minimi/massimi. Trascinando la linea blu con il mouse la posizione di valutazione può essere cambiata. I diagrammi centrali e le tabelle di visualizzazione illustrano la distribuzione della tensione all'interno della sezione al punto di valutazione.

Scegliere più elementi prima di cliccare per mostrarli in un diagramma. Più travi/nervature continue possono essere comprese in un diagramma se le condizioni descritte in sezione *6.1.10 Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave* sono soddisfatte.



È possibile mostrare i diagrammi che corrispondono a qualsiasi caso o combinazione di carico, così come gli inviluppi. È possibile accendere e spegnere la visualizzazione di inviluppi e posizionare il cursore dove si desiderano i risultati mostrati.

Salvare diagrammi nella Libreria Immagini

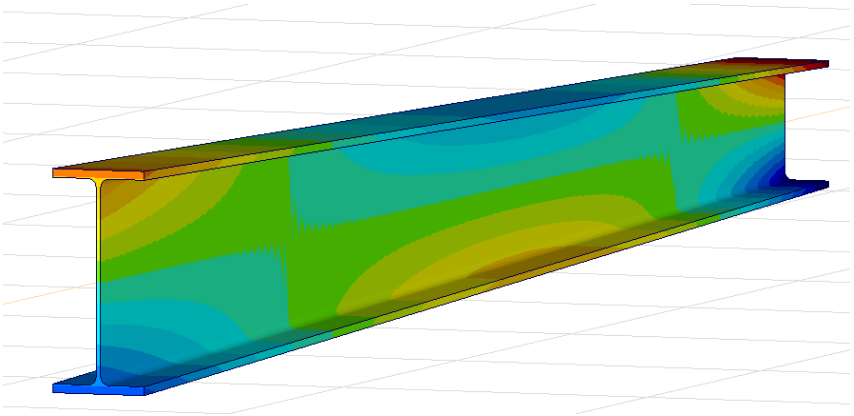
I diagrammi associativi possono essere salvati nella Libreria Immagini Le immagini di questa libreria possono essere inseriti in relazioni di calcolo. Dopo aver cambiato e ricalcolato la struttura, i diagrammi dei modelli nella libreria e nei rapporti cambiano di conseguenza.

☞ ***Scegliendo l'inviluppo o le combinazioni critiche apparirà solo uno dei componenti minimo e massimi. Se i valori estremi sono situati in una sola sezione trasversale si vedranno anche i valori degli altri componenti. Altrimenti apparirà uno * e la posizione di sezione trasversale sarà la prima.***

Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Visualizzazione dei risultati su un modello solido

La distribuzione della tensione nella sezione trasversale della trave può essere visualizzata nella modalità di visualizzazione dei risultati del modello solido.



6.1.24. Tensioni Elementi Bidimensionali

In ogni nodo degli elementi vengono calcolate le seguenti componenti di tensione nella fibra superiore, centrale e inferiore.

Componente	Membrana	Piastra	Guscio
s_{xx}	$s_{xx}=\frac{n_x}{t}$	$s_{xx}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_x$	$s_{xx}=\frac{n_x}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_x$
s_{yy}	$s_{yy}=\frac{n_y}{t}$	$s_{yy}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_y$	$s_{yy}=\frac{n_y}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_y$
s_{xy}	$s_{xy}=\frac{n_{xy}}{t}$	$s_{xy}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_{xy}$	$s_{xy}=\frac{n_{xy}}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_{xy}$
s_{xz}		$s_{xz}=\frac{3v_{xz}}{2t}$	$s_{xz}=\frac{3v_{xz}}{2t}$
s_{yz}		$s_{yz}=\frac{3v_{yz}}{2t}$	$s_{yz}=\frac{3v_{yz}}{2t}$
s_1	$s_1=\frac{s_x+s_y}{2}+\sqrt{\left(\frac{s_x-s_y}{2}\right)^2+s_{xy}^2}$		
s_2	$s_2=\frac{s_x+s_y}{2}-\sqrt{\left(\frac{s_x-s_y}{2}\right)^2+s_{xy}^2}$		
α_s	$\mathrm{tg}(2\alpha_s)=\frac{2s_{xy}}{s_x-s_y}$		

☞ ***Nel caso di membrane a deformazione piana $s_{zz}\neq 0$, ed è determinata come:*** $s_{ZZ}=\nu^*(s_{XX}+s_{YY})$.

Tensioni di Von Mises

Viene calcolata la tensione ideale di Von Mises:

$$s_0=\sqrt{0.5\left[(s_{xx}-s_{yy})^2+(s_{yy}-s_{zz})^2+(s_{zz}-s_{xx})^2\right]+3\left(s_{xy}^2+s_{yz}^2+s_{zx}^2\right)}$$

Ulteriori componenti di sollecitazione per materiale non lineare

NL elastico / modello di materiale basato sulla forza di deformazione

Tensione efficace

$$(NL)\ s_{eff} = \sqrt{s_{xx}^2 + s_{yy}^2 + s_{zz}^2 - 2\nu\left(s_{xx}s_{yy} + s_{xx}s_{zz} + s_{yy}s_{zz}\right) + 2(1+\nu)s_{xy}^2}$$

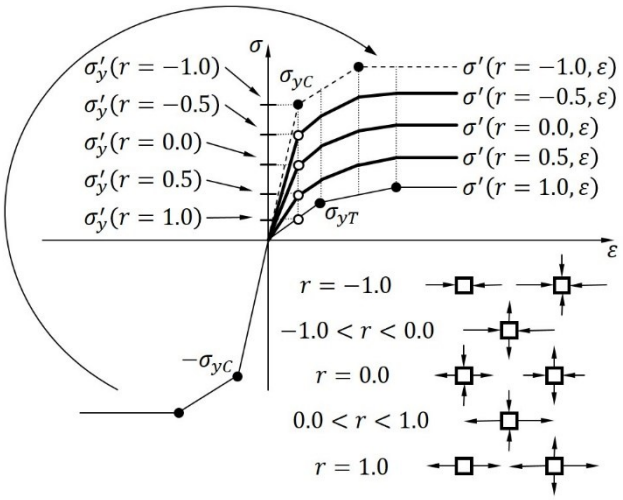
☞ ***Solo le sollecitazioni normali s_{xx}, s_{yy}, s_{zz} e le sollecitazioni di taglio s_{xy} influenzano il comportamento non lineare degli elementi superficiali. Le sollecitazioni di taglio s_{xz} e s_{yz} non hanno alcun effetto. Per ulteriori informazioni vedere*** *Bibliografia* **[5]**

Forza di snervamento effettiva

È il limite di proporzionalità influenzato dall' effettivo stato di sollecitazione multiassiale:

$$(NL)\ f_y = \begin{cases} \sigma_y'(r) & \text{if } \ 0 \le s_{eff} \le \sigma_y'(r) \\ \sigma'\left(r, \varepsilon_{eff}\right) & \text{if } \ s_{eff} > \sigma_y'(r) \end{cases}$$

dove $\sigma'(r,\varepsilon)$ è il diagramma interpolato sollecitazione-deformazione relativo all' effettivo stato di sollecitazione multiassiale, $\sigma_y'(r)$ è il suo punto più vicino all' origine ε_{eff} è la sua deformazione effettiva [(NLE) *eeff*, ***vedere...*** *6.1.20 Tensione da deformazione puntuale negli elementi superficiali*



dove r è il rapporto dei componenti di trazione e compressione dello stato di sollecitazione multiassiale:

$$r = \begin{cases} -1 & if \ \ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} < -1 \\ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} & if \ \ -1 \le \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} \le 1 \\ 1 & if \ \ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} > 1 \end{cases}$$

dove I_1 è la prima costante del tensionatore di resistenza e σ_{VM} è lo sforzo equivalente von Mises:

$$I_1 = s_{xx} + s_{yy} + s_{zz}$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{0.5\left[\left(s_{xx} - s_{yy}\right)^2 + \left(s_{yy} - s_{zz}\right)^2 + (s_{zz} - s_{xx})^2\right] + 3s_{xy}^2}$$

Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo = \frac{(NL)\ s_{eff}}{(NL)\ f_y}$$

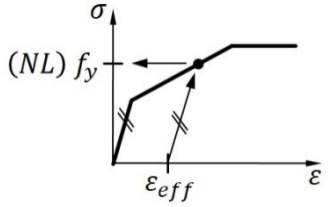
Plastico di Von Mises:

$$(NL)\ s_{eff} = \sqrt{0.5\left[\left(s_{r,xx} - s_{r,yy}\right)^2 + \left(s_{r,yy} - s_{r,zz}\right)^2 + \left(s_{r,zz} - s_{r,xx}\right)^2\right] + 3s_{r,xy}^2}$$

dove $s_{r,xx} = s_{xx} - b_{xx}$, $s_{r,yy} = s_{yy} - b_{yy}$, $s_{r,zz} = s_{zz} - b_{zz}$ e $s_{r,xy} = s_{xy} - b_{xy}$ sono le sollecitazioni relative rispetto al centro della superficie di snervamento. ***Vedi...*** *3.1.15 Libreria Materiali*

☞ ***Solo le sollecitazioni normali s_{xx}, s_{yy}, s_{zz} e le sollecitazioni di taglio s_{xy} influenzano il comportamento non lineare degli elementi superficiali. Le sollecitazioni di taglio s_{xz} e s_{yz} non hanno alcun effetto*. [5]**

Forza di snervamento effettiva
È la forza di snervamento influenzata dall' effetto di indurimento. Viene calcolata sulla base del diagramma sollecitazione-deformazione del materiale (***vedere…*** *3.1.15 Libreria Materiali*)



dove ε_{eff} è la deformazione plastica effettiva *(NLP) eeff*, ***vedi…*** *6.1.20 Tensione da deformazione puntuale negli elementi superficiali*

Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo = \frac{(NL)\ s_{eff}}{(NL)\ f_y}$$

Plastica/ Modello di Bresler-Pister

La tensione effettiva è definita dalla distanza euclidea del punto [s_ (r, 1), s_ (r, 2), s_ (r, 3)] dal centro della superficie di snrvamento nello spazio delle tensioni principali:

$$(NL)\ s_{eff} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}$$

dove $[s_1, s_2, s_3]$ è la tensione principale rappresentata dallo stato di tensione$[\boldsymbol{s_{xx}, s_{yy}, s_{zz}, s_{xy}}]$. ***vedi…*** *3.1.15 Libreria Materiali*

☞ ***Solo le tensioni normali s_{xx}, s_{yy}, s_{zz} e la sollecitazione di taglio s_{xy} influenzano il comportamento materialmente non lineare degli elementi di superficie. Il taglio sottolinea che s_{xz} e s_{yz} non hanno alcun effetto. [5]***

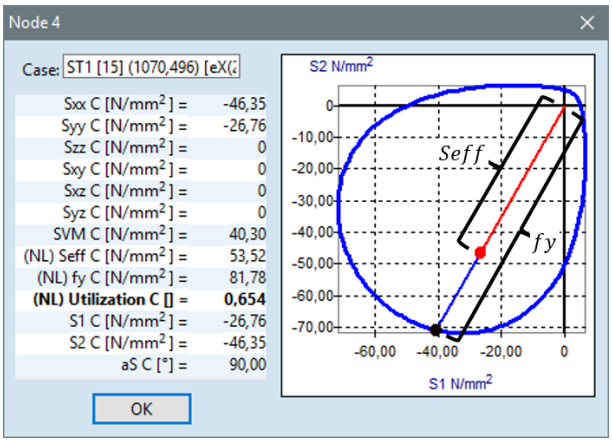
Resistenza effettiva dello snervamento
È la resistenza di snervamento influenzata dallo stato di tensione:

$$(NL)\ f_y = \sigma(s_1, s_2, s_3)$$

dove $\sigma(s_1, s_2, s_3)$ è il punto della superficie di snervamento determinata dall'attuale stato di tensione (ved la figura sotto e ***vedi…*** *3.1.15 Libreria Materiali*)

Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo = \frac{(NL)\ s_{eff}}{(NL)\ f_y}$$



Stato di tensione per materiali non lineari

È un componente risultato per identificare le regioni tese, compresse e a taglio della struttura. Il suo valore numerico si basa sul valore del cosiddetto *fattore di triassialità della tensione* che è il rapporto tra la componente di tensione idrostatica e deviante.

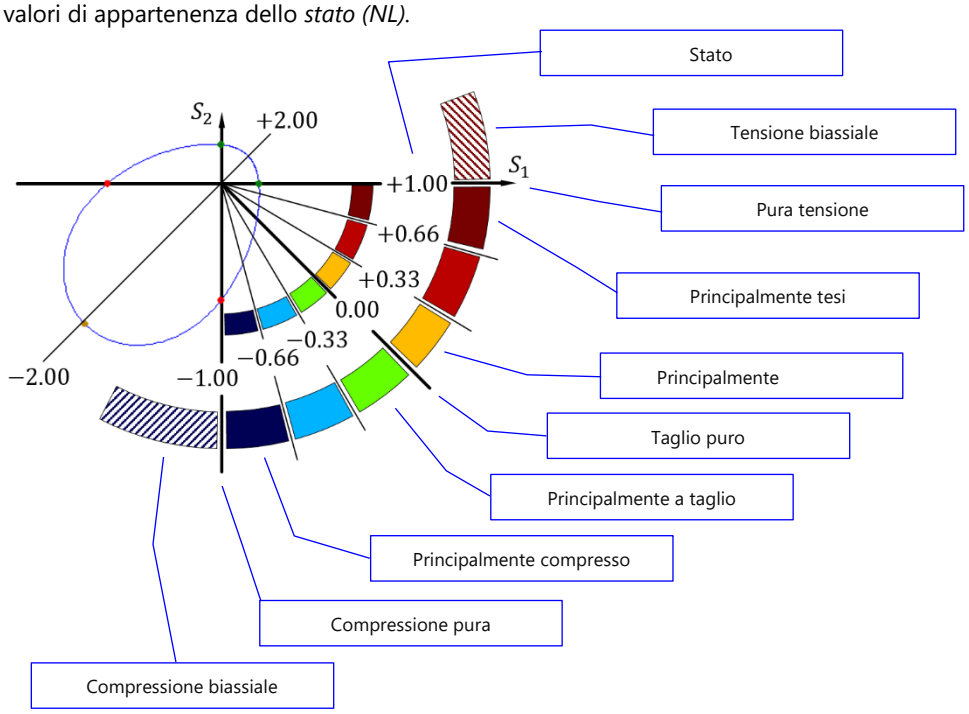
$$(NL)\ Stato = 3\frac{\sigma_m}{\sigma_{VM}}$$

dove σ_m è la tensione idrostatica o media e σ_{VM} è la tensione caratteristica equivalente di von Mises per gli sforzi devianti o di taglio:

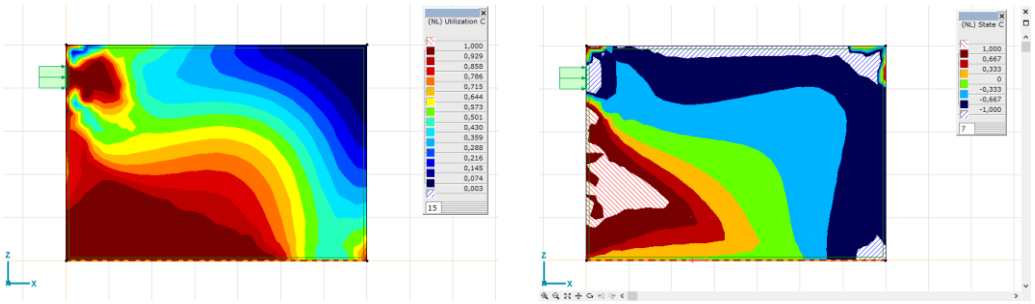
$$\sigma_m = \frac{s_{xx} + s_{yy} + s_{zz}}{3}$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{0.5\left[\left(s_{xx} - s_{yy}\right)^2 + \left(s_{yy} - s_{zz}\right)^2 + (s_{zz} - s_{xx})^2\right] + 3s_{xy}^2}$$

L'immagine seguente mostra lo stato di sollecitazione sul piano delle tensioni principali S1-S2 con i valori di appartenenza dello *stato (NL)*.



Usando *(NL) L'utilizzo* insieme a *Stato (NL)* le regioni critiche e la modalità di errore di esse possono essere determinate.

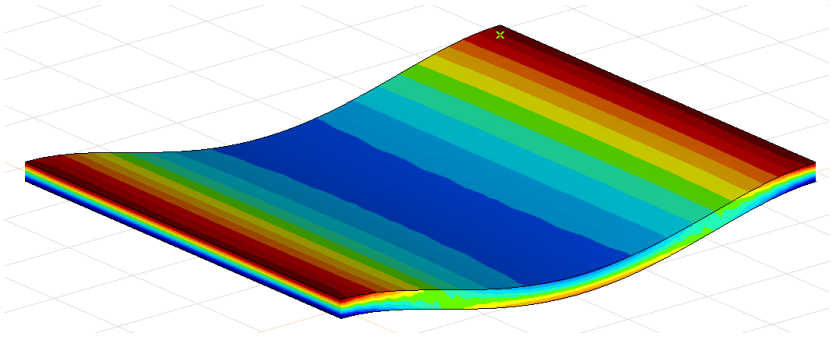


I valori di tensione possono essere visualizzati come diagrammi, diagrammi di sezione, come isolinee o isosuperfici.

Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Visualizzazione dei risultati su un modello solido

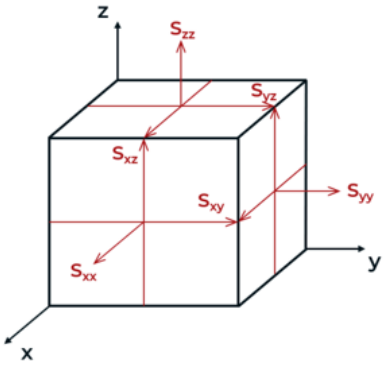
I valori superiori e inferiori delle sollecitazioni superficiali possono essere visualizzati simultaneamente nella modalità di visualizzazione dei risultati del modello solido.



6.1.25. Sollecitazioni dell'elemento solido

Per ogni nodo dell'elemento solido vengono calcolate le seguenti componenti di sollecitazione:

Componenti di tensione	
Sxx	Tensione assiale in direzione locale x
Syy	Tensione assiale in direzione locale y
Szz	Tensione assiale in direzione locale z
Sxy	Sforzo di taglio nel piano locale xy
Sxz	Sforzo di taglio nel piano locale xz
Syz	Sforzo di taglio nel piano locale yz
Seff	Per i materiali lineari, questa è la tensione di Von Mises: $S_{eff} = \sqrt{0.5\left[\left(S_{xx}-S_{yy}\right)^2+\left(S_{yy}-S_{zz}\right)^2+\left(S_{zz}-S_{xx}\right)^2\right]+3\left(S_{xy}^2+S_{xz}^2+S_{yz}^2\right)}$
S1	Tensione principale massima
S2	Tensione principale media
S3	Tensione principale minima
aS1	Angolo della direzione della massima tensione principale
aS2	Angolo della direzione della media tensione principale
aS3	Angolo della direzione della minims tensione principale
aS	Angolo della direzione delle tensioni principali



6.1.26. Risultati non lineari dell'elemento a molla

Componenti del risultato	
e,x T	Deformazione nella direzione x locale
(NLP) e,x E	Deformazione elastica nella direzione x locale
(NLP) e,x P	Deformazione plastica nella direzione x locale
(NLP) eeff,x P	Deformazione plastica effettiva nella direzione x locale
(NLP) deeff,x P	Incremento effettivo della deformazione plastica nella direzione x locale (statica) Indice effettivo di deformazione plastica in direzione x locale (dinamica)
R,x	Forza elastica in direzione x locale
(NL) Fy,x	Forza limite effettiva nella direzione x locale
(NL) Util.,x	Utilizzo in direzione x locale
...,y	... in direzione locale y
...,z	... nella direzione z locale
e,xx T	Deformazione rotazionale sull'asse x locale
(NLP) e,xx E	Deformazione rotazionale elastica sull'asse x locale
(NLP) e,xx P	Deformazione rotazionale plastica attorno all'asse x locale
(NLP) eeff,xx P	Deformazione rotazionale plastica effettiva sull'asse x locale
(NLP) deeff,xx P	Incremento effettivo della deformazione plastica rotazionale sull'asse x locale (static) Indice effettivo di deformazione plastica rotazionale in direzione x locale (dinamica)
R,xx	Momento sull'asse x locale
(NL) My,xx	Momento limite effettivo sull'asse x locale
(NL) Util.,xx	Utilizzo rotazionale sull'asse x locale
...,yy	... sull'asse y locale
...,zz	... sull'asse z locale

Comportamento elastico NL

Forza limite attuale, momento limite attuale

È la forza limite effettiva influenzata dal segno del carico:

$$(NL)\ F_{y,x} = \begin{cases} F_{yT} & ha \quad R_x \geq 0 \\ F_{yC} & ha \quad R_x < 0 \end{cases}$$

dove F_{yT} e F_{yC}sono le forze limite definite dall'utente per tensione e compressione (***vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle*).

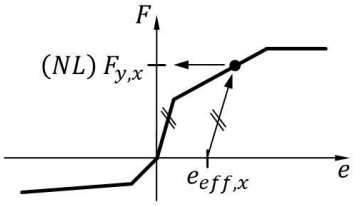
Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo_x = \left| \frac{R_x}{(NL)\ F_{y,x}} \right|$$

Comportamento plastico

Forza limite attuale, momento limite attuale

È la forza limite effettiva influenzata dall'effetto di irrigidimento. Viene calcolato sulla base del diagramma di spostamento della forza del materiale (***vedere...*** *3.1.17 Libreria delle caratteristiche della molle*):



dove $e_{eff,x}$ è l'effettiva deformazione plastica *((*NLP*) eeff, x P).*

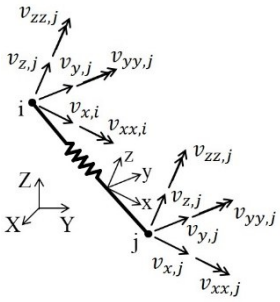
Utilizzo:

$$(NL)\ Utilizzo_x = \left| \frac{R_x}{(NL)\ F_{y,x}} \right|$$

6.1.27. Risultati dinamici dell'elemento a molla

Componenti traslazionali	*Descrizione*
(D) v,x	*Indice di deformazione della molla in direzione x locale* $v_x = v_{x,j} - v_{x,i}$
R,x	*Forza elastica in direzione x locale*
(D) R,x D	*Forza di smorzamento nella direzione x locale*
(D) R,x S	*Forza totale molla-ammortizzatore in direzione x locale* $\mathrm{(D)\ R,x\ S = R,x + (D)\ R,x\ D}$
...,y	*... in direzione y locale*
...,z	*... in direzione z locale*

Componenti rotazionali	*Descrizione*
(D) v,xx	*Indice di deformazione rotazionale della molla attorno all'asse x locale* $v_{xx} = v_{xx,j} - v_{xx,i}$
R,xx	*Momento della molla sull'asse x locale*
(D) R,xx D	*Momento di smorzamento sull'asse x locale*
(D) R,xx S	*Momento di smorzamento della molla totale nella direzione x locale* $\mathrm{(D)\ R,xx\ S = R,xx + (D)\ R,xx\ D}$
...,yy	*... attorno all'asse y locale*
...,zz	*... attorno all'asse z locale*



6.1.28. Linee di Influenza

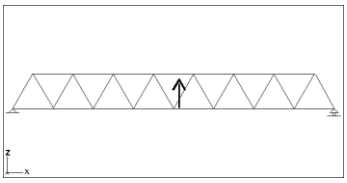
Visualizza le sollecitazioni di linea di influenza corrispondenti alle forze unitarie applicate 'Px', 'Py', 'Pz' agenti nella direzione positiva degli assi di coordinate globali. Una ordinata della linea di influenza rappresenta il valore della sollecitazione corrispondente che si sviluppa nella sezione relativa a causa di una forza unitaria applicata nella posizione dell'ordinata.

Elemento Reticolare

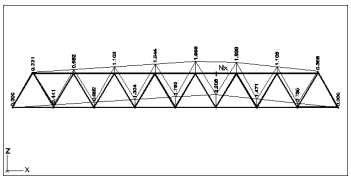
Cliccando un elemento reticolare viene mostrato il valore dell'ordinata massima assoluta degli elementi.

Visualizzazione dei diagrammi delle linee di influenza per sforzo normale in una struttura reticolare.

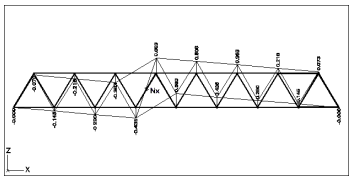
Forza unitaria in direzione z.



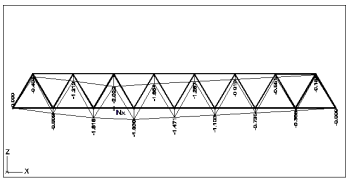
Linea di influenza del corrente superiore.



Linea di influenza di un elemento reticolare.



Linea di influenza del corrente inferiore.

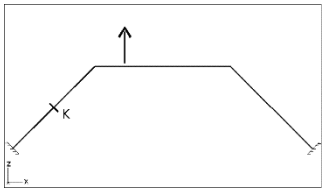


Trave

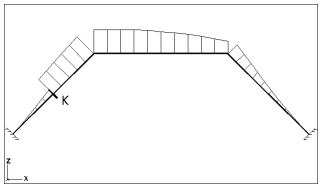
Cliccando una trave viene mostrato il valore dell'ordinata massima assoluta degli elementi e la sua posizione.

Visualizzazione dei diagrammi di linea di influenza per sollecitazioni di un telaio:

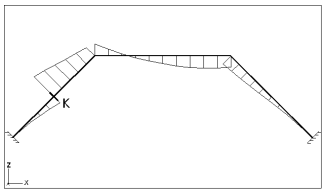
Forza unitaria in direzione Z.



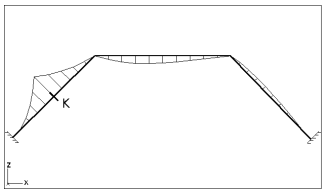
Linea di influenza di Nx.



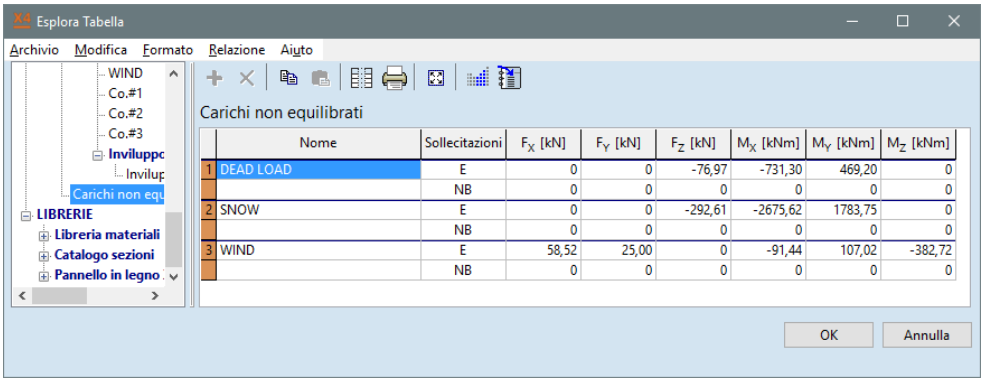
Linea di influenza di Vz.



Linea di influenza di My.



6.1.29. Carichi non Equilibrati



Per ogni caso di carico vengono calcolate le componenti globali risultanti delle forze e delle coppie esterne (E). La tabella mostra anche in ogni caso le componenti globali dei carichi non equilibrati risultanti sui nodi. Se qualcuna di queste componenti non è nulla le componenti corrispondenti della forza esterna non sono equilibrate dalle reazioni di appoggio elastico. In questo caso controllare se si è vincolato un grado di libertà in un nodo e si è applicato un carico nella direzione vincolata.

☞ ***Si raccomanda di controllare i carichi non equilibrati dopo ogni analisi.***

6.1.30. Risultati delle fasi di costruzione

Le analisi statiche vengono eseguite per le fasi costruttive specificate e per la cosiddetta fase finale. Naturalmente, i risultati dei carichi permanenti di costruzione applicati gradualmente sono presenti anche nella fase finale, ma questi risultati sono influenzati dalla sovrapposizione lineare delle fasi precedenti. I carichi non consentiti e non costruttivi sono analizzati solo nella fase finale.
Nell'analisi in fase di costruzione sono disponibili gli stessi componenti di risultato di un'analisi convenzionale. Le fasi e la fase finale sono visualizzate come nodi indipendenti nell'albero dei casi di carico. I risultati delle fasi di costruzione e della fase finale possono essere tracciati ed elencati separatamente. Questo vale anche per la finestra delle tabelle dei risultati (***vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*). In molti casi, le frecce aiutano a passare facilmente da una fase di costruzione all'altra.
Le informazioni relative alla fase indagata sono visualizzate nelle finestre informative, se disponibili.

Risultati non validi

In caso di modifiche (attivazione o disattivazione di elementi, ecc.) che rendono non validi i risultati dell'analisi, i risultati della fase di costruzione e delle fasi successive vengono cancellati. In questo caso, è possibile eseguire l'analisi statica per le *Fasi di costruzione non ancora analizzate* (***vedere...*** *5.1.1 Analisi delle fasi di costruzione - Modulo STG*)

File axe e stg

In genere, i dati del modello sono memorizzati in file *axs*, mentre i risultati dell'analisi sono memorizzati in file *axe*. Nel caso dell'analisi per fasi di costruzione, i risultati delle fasi sono memorizzati in file *stg* e i risultati della fase finale sono ancora memorizzati in file *axe*. Il formato dei file *stg* è il seguente: *ModelName.stgX* dove X rappresenta l'indice della fase di costruzione.
È possibile trasferire il file *axe* solo insieme ai file *axs* per condividere i risultati nella fase finale. Va notato che alcuni risultati richiedono i risultati delle fasi. Se alcuni di questi risultati non sono stati calcolati, ma devono essere calcolati (ad esempio, l'utente crea una nuova fase), questo non sarà possibile senza i risultati memorizzati nei file *stg*.

Moduli di progettazione

I seguenti moduli di progettazione, nelle seguenti circostanze, sono funzionali a ogni fase di costruzione:

RC1 Progettazione di armature superficiali per superfici in cemento armato, calcolo dell'ampiezza delle fessure e verifica delle armature longitudinali nelle superfici
RC2 Progettazione e verifica di colonne e travi in cemento armato
RC3 Calcolo della resistenza al taglio e dell'armatura per piastre e gusci
RC6 Analisi sforzo-deformazione di superfici cemento armato
SD1 Progettazione e verifica di elementi lineari in acciaio
SD9 Ottimizzazione della sezione trasversale in acciaio
TD1 Progettazione e verifica di elementi lineari in legno
TD9 Ottimizzazione della sezione trasversale in legno
CLT Progettazione di domini CLT

I seguenti moduli di progettazione nelle seguenti circostanze sono funzionali solo per l'ultima fase di costruzione e per lo stato finale (la struttura è la stessa in entrambi i casi)

RC3 Analisi del punzonamento
RC4 Progettazione della fondazione
RC5 Progettazione di nuclei e pareti in cemento armato
RC6 Analisi sforzo-deformazione di elementi lineari in cemento armato e travi virtuali con armatura reale
MD1 Progettazione di pareti in muratura

6.2. Instabilità



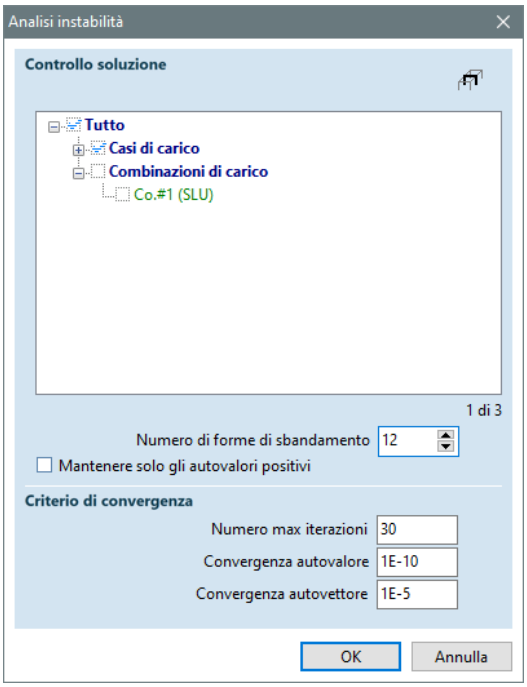
Avvio delle analisi

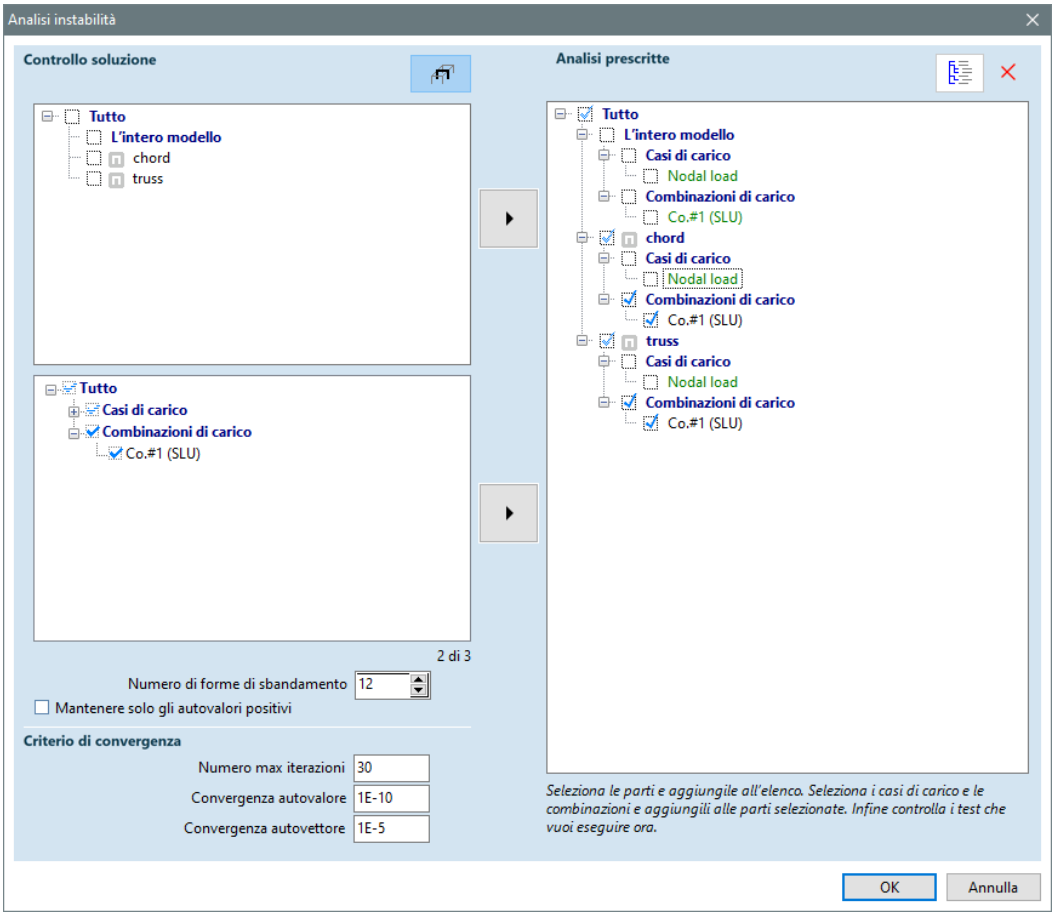
Per avviare l'analisi di buckling, fare clic sulla prima icona della barra degli strumenti. Selezionare i casi di carico e le combinazioni di carico per cui si desidera eseguire l'analisi agli autovalori nel pannello di *controllo della soluzione*. Impostare i criteri di convergenza e il numero di forme da determinare.



Analisi di buckling di parti

Per impostazione predefinita, il software tiene conto degli effetti del secondo ordine sull'intero modello. Facendo clic sul pulsante in alto a destra, è possibile eseguire l'analisi di instabilità solo per una parte della struttura (***vedere*** *... 2.16.17 Parti*). In questo modo la matrice di rigidezza geometrica contenente gli effetti del secondo ordine includerà solo gli elementi all'interno della parte selezionata, mentre gli effetti del secondo ordine saranno ignorati sugli altri elementi. Il resto della struttura fornirà un supporto elastico alla parte selezionata con la sua rigidezza originale.





Nel pannello *Analisi previste*, è possibile impostare le analisi di buckling da eseguire per l'intera struttura o per le parti selezionate. Selezionare le parti dall'albero a sinistra e aggiungerle all'albero a destra con il pulsante freccia in alto. I casi di carico e le combinazioni di carico possono essere assegnati alle parti selezionate a destra con il pulsante freccia in basso. Dopo aver chiuso la finestra di dialogo con OK, il programma esegue le analisi degli autovalori solo per i casi controllati nell'albero a destra.
Le analisi di buckling per le parti strutturali possono essere utilizzate efficacemente per trovare le forme di buckling e i moltiplicatori di carico critici per gli elementi di modelli grandi e complessi.

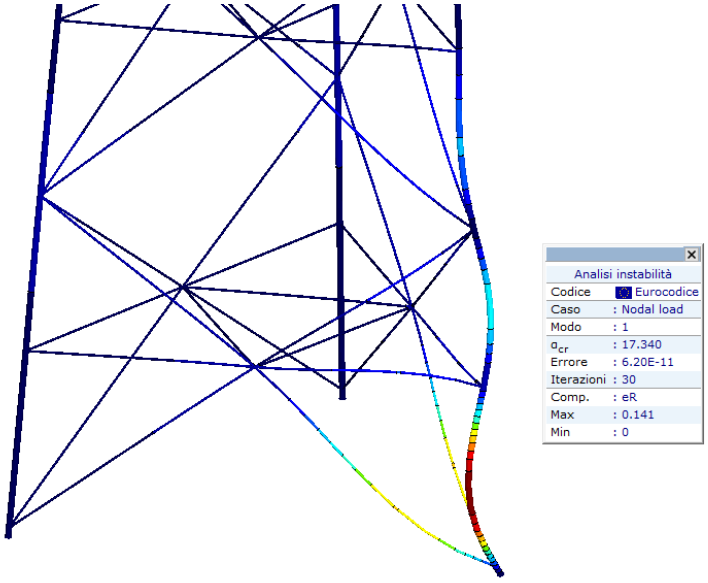
☞ ***L'applicazione dell'analisi di buckling solo per una parte strutturale richiede un'attenzione particolare e gli elementi inclusi nella parte devono essere selezionati con cura.***

L'analisi può sovrastimare significativamente il carico critico se gli effetti del secondo ordine sono significativi per gli elementi di supporto non inclusi nella parte strutturale.

Risultati dell'analisi di buckling

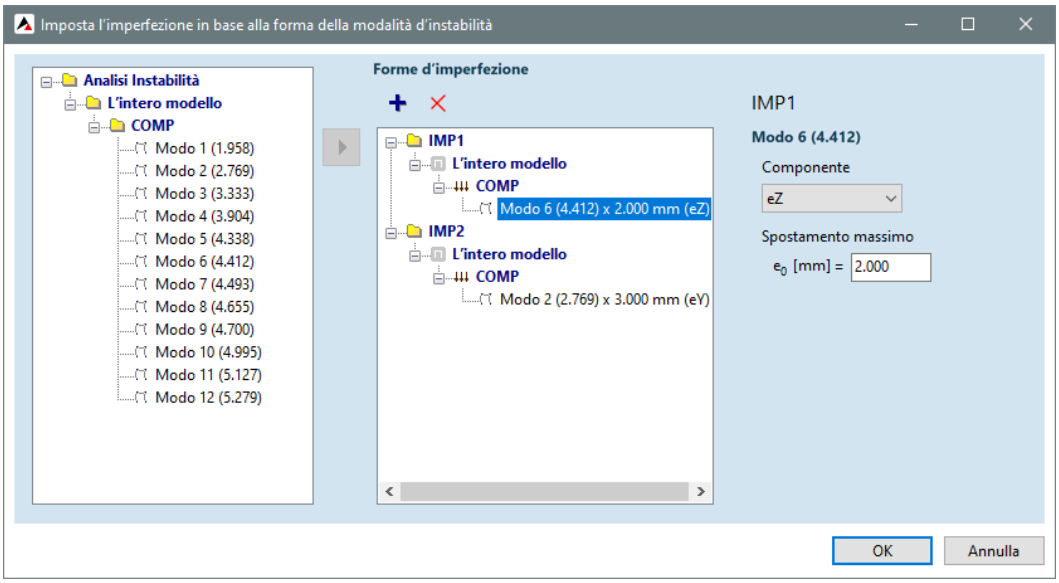
La forma di instabilità viene visualizzata nella finestra del modello, mentre i risultati sono disponibili nel *Browser tabelle*.
La finestra Info visualizza le seguenti informazioni:

α_{cr}	il moltiplicatore di carico critico
Errore	errore relativo dell'autovalore
Iterazioni	il numero di iterazioni eseguite fino al raggiungimento della convergenza



6.2.1. Creazione di imperfezione geometrica da forme di instabilità - modulo IMP

Il modulo permette di prendere in considerazione le imperfezioni creando una geometria imperfetta scalando e sovrapponendo forme di instabilità. Gli effetti del secondo ordine delle imperfezioni possono essere considerati tramite un'analisi geometricamente non lineare eseguita con una geometria imperfetta.



L'albero a sinistra elenca le forme del modo di instabilità ottenute dall'analisi di instabilità. L'albero al centro mostra le forme di imperfezione costruite dalle forme di instabilità disponibili. I parametri assegnati ad ogni forma di instabilità possono essere impostati sul lato destro della finestra.

Crea una nuova forma di imperfezione

Elimina le forme o i componenti imperfetti. In caso di selezione multipla, tutti gli elementi selezionati vengono cancellati. L'eliminazione di un caso di carico elimina tutte le forme di instabilità associate, l'eliminazione di una forma imperfetta elimina tutti i casi di carico e le forme di instabilità associate.

Usa il pulsante *Aggiungi* per aggiungere le forme di instabilità selezionate nell'albero di sinistra alle forme imperfette selezionate al centro. Possono essere selezionate più forme di instabilità. Se viene selezionato un caso di carico di instabilità, tutte le forme associate vengono copiate. Più imperfezioni o i loro componenti possono essere selezionati nell'albero centrale. Le forme di instabilità selezionate vengono aggiunte ad ogni imperfezione interessata dalla selezione. Le forme di instabilità aggiunte sono organizzate automaticamente in cartelle di casi di carico, e non è possibile raggrupparle o cambiare il loro ordine. Se una forma di instabilità selezionata è già presente nell'imperfezione di destinazione, non viene aggiunta nuovamente.

☞ ***Le forme di instabilità selezionate possono anche essere aggiunte trascinandole su una forma imperfetta. Le forme selezionate saranno aggiunte solo alla destinazione dell'operazione di trascinamento.***

Componente, Spostamento massimo

Per creare imperfezioni, è necessario selezionare una componente o una risultante di spostamento o di rotazione. Il ridimensionamento e la sovrapposizione vengono eseguiti secondo le seguenti formule: Uno spostamento in scala o una rotazione devono essere specificati per ogni forma di instabilità. Le forme di instabilità sono scalate in modo che il valore assoluto della deformazione più grande nella direzione della componente selezionata sia uguale al valore assoluto del valore di scala. Il segno del valore di scala può essere usato per controllare se la direzione delle deformazioni della forma è uguale o opposta alla direzione della forma di deformazione.

$$IMP = \sum_{(i)} c_i \cdot \eta_{cr,i}$$

dove IMP è la forma imperfetta compilata, $\eta_{cr,i}$ *è la iesima forma di instabilità,* c_i *è il fattore dell'iesima forma di instabilità:*

$$c_i = \frac{e_{0,i}}{|\eta_{cr,i}|_{max}}$$

dove $e_{0,i}$ *è lo spostamento o la rotazione in scala,* $|\eta_{cr,i}|_{max}$ *è il valore assoluto della deformazione massima nella direzione del componente selezionato nell'iesima forma di instabilità.*

☞ ***Il componente inserito e il valore di scala sono applicati a tutte le forme selezionate.***

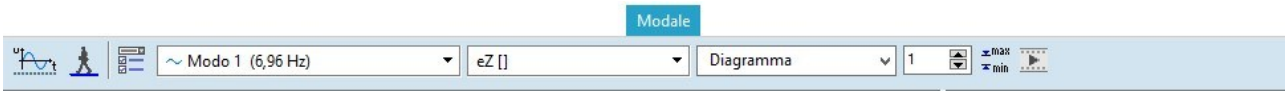
Le forme imperfette costruite sono aggiunte all'elenco a tendina della scheda di instabilità, in modo che possano essere visualizzate anche nella finestra principale.

La creazione e la cancellazione di forme imperfette creano e cancellano automaticamente i casi di carico associati, ma possono anche essere modificati tra i casi di carico della forma, *4.10.28 Imperfezioni geometriche basate su forme di instabilità*.

Se una forma di instabilità viene cancellata a causa di cambiamenti nel modello, le forme imperfette che la usano come componente non vengono cancellate ma solo invalidate. Dopo aver eseguito nuovamente l'analisi di instabilità, queste forme imperfette vengono aggiornate automaticamente dalle nuove forme.

☞ ***Le forme imperfette aggiornate devono essere riviste poiché l'ordine dei modi di instabilità potrebbe essere stato cambiato, le forme esistenti potrebbero essere scomparse, o potrebbero essersene formate di nuove.***

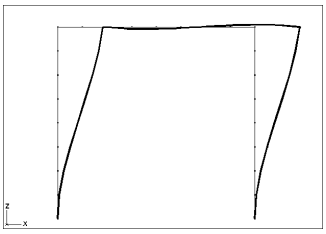
6.3. Vibrazione



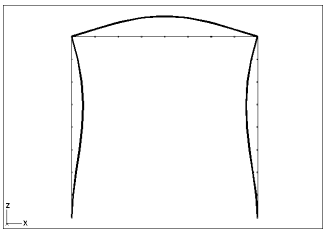
Visualizza i risultati di un'analisi dinamica (forme modali e frequenze). Si deve specificare il numero delle forme modali richieste.
Le forme modali sono normalizzate rispetto alla massa.

Visualizzazione forme modali:

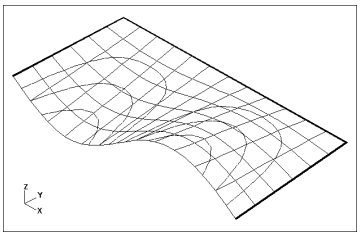
Telaio, primo modo



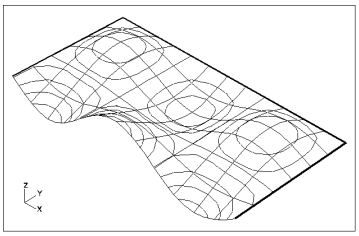
Telaio, secondo modo



Piastra, secondo modo



Piastra, sesto modo



Nella Finestra Informazioni appariranno i seguenti valori:

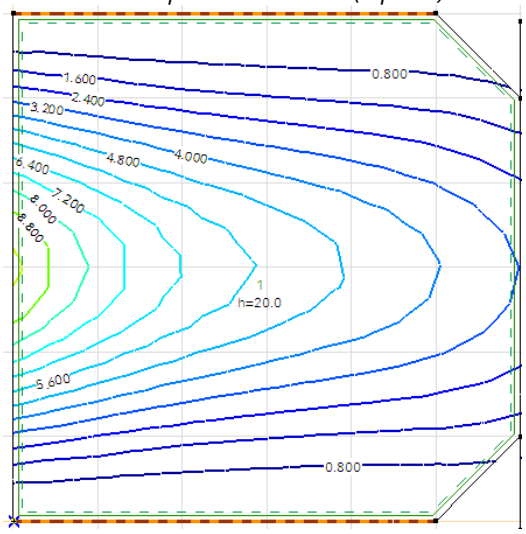
F	la frequenza
ω	la pulsazione
T	il periodo
Ev	l'autovalore
Errore	l'Errore relativo dell'autovalore.
Iterazione	il numero di iterazioni compiute per raggiungere la convergenza

☞ ***AXISVM tiene in memoria i risultati dell'analisi dinamica corrispondenti a ogni caso.***

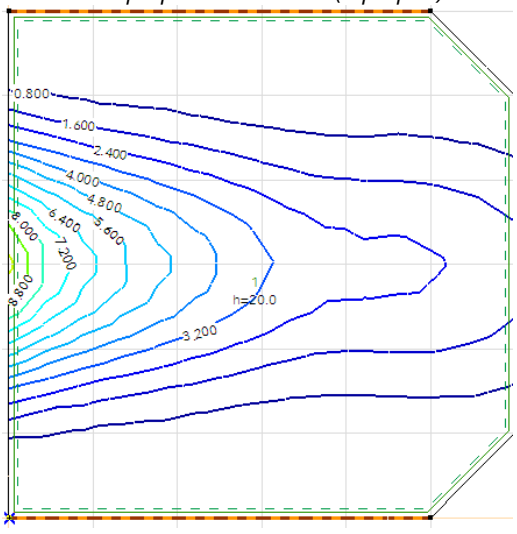
Visualizzazione del fattore di risposta della vibrazione

Selezionare *il fattore di risposta della vibrazione* alla fine della lista dei modi di vibrare. I fattori di risposta delle vibrazioni determinati con differenti metodi di eccitazione *(R full, R extr., R self)* possono essere selezionati dall'elenco dei componenti di risultato.

Eccitazione completa di un solaio (R pieno)



eccitazione-propria di un solaio (R proprio)



I valori visualizzati nella finestra delle informazioni sono:

Metodo di progettazione:	CCIP-016 o SCI P354
ξ:	Smorzamento [%]
N, L:	Numero di passi [-] (CCIP-016), Lunghezza del percorso a piedi [m] (SCI P354)
m:	Massa del pedone [kg]
$f_{p,min}$, $f_{p,max}$	Frequenza minima e massima del ritmo Su solai (CCIP-016, SCI P354), sulle scale (SCI P354) [Hz]

Tabella ***Vedere...*** *6.1.6 Tabella Risultati*

Massa partecipante Il programma calcola la massa partecipante (qualche articolo usa il termine 'massa modale') in ogni direzione X, Y e Z, utilizzando i le forme modali e le masse.
Per le travi:

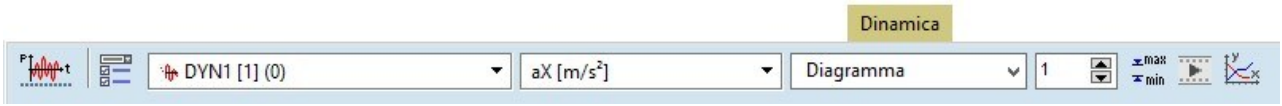
$$M_{mod} = \mu \int_{l} \delta^2(x) \cdot dl$$

Per superfici:

$$M_{mod} = \mu \int_{A} \delta^2(x,y) \cdot dA$$

dove:
μ - La distribuzione della massa
δ- Le modalità normalizzati ordinate di forma nella direzione data
I valori calcolati di "massa partecipante" per ogni forma modale e per ogni direzione vengono visualizzati nella tabella di Massa partecipante dove troviamo anche la frequenza e la possibilità di attivare le masse. Le masse e le frequenze attivate sono utili per determinare e verificare il progetto dei piani per vibrazioni dovute a camminamento. In Eurocodice esitono alcune linee guida per questa procedura. Da cui nasce il progetto di ricerca sponsorizzato UE che elabora la linea guida OS-RMS90 progettazione alle vibrazioni dei piani.
Ulteriori informazioni si possono trovare nel seguente file PDF:
http://www.stahlbau.stb.rwth-aachen.de/projekte/2007/HIVOSS/docs/Guideline_Floors_EN02.pdf

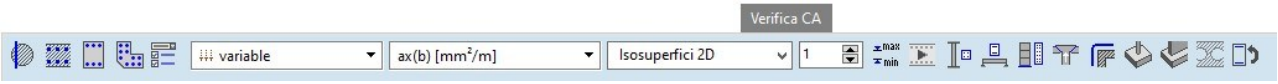
6.4. Dinamica



L'analisi dinamica determina gli spostamenti in funzione del tempo e le forze dovute ai carichi dinamici o alle accelerazioni nodali.
L'analisi dinamica può essere realizzata su modelli lineari e non lineari.
Visualizza i risultati di un'analisi dinamica.
Le impostazioni e le modalità di visualizzazione disponibili sono le stesse dei risultati statici.
Vedere... *6.1 Statica*.

6.5. Progetto C.A.

6.5.1. Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1

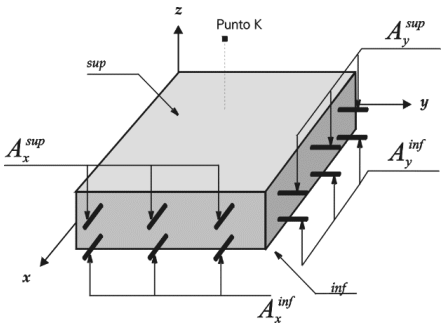


Normative

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Il calcolo dell'armatura degli elementi a membrana, a piastra e a guscio si basa sulla 3rd condizione di sollecitazione. Le direzioni di rinforzo coincidono con le direzioni locali x e y. Il momento nominale e le corrispondenti resistenze assiali sono determinati in base alla progettazione ottimale a direzione limitata.

☞ ***L'armatura minima non viene calcolata. Se la quantità di armatura calcolata è inferiore all'armatura minima, i valori calcolati sono solo informativi, e non sono basati sulle assunzioni di un progetto sotto-armato.***



Risultato componenti

mxD, myD,
nxD, nyD: sollecitazioni di progetto
ax(b): area d'armatura inferiore calcolata in direzione x
ay(b): area d'armatura inferiore calcolata in direzione y
ax(t): area d'armatura superiore calcolata in direzione x
ay(t): area d'armatura superiore calcolata in direzione y
sx(b): spaziatura dell'armatura inferiore calcolata in direzione x
sy(b): spaziatura dell'armatura inferiore calcolata in direzione y
sx(t): spaziatura dell'armatura superiore calcolata in direzione x
sy(t): spaziatura dell'armatura superiore calcolata in direzione y
x(b): armatura attuale (applicata) inferiore in direzione x
y(b): armatura attuale (applicata) inferiore in direzione y
x(t): armatura attuale (applicata) superiore in direzione x
y(t): armatura attuale (applicata) superiore in direzione y
x(b)–ax(b): differenze d'armatura inferiore in direzione x
y(b)–ay(b): differenze d'armatura inferiore in direzione y
x(t)–ax(t): differenze d'armatura superiore in direzione x
y(t)–ay(t): differenze d'armatura superiore in direzione y
vEd: forza di taglio specifica risultante
avEd: direzione principale della forza di taglio specifica risultante rispetto all' asse x
vRd,c: resistenza al taglio della sezione trasversale del calcestruzzo
vRd,max: massima resistenza a taglio della sezione trasversale con armatura a taglio
vEd/vRd,max: efficienza al taglio della sezione trasversale di calcestruzzo
vSz–vRd,c: differenza tra la forza risultante di taglio perpendicolare alla superficie e la resistenza al taglio
wk(b) aperture della fessurazione in asse all'armatura inferiore
wk(t) aperture della fessurazione in asse all'armatura superiore

wk2(b) Apertura delle fessure nella parte inferiore della piastra
wk2(t) Apertura delle fessure nella parte superiore della piastra
wR(b) direzione delle fessure nella parte inferiore della piastra
wR(t) direzione delle fessure nella parte superiore della piastra

Visualizzazione dei risultati su un modello solido

I valori superiori e inferiori possono essere visualizzati simultaneamente nella modalità di visualizzazione dei risultati del *Modello solido*.

Parametri armatura



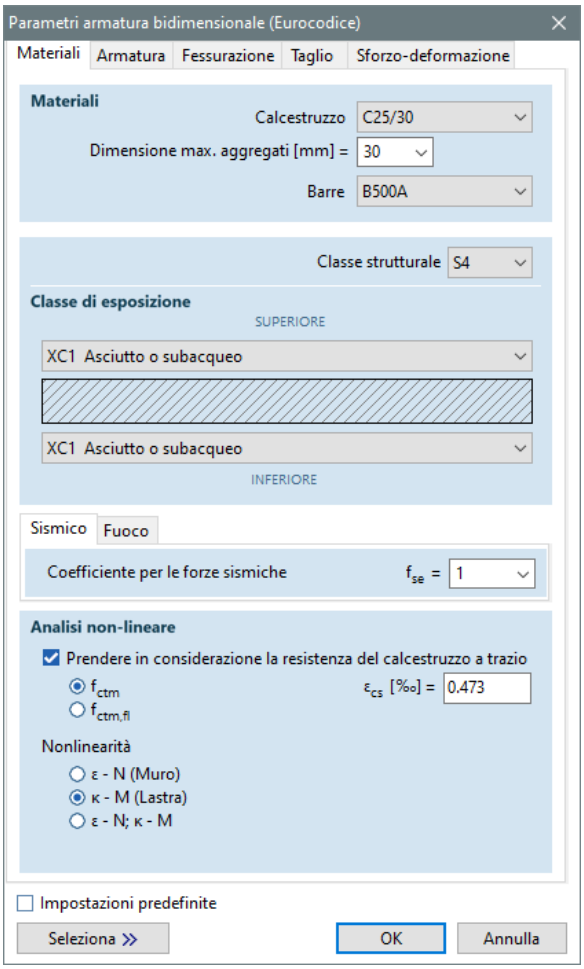
Nella progettazione di dell'armatura, i seguenti parametri devono essere assegnati agli elementi finiti:

Materiali

Bisogna definire il tipo di calcestruzzo e di armatura. Il minimo copriferro richiesto è determinato dalla classe strutturale e dalle condizioni ambientali in cui si trovano la parte superiore e inferiore della superficie. Per il calcolo della distanza minima dell'armatura ogni codice di progettazione tiene in conto la dimensione massima dell'aggregato. Il codice svizzero (SIA) controlla questo valore anche per la copertura minima.
Potete vedere il coefficiente delle forze sismiche in 4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1

I dettagli della progettazione antincendio di superfici in cemento armato sono riassunti nella sezione seguente (*6.5.13.2 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S*)

Per le classi di esposizione per le quali la normativa Eurocodice non fornisce un valore raccomandato per $c_{min,dur}$ il valore è ricavato dalle indicazioni delle norme nazionali.



Analisi non lineare

Il valore di alcuni parametri considerati durante l'analisi non lineare degli elementi di possono essere impostate dall'utente:

- tenendo conto della resistenza a trazione o a flessione del calcestruzzo;
- tensione finale del calcestruzzo a causa del ritiro;
- tipo di comportamento non lineare dominante (muro, lastra o guscio)

Questa funzione è disponibile per i seguenti tipi di dominio (***vedere...*** *4.9.6 Dominio*):

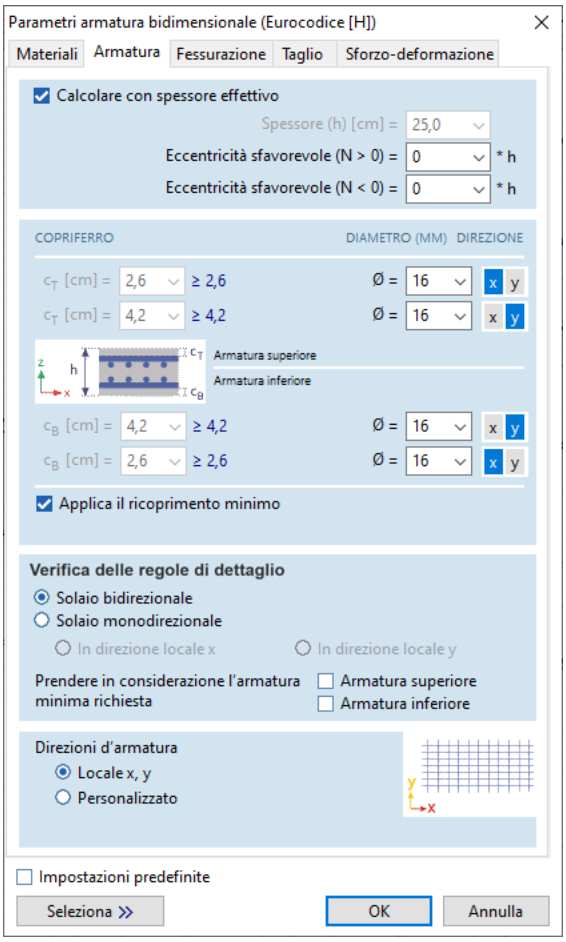
- domini normali,
- domini nervati compositi,
- domini nervati parametrici,
- lamiera grecata (solo se l'opzione Riempimento della lamiera grecata è selezionata).

☞ ***Nel caso di pareti i momenti di flessione,ed in caso di lastre le forze membranali, vengono calcolate in modo elastico.***

Lo scopo di considerare il comportamento non lineare nell'analisi statica non lineare è per ottenere un calcolo più accurato della deformazione degli elementi superficiali in calcestruzzo, mediante la verifica degli stati limite di funzionalità in relazione al comportamento non lineare (materiale e strutturale). Usando questo modello di integrazione della fibra non è raccomandata la verifica degli elementi in cemento armato negli stati limite ultimo. È anche importante notare che il modello attuale non può essere utilizzato nell'analisi del pushover per tener conto del comportamento non lineare di elementi in cemento armato anziché di cerniere plastiche (***vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*) in quanto il modello di materiale presentato non considera il degrado ciclico della resistenza / rigidità in calcestruzzo e acciaio, l'inflessione delle barre d'armatura in acciaio, ecc.

Armatura

Calcolare con spessore effettivo:
Se questa opzione è attiva il programma calcola l'armatura usando lo spessore (costante o variabile) definito.
h è lo spessore totale utilizzato nel calcolo, che può differire dallo spessore effettivo della lastra.
Nel caso dell'Eurocodice2, *l'eccentricità sfavorevole* sarà sempre aggiunta al valore reale (calcolato da forze normali e momenti), per aumentare il valore assoluto dell'eccentricità.
Applicare il copriferro minimo può essere controllato oppure possono essere inseriti separatamente i copriferri c_T e c_B superiore e inferiore (cioè la minima distanza tra la superficie di rinforzo incorporato e la superficie esterna del calcestruzzo) per gli strati dell'armatura esterna e interna.
Le prime due file sotto *Copriferro*, *Diametro* e *Direzione* rappresentano le barre superiori (la prima fila è quella esterna, la seconda fila è quella interna), le due file inferiori rappresentano le barre inferiori (la terza fila è quella interna, la quarta fila è quella esterna). Lo schema attuale nella vista x-z locale viene visualizzato di conseguenza.



Requisisti minimi d'armatura

Il programma determina l'armatura superiore ed inferiore minima richiesta in base alla normativa di progetto attiva. Se la quantità d'armatura calcolata è minore di questo valore viene utilizzato il minimo richiesto.

Prendere in considerazione l'armatura minima richiesta

Il programma determina il minimo rinforzo superiore e inferiore secondo il codice di progettazione impostato. Se il valore d'armatura calcolato è inferiore a questo valore, viene utilizzato il minimo richiesto.

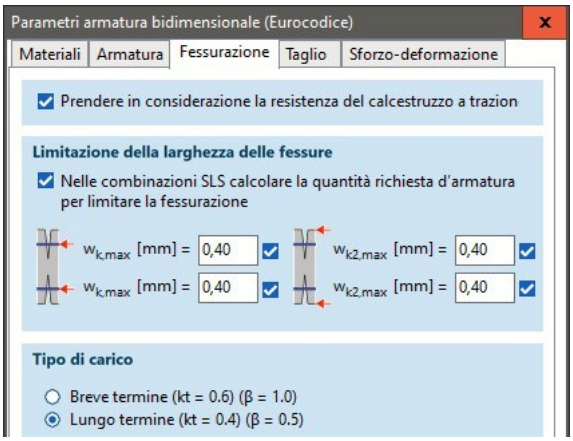
Regole di dettaglio

Qui è possibile prendere in considerazione la modalità di trasferimento dei carichi quando calcola la spaziatura minima e massima e percentuale minima d'armatura delle barre secondo il codice di progetto e gli allegati nazionali. La spaziatura delle barre viene adattata in base alle regole di progettazione solo se le *Regole di layout delle barre per la spaziatura* viene selezionata in *Parametri di visualizzazione dei risultati / Impostazioni varie* (***vedere...*** *6.1 Statica*)

Se la quantità d'armatura calcolata porterebbe una distribuzione delle barre con spazi superiori a quello massimo si utilizza il massimo, se la spaziatura dovuta al calcolo risulta inferiore al minimo si utilizza il minimo.

Fessurazione

In questa scheda può essere impostata la durata del carico. Questo parametro viene utilizzato nell'analisi della fessurazione.



Limitazione della larghezza della fessura. Se selezionato, l'armatura richiesta viene calcolata in base alla larghezza limite della fessura specificata nelle combinazioni SLS. La limitazione della larghezza della fessura può essere specificata sul perimetro del calcestruzzo *($w_{k2,max}$)* e al centro dell'armatura *($w_{k,max}$)*.

Le limitazioni possono essere attivate o disattivate individualmente.

Prendere in considerazione la resist del calcestruzzo a trazione

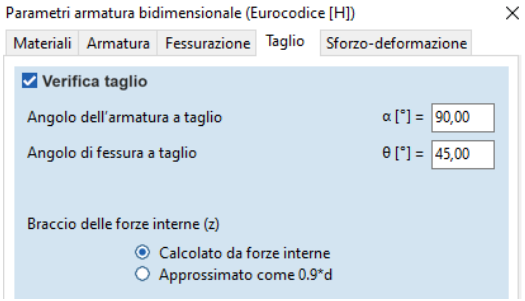
Se viene attivata questa opzione, il programma presuppone che la tensione nel calcestruzzo rimane al di sotto della resistenza a trazione e non calcola la larghezza fessura.

Calcolo dell'armatura in funzione della larghezza limite di fessurazione

Nelle combinazioni di carico SLS, l' armatura necessaria viene calcolata in base alla larghezza limite di fessurazione specificata dall'utente. Se si sceglie l' armatura effettiva tenendo conto dell' armatura calcolata in base alla larghezza limite di fessurazione (con diametri identici e copriferro, come definito in questa finestra), la larghezza di fessurazione calcolata non supererà il valore limite.
In caso di semplice caso di carico o di una combinazione di carico definita dall' utente (non classificata come SLU o SLE), l' armatura richiesta viene calcolata considerando sia i requisiti SLU che SLE e viene selezionato il valore maggiore. Nel caso della formula di combinazione Auto critical (***vedere...*** *6.1 Statica*) l' armatura richiesta è calcolata considerando sia i requisiti SLU (solo nelle combinazioni SLU) che SLE (il tipo di combinazione SLS applicato dipende dai requisiti standard) e viene mostrato il valore maggiore.

Taglio

L'angolo di rinforzo a taglio e la fessurazione a taglio possono essere impostati per il calcolo del VRd, la resistenza massima del taglio (***vedere...*** *6.5.9 Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci*)
Il controllo a taglio può essere disabilitato deselezionando la casella di controllo nell'angolo in alto a sinistra.

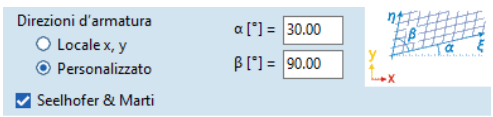


Indicazioni per le armature

L' armatura richiesta può essere calcolata tenendo conto delle direzioni locali x/y o di armature personalizzate. Se sono selezionate le direzioni delle armature personalizzate, si utilizzano simboli ξ/η invece di x/y per identificare le direzioni delle armature. α è l'angolo tra l'asse locale x della superficie e ξ è la direzione d'armatura, invece β si riferisce all' angolo tra le due (ξ e η) direzioni d'armatura.

È possibile definire una maglia d'armatura ortogonale con angolo personalizzato α (-360°<α<360°) e armatura inclinata (β≠90°). I limiti inferiore e superiore per l' angolo β sono 45° e 135°.

La casella di controllo *Seelhofer & Marti* considera nella verifica di progetto un'equazione che riguarda le strutture in calcestruzzo compresso di H. Seelhofer e P. Marti.H.



Se la casella Seelhofer & Marti è selezionata, il software prende in considerazione una condizione aggiuntiva dall'articolo tecnico di Hans Seelhofer e Peter Marti *(H. Seelhofer & P. Marti: Dimensioning of skewly reinforced concrete plates)* per il controllo del puntone in cemento compresso (***vedere...*** *6.5.1.3 Calcolo dell' armatura inclinata secondo Eurocode 2 e SIA 26*).
Il software considera sempre le linee guida dell'allegato F della EN 1992-1-1 per il controllo del puntone in calcestruzzo a compressione.

☞ ***Se nel modello esiste almeno una superficie armata inclinata, le etichette vengono sostituite su molti disegni e tabelle. In questi casi vengono utilizzati I simboli ξ/η invece di x/y. Per esempio, ax(b) è sostituito con aξ(b) (se ogni superficie è armata obliquamente) o con a(x/ξ)(b) (se ci sono superfici inclinate e armate ortogonalmente).***

☞ ***Nel caso di elementi superficiali Airdeck e nucleo cavo, non è possibile calcolare l' armatura obliqua richiesta. Se Airdeck o elemento di superficie a nucleo cavo sono inclusi nella selezione, il pannello delle direzioni d'armatura non è visibile.***

Quantità di armature necessarie nei domini

Il software crea un riepilogo delle quantità di armatura richieste come *Quantità necessaria di armatura nei domini* (vedere nell'Esplora tabelle) per casi di carico, combinazioni di carico, inviluppi e combinazioni critiche. Il contenuto della tabella può essere ordinato secondo i tipi di elementi strutturali (soletta, muro o altra struttura), il calcestruzzo, i tipi di acciaio delle armature, i parametri dei domini e la quantità di armatura specifica e totale calcolata. La colonna *Commento* mostra un avviso se il calcolo dell'armatura richiesta non è avvenuto (ad esempio, l'armatura non può essere calcolata) o lo spessore del dominio è diverso dallo spessore trovato nei parametri dell'armatura.
Il riepilogo fornisce informazioni sulla quantità minima e massima di armatura richiesta.
La tabella elenca solo i risultati dei domini che sono nelle parti attive o quelli selezionati (se alcuni domini sono selezionati).

☞ ***La quantità di armatura calcolata non contiene l'armatura aggiuntiva che deriva dalla sovrapposizione delle armature, dalla lunghezza necessaria delle armature di ancoraggio, dalle armature di montaggio e dalle barre spaziatrici!***

Nell'interpretazione della quantità totale e specifica di armatura, si deve tener conto di quanto segue:
Nel caso di lastre nervate o *composite* (con nervature in calcestruzzo), la quantità calcolata di armatura include solo l'armatura delle lastre, non quella delle nervature.
Il volume di calcestruzzo dei domini include il volume delle nervature di calcestruzzo se sono logiche e non vere e proprie nervature. In caso di nervature vere e proprie, si tiene conto solo del volume della lastra.
Nel caso di una lamiera grecata, utilizzando lo spessore effettivo del dominio, il volume di calcestruzzo presentato include il volume delle nervature in calcestruzzo, anche se la lamiera grecata è usata solo come cassaforma.
L'impostazione di uno spessore specifico per il dominio quando si definiscono i parametri dell'armatura sovrascrive lo spessore effettivo. Il volume del calcestruzzo e la quantità di armatura sono calcolati con questo valore come una lastra di calcestruzzo solido normale. La lamiera grecata è un'eccezione: lo spessore specifico indica l'altezza totale del calcestruzzo nella lamiera grecata, il volume del calcestruzzo viene calcolato in base a questo.

6.5.1.1. Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo Eurocode 2

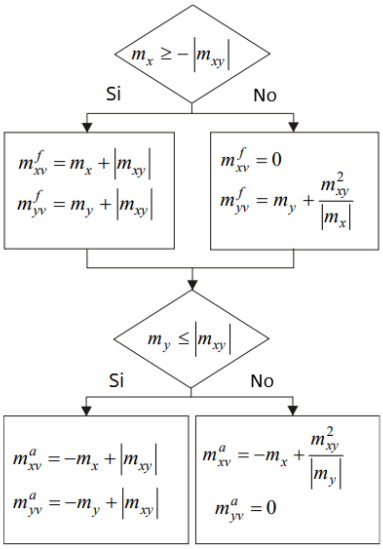
Piastra

Se m_x, m_y, m_{xy} sono le sollecitazioni in un punto, gli sforzi nominali saranno i seguenti:

-il momento ottimale è: $\Delta m_2 = 0$

$\Delta m_1 = \min!$

$m_y \geq m_x$



AXISVM calcola le armature a trazione e/o a compressione (per le sezioni doppiamente armate).

☞ ***Appare il messaggio di errore 'La sezione non può essere armata' se:***

L' area trasversale totale dell'armatura superiore e inferiore in direzione x o y è maggiore del valore limite per l' area massima di armatura. Questo limite può essere impostato nella finestra Codici di progettazione sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*).

In ogni punto si ottengono i risultati seguenti:

Tabella

Nella tabella vengono usati i simboli seguenti:

(-) armatura a compressione.

la sezione non può essere armata nella direzione corrispondente.

Membrana

Possono essere armate solo le membrane a deformazione piana .

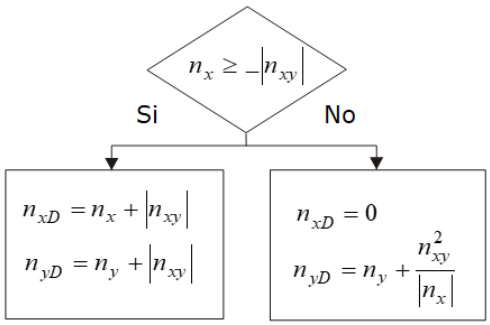
Se n_x, n_y, n_{xy} sono le sollecitazioni in un punto, gli sforzi assiali nominali sono i seguenti:

$\Delta n_2 = 0$

- lo sforzo assiale ottimale è:

$\Delta n_1 = \min!$

$n_y \geq n_x$



Risultati

AXISVM calcola le armature a trazione o a compressione. L'armatura a compressione viene calcolata solo nei punti nei quali la resistenza a compressione assiale della sezione priva di armatura è inferiore allo sforzo normale di progetto.

Guscio

Se n_x, n_y, n_{xy}, m_x, m_y, m_{xy} sono le forze interne in un punto,

il progetto per azioni assiali e momenti viene fatto sulla base dei criteri di ottimizzazione della forza assiale resistente e momento flettente resistente come evidenziato nella descrizione dell'armatura membranale e a piastra.

Il programma calcola l'armatura a trazione e a compressione necessarie.

Risultati

Come risultati vengono forniti i seguenti valori: *ax(b), ax(t), ay(b), ay(t).*
Questi valori rappresentano l'armatura superiore e inferiore calcolata in direzione x e y.

Armatura totale nella direzione x: $A_x = ax(b) + ax(t)$
Armatura totale nella direzione y: $A_y = ay(b) + ay(t)$

☞ ***Appare il messaggio di errore 'La sezione non può essere armata' se:***

L' area trasversale totale dell'armatura superiore e inferiore in direzione x o y è maggiore del valore limite per l' area massima di armatura. Questo limite può essere impostato nella finestra Codici di progettazione sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*).

Tabella

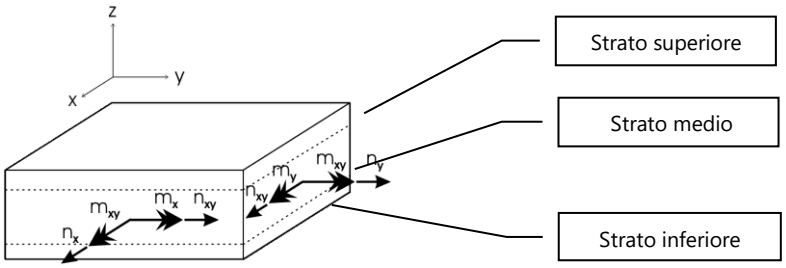
Nella tabella sono usati i seguenti simboli:
(-) armatura delle barre a compressione
??? la sezione non può essere armata nella corrispondente direzione
Non appare nessun simbolo quando è richiesta l'armatura.

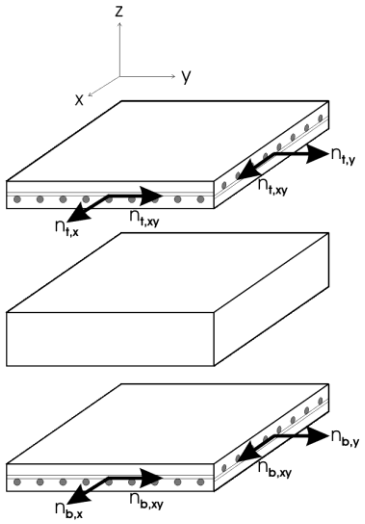
6.5.1.2. Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo DIN EN e SIA 262

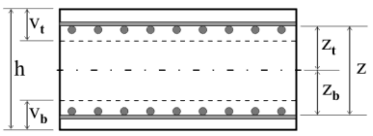
Piastra, Membrana, Guscio

Le armature di membrane, piastre e gusci sono calcolate secondo il metodo dei tre strati.
Le sollecitazioni (m_x, m_y, m_{xy}, n_x, n_y, n_{xy}) sono calcolato nelle direzioni perpendicolari alle armature

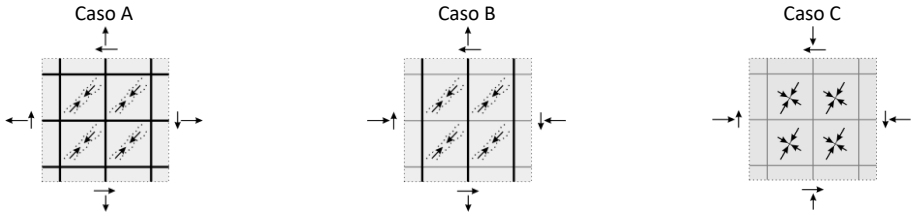
La superficie è divisa in tre strati. Sono quindi calcolate le forze e le quantità di armatura necessaria per le Forze di membrana per gli strati superiori e inferiori.







Oltre al calcolo delle armature necessarie, le zone di calcestruzzo sono controllate per taglio e compressione secondo i casi A, B e C. Il programma considera la resistenza a compressione ridotta se nel calcestruzzo si verifica una sollecitazione a trazione e la sollecitazione a trazione principale supera la resistenza a trazione di progetto del calcestruzzo (f_{ctd}).



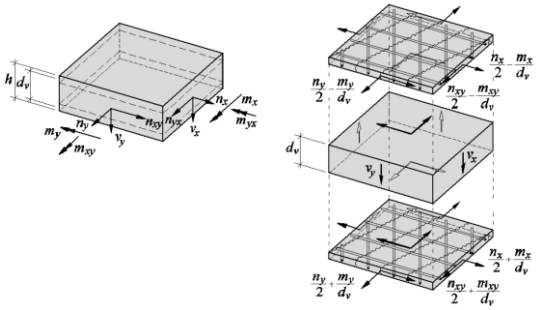
Messaggio di errore ***Appare il messaggio di errore*** *La sezione non può essere armata*

Se la zona compressa del calcestruzzo non sopporta le forze di taglio.
Se la tensione principale di compressione è più alta di f_{cd}.
$A_s^{alsó} + A_s^{felső} > 0{,}04A_c$ $Ax > 0{,}04A_c$, oppure $Ay > 0{,}04A_c$,
dove Ac è l'area di sezione trasversale del calcestruzzo.

Tabella I seguenti simboli sono utilizzati nelle tabelle:
(-) compressione nelle barre di armatura
??? la sezione non può essere armata nella direzione corrispondente
Non appare nessun simbolo quando è richiesta armatura.

6.5.1.3. **Calcolo dell' armatura inclinata secondo Eurocode 2 e SIA 26**

Le maglie d'armatura ortogonale con direzioni di armatura diverse dagli assi x e y locali della superficie e le maglie di armatura con direzioni d'armatura arbitrarie sono dette armature oblique e calcolate come descritto in questa sezione. Vengono usati ξ/η ivece di x/y per identificare la direzione d'armatura. α è l'angolo tra l'asse locale x della superficie e ξ la direzione dell'armatura, invece β si riferisce all'angolo tra le due direzioni d'armatura (ξ e η).
Durante il calcolo delle armature necessarie viene utilizzato un modello sandwich a tre strati. Viene invocata la metodologia di calcolo descritta nel documento di Peter Marti e Hans Seelhofer (H. Seelhofer & P. Marti: Dimensionamento delle piastre in calcestruzzo armato obliquamente). La metodologia di calcolo è identica per membrane, piastre e gusci.



Riferimento: H. Seelhofer & P. Marti: Dimensionamento delle piastre in calcestruzzo armato obliquamente.

Calcolo Sia gli strati superiori che quelli inferiori del modello a sandwich resistono ai momenti flettenti e alle forze della membranali. Lo strato interno resiste alle forze di taglio.
Le forze membranali e i momenti flettenti vengono scomposti in forze equivalenti rispettivamente nello strato superiore e inferiore della superficie. Prima della scomposizione, le forze interne vengono trasferite dal sistema di coordinate x-y in un sistema di coordinate ortogonali x'-y' dovela direzione x' cincide con la direzione dell'armatura ξ .

- starto inferiore:

$$n_{x\prime}^{i} = \frac{n_{x\prime}}{2} - \frac{m_{x\prime}}{d_v}$$
$$n_{y\prime}^{i} = \frac{n_{y\prime}}{2} - \frac{m_{y\prime}}{d_v}$$
$$n_{x\prime y\prime}^{i} = \frac{n_{x\prime y\prime}}{2} - \frac{m_{x\prime y\prime}}{d_v}$$

- strato superiore:

$$n_{x\prime}^{s} = \frac{n_{x\prime}}{2} + \frac{m_{x\prime}}{d_v}$$
$$n_{y\prime}^{s} = \frac{n_{y\prime}}{2} + \frac{m_{y\prime}}{d_v}$$
$$n_{x\prime y\prime}^{s} = \frac{n_{x\prime y\prime}}{2} + \frac{m_{x\prime y\prime}}{d_v}$$

Per ottenere un' armatura ottimale, lo spessore degli strati viene modificato in modo iterativo. Il limite inferiore per lo spessore dello strato è di 5 mm, mentre il limite superiore è impostato su H/2 (in caso di condizioni di carico a membranale, dove H è lo spessore della superficie) oppure ξ_{c0}d (in caso di condizioni di carico simili alle piastre, dove d è la distanza effettiva della rete di armatura). L'altezza utile d_v è calcolata come indicato:

$$d_v = min\left(d_i - \frac{t_s}{2}, d_s - \frac{t_i}{2}\right)$$

Dove t_i, t_s e d_v sono rispettivamente, lo spessore dello strato inferiore, lo spessore dello strato superiore e l'altezza utile.

Le distanze d_i e d_s rappresnetano la misura effettiva relativa alla maglia d'armatura superiore ed iferiore. La distanza effettiva viene calcolata in base alle posizioni medie dell' armatura ξ e l'armatura η.

Le sollecitazioni negli strati superiori e inferiori sono calcolate come segue:

- strato inferiore:

$$\sigma_{x\prime}^b = \frac{n_{x\prime}^b}{t_b}$$
$$\sigma_{y\prime}^b = \frac{n_{y\prime}^b}{t_b}$$
$$\tau_{x\prime y\prime}^b = \frac{n_{x\prime y\prime}^b}{t_b}$$

- strato superiore:

$$\sigma_{x\prime}^t = \frac{n_{x\prime}^t}{t_t}$$
$$\sigma_{y\prime}^t = \frac{n_{y\prime}^t}{t_t}$$
$$\tau_{x\prime y\prime}^t = \frac{n_{x\prime y\prime}^t}{t_t}$$

Queste sollecitazioni sono trasformate in un sistema di riferimento ξ-η (σ_ξ, σ_η, $\tau_{\xi\eta}$) nel modo seguente (H. Seelhofer & P. Marti: Dimensionamento di piastre in calcestruzzo armato obliquamente):

$$\sigma_\xi = \sigma_{x\prime} sin\beta + \sigma_{y\prime} cos\beta cot\beta - 2\tau_{x\prime y\prime} cos\beta$$
$$\sigma_\eta = \frac{\sigma_{y\prime}}{sin\beta}$$
$$\tau_{\xi\eta} = \tau_{\eta\xi} = \tau_{x\prime y\prime} - \sigma_{y\prime} cot\beta$$

Armatura necessaria ξ/η calcolata come segue (k=1):

$$\rho_\xi = \frac{\frac{\sigma_\xi}{sin\beta} + k\left|\frac{\tau_{\xi\eta}}{sin\beta}\right|}{f_y}$$
$$\rho_\eta = \frac{\frac{\sigma_\eta}{sin\beta} + \frac{1}{k}\left|\frac{\tau_{\xi\eta}}{sin\beta}\right|}{f_y}$$
$$A_{s,\xi} = \rho_\xi HB$$
$$A_{s,\eta} = \rho_\eta HB$$

L' elemento in calcestruzzo a compressione viene controllato secondo le linee guida dell' Allegato F della EN 1992-1-1 e secondo le istruzioni contenute nella carta di Seelhofer e Marti:

$$(\rho_\eta + \rho_\xi) f_y \le \nu f_{cd} + \sigma_{x\prime} + \sigma_{y\prime}$$

Il programma considera la resistenza a compressione ridotta solo se nel calcestruzzo si verifica una sollecitazione a trazione e la sollecitazione a trazione principale supera la resistenza a trazione di progetto del calcestruzzo (f_{ctd}).

Se la resistenza dell' elemento in calcestruzzo non è sufficiente, lo spessore dello strato viene aumentato. L' armatura di compressione è progettata in superficie se si raggiunge il limite superiore dello spessore dello strato e il rapporto di utilizzo del calcestruzzo è ancora superiore a 1,0. Se le sollecitazioni nello strato e l' utilizzo del elemento in calcestruzzo sono basse, lo spessore dello strato viene ridottIl significato dei diversi parametri di rigidezza è spiegato in una guida teorica dedicatao.

Messaggio d'errore

Il messaggio d'errore 'La sezione non può essere armata' appare nei seguenti casi.

- Se la resistenza dell'elemento compresso in calcestruzzo non è sufficiente al massimo spessore dello strato, non sopportando l' applicazione dell' armatura a compressione.
- L' area totale della sezione trasversale dell'armatura superiore e inferiore è superiore al valore limite per l' area massima dell'armatura sia in direzione ξ che in η . Questo limite può essere impostato nella finestra Codici di progettazione sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*)

Risultati

I seguenti valori sono forniti come risultati: *αξa, αξf, αηa, αηf*

Tabelle

Nelle tabelle sono utilizzati i seguenti simboli:
(-) barra d'armatura a compressione
??? la sezione non può essere armata nella direzione corrispondente

6.5.1.4. Calcolo dell'armatura delle lastre composite con lamiera grecata secondo l'Eurocodice e le norme SIA

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Le lastre composite con lamiera grecata possono essere create come indicato nelle sezioni precedenti del manuale (***vedere...*** *4.9.6.5 Lamiera grecata).* La geometria della soletta composita deve soddisfare le regole di dettaglio del codice di progettazione selezionato. Il software controlla le regole di dettaglio più importanti (secondo la sezione 4.9.2. dell'Eurocodice 4 e la sezione 7.2. della SIA 264) e avvisa l'utente se la geometria deve essere modificata.

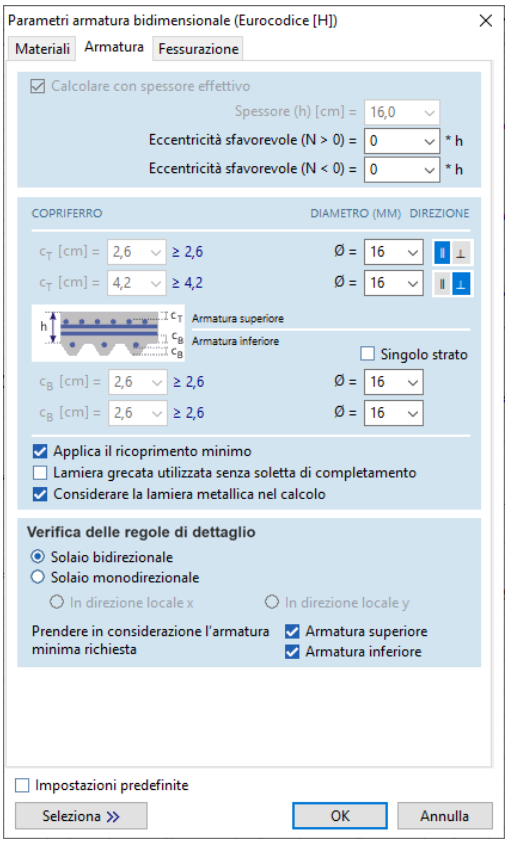
☞ ***Il metodo di calcolo presentato può essere utilizzato solo se il comportamento a taglio longitudinale è duttile.***

☞ ***Il metodo presentato è sviluppato per il calcolo dell'armatura nelle lastre composte con lamiera grecata. La verifica delle lamiere grecate senza riempimento in calcestruzzo non fa parte del modulo.***

L'armatura longitudinale può essere calcolata con il metodo presentato. L'armatura a taglio e la resistenza al taglio non sono calcolate. Inoltre, se è presente un carico concentrato significativo, è necessario verificare la resistenza al taglio per punzonamento della lastra. Questo modulo non copre la verifica del taglio a punzonamento. Il modulo RC3 può essere usato per la verifica della resistenza al punzonamento se l'opzione *Lamiera grecata usata solo come cassaforma* è selezionata.

☞ ***Questo calcolo non copre la verifica in fase di costruzione! Bisogna considerare il peso del calcestruzzo bagnato e dei supporti temporanei.***

Parametri di armatura della soletta



Nel caso di lastre composite con lamiera grecata, la *finestra dei parametri dell'armatura di superficie* diventa leggermente diversa rispetto alla finestra presentata nelle sezioni precedenti. La differenza principale è che i parametri devono essere definiti secondo le direzioni d'armatura parallele alle nervature e perpendicolari alle nervature della lastra, non parallele agli assi *x* e *y*. La direzione principale dell'armatura può essere specificata solo per l'armatura superiore. Il copriferro dell'armatura inferiore perpendicolare alle nervature deve essere specificato dal bordo inferiore della piastra di calcestruzzo e non dal bordo inferiore della nervatura. La figura nella finestra aiuta la comprensione delle direzioni dell'armatura e del copriferro.

Dato che i parametri sono definiti in base alle direzioni dell'armatura parallela alle nervature e perpendicolare alle nervature della lastra, non è possibile selezionare contemporaneamente lastre con diverse direzioni delle nervature. Allo stesso modo, i parametri dell'armatura superficiale non possono essere definiti per un insieme di domini di tipo diverso contemporaneamente se vengono selezionate anche lastre composite con lamiera grecata.

Le seguenti caratteristiche sono supportate solo se l'opzione *Lamiera grecata usata solo come cassaforma* è selezionata:

- calcolo della resistenza a taglio e dell'armatura,
- calcolo dell'armatura obliqua,
- analisi non lineare considerando la fessurazione e l'armatura.

Singolo strato d'armatura

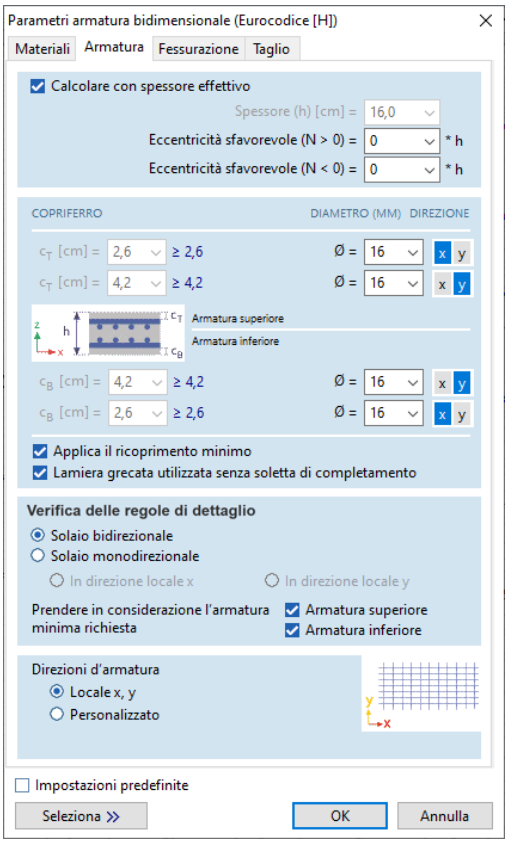
Se è selezionata la casella *Singolo strato*, solo un'armatura di strato può essere definita nella lastra di calcestruzzo e l'armatura inferiore perpendicolare alle nervature non può essere definita.

Considerare la lamiera grecata nel calcolo

Se la casella *Considerare la lamiera grecata nel calcolo* checkbox non è selezionata, l'armatura longitudinale richiesta viene calcolata utilizzando la stessa sezione di calcestruzzo ma senza considerare la lamiera grecata nelle equazioni di equilibrio.

Lamiera grecata usata solo come cassaforma

Se la casella *Lamiera grecata usata solo come cassaforma* è selezionata, il software prende in considerazione solo la piastra superiore di calcestruzzo nelle equazioni e trascura le nervature e la lamiera grecata. In questo caso, i parametri di armatura e i copriferro possono essere definiti in relazione alle direzioni x/y dell'armatura.



Le seguenti caratteristiche sono disponibili per una soletta composita con lamiera grecata solo se la casella *Lamiera grecata usata solo come cassaforma* è selezionata (solo la piastra superiore in calcestruzzo viene presa in considerazione):

- verifica del punzonamento (***vedere...*** *6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3*),
- calcolo della resistenza a taglio e dell'armatura a taglio (***vedere...*** *6.5.9 Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci*),
- calcolo dell'armatura obliqua (***vedere...*** *6.5.1.3 Calcolo dell' armatura inclinata secondo Eurocode 2 e SIA 26*),
- analisi non lineare considerando la fessurazione e l'armatura (***vedere...*** *6.5.7 Analisi non lineare di superfici CA*).

Calcolo larghezza delle fessure

In caso di lastre composite con lamiera grecata, la larghezza limite della fessura non può essere data dalla *Fessurazione* del pannello. Indipendentemente dallo stato della casella *Lamiera grecata usata solo come cassaforma*, a larghezza della fessura viene calcolata solo per il bordo superiore della piastra di calcestruzzo. I dettagli del calcolo della larghezza della fessura si trovano nella sezione seguente (***vedere...*** *6.5.8. Fessurazione*).
I valori delle fessure sono calcolati parallelamente alle nervature e perpendicolarmente alle nervature. Se la casella *Lamiera grecata usata solo come cassaforma* è selezionata, il software calcola la larghezza della fessura secondo le direzioni delle sollecitazioni principali come per una lastra convenzionale.

Calcolo dell'armatura longitudinale

Le lastre composite con lamiera grecata sono progettate per lo più come lastre unidirezionali senza la presenza di forze membranali. Nel corso del calcolo dell'armatura longitudinale richiesta, il software non considera le forze membranali nella soletta.
Le forze membranali sono tipicamente causate da problemi di modellazione, e occorre prestare particolare attenzione alla definizione delle condizioni di bordo.

Perpendicolare alle nervature

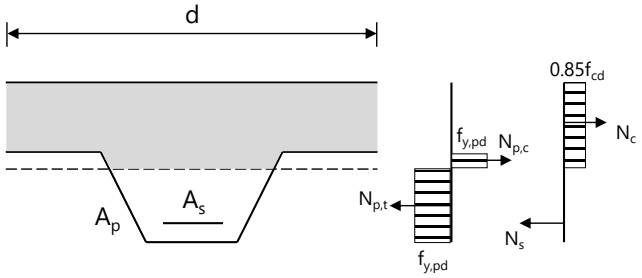
Il calcolo dell'armatura longitudinale necessaria perpendicolare alle nervature è identico al calcolo dell'armatura per lastre regolari (***vedere...*** *6.5.1.1 Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo Eurocode 2* e *6.5.1.2 Calcolo dell'armatura ortogonale x/y secondo DIN EN e SIA 262*). I momenti flettenti di progetto dell'armatura sono calcolati allo stesso modo dei momenti flettenti m_x, m_y e m_{xy}.
Possono essere calcolati momenti flettenti di progetto positivi e negativi (m_{xD}, m_{yD}) per la stessa posizione a causa della presenza di un notevole momento torsionale (m_{xy}). Se la casella *Singolo strato* è selezionata, l'armatura longitudinale è calcolata per il singolo strato da entrambi i momenti flettenti positivi e negativi, rispettivamente.

Parallelo alle nervature (bordo inferiore in tensione)

Il modello e le equazioni seguenti sono utilizzati per il calcolo dell'armatura longitudinale parallela alle nervature. La larghezza della sezione trasversale di riferimento è *d*.

Le sollecitazioni nel calcestruzzo, nell'armatura e nella lamiera grecata sono calcolate in base alla posizione dell'asse neutro plastico. Le parti della lamiera grecata in acciaio possono essere in compressione o in tensione in base alla posizione dell'asse neutro plastico. L'effetto dell'instabilità locale delle parti compresse della lamiera viene preso in considerazione utilizzando le larghezze effettive.

Se la casella *Considera lamiera grecata nel calcolo* non è selezionata, la lamiera grecata in acciaio viene trascurata nelle equazioni.



L'equazione di equilibrio e la resistenza a flessione sono formulate come segue:

$$0.85 f_{cd} A_c = A_s f_{y,d} + (A_{p,t} - A_{p,c}) f_{yp,d}$$

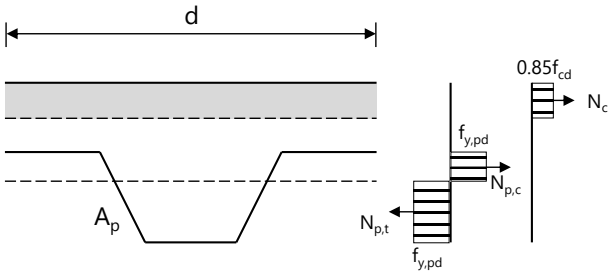
$$M_{pl,Rd} = A_s f_{y,d} \left(z_s - \frac{x_c}{2}\right) + A_{p,t} f_{yp,d} \left(z_{p,t} - \frac{x_c}{2}\right) - A_{p,c} f_{yp,d} \left(z_{p,c} - \frac{x_c}{2}\right)$$

Se è richiesta un'armatura longitudinale di compressione, le componenti che rappresentano le forze nell'armatura di compressione vengono aggiunte alle equazioni.

Fasi di calcolo dell'armatura necessaria:

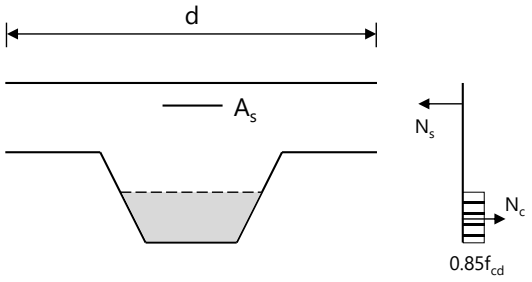
- La resistenza plastica a flessione della lastra composita viene calcolata senza alcun rinforzo aggiuntivo. Se la resistenza della lastra è adeguata dopo il confronto con il momento flettente di progetto, non è necessaria alcuna armatura aggiuntiva e l'algoritmo termina.
- Nei casi in cui $M_{pl,Rd} < M_{Ed}$, è necessario un rinforzo aggiuntivo. Prima di tutto, la posizione dell'asse neutro plastico viene confrontata con x_{c0}:
  - $x_c < x_{c0}$: La quantità di armatura longitudinale e la resistenza plastica a flessione sono calcolate usando x_{c0} altezza della zona di compressione (questo è il limite superiore della zona di compressione dove l'armatura di tensione è ancora in stato plastico).
    - $M_{Ed} < M_{pl,0,Rd}$: Non è richiesta alcuna armatura a compressione. L'esatta quantità di armatura in tensione richiesta viene individuata tramite iterazione.
    - $M_{Ed} > M_{pl,0,Rd}$: E' richiesta un'ulteriore armatura a compressione che viene calcolata sulla differenza dei momenti flettenti $\Delta M = M_{Ed} - M_{pl,0,Rd}$. L'armatura tesa viene calcolata in base alle equazioni di equilibrio $x_c = x_{c0}$.
  - $x_c > x_{c0}$: L'armatura aggiuntiva di compressione è applicata iterativamente finché una delle seguenti condizioni è soddisfatta $M_{pl,Rd} > M_{Ed}$ o $x_c = x_{c0}$. Nel primo caso, non è richiesta alcuna armatura aggiuntiva, solo l'armatura di compressione calcolata. Nel secondo caso, l'armatura di tensione necessaria è calcolata dalla differenza dei momenti flettenti $\Delta M = M_{Ed} - M_{pl,0,Rd}$. Il valore esatto dell'armatura di compressione è calcolato dalle equazioni di equilibrio $x_c = x_{c0}$

L'efficacia della connessione a taglio deve essere considerata dal calcolo della posizione dell'asse neutro plastico se η < 1. n questo caso, abbiamo due assi neutri, uno per il cemento e l'armatura longitudinale e uno per la lamiera grecata. L'equazione di equilibrio viene scritta due volte per ottenere la posizione di questi assi. Il contributo della lamiera grecata è moltiplicato per η nel primo caso e il contributo del calcestruzzo e dell'armatura sono moltiplicati per η nel secondo caso.
Dopo di che, le sollecitazioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono calcolate usando il primo asse neutro, ma le sollecitazioni nella lamiera grecata sono calcolate usando il secondo asse neutro.



Parallelo alle nervature (bordo superiore in tensione)

In questo caso, il contributo della lamiera grecata è trascurato.



L'equazione di equilibrio e la resistenza a flessione sono formulate come segue:

$$0.85f_{cd}A_c = A_s f_{y,d}$$

$$M_{pl,Rd} = A_s f_{y,d}\left(z_s - \frac{x_c}{2}\right)$$

Se è richiesta un'armatura longitudinale a compressione, si aggiungono alle equazioni le componenti che rappresentano le forze nell'armatura a compressione.

Fasi di calcolo dell'armatura necessaria:

- Per prima cosa si calcolano l'altezza della zona di compressione x_{c0} e la resistenza a flessione $M_{pl,0,Rd}$.
  - $M_{Ed} < M_{pl,0,Rd}$: Non è necessaria alcuna armatura a compressione. L'altezza esatta della zona di compressione e la quantità di armatura in tensione richiesta vengono individuate tramite iterazione.
  - $M_{Ed} > M_{pl,0,Rd}$: E' richiesta ulteriore armatura a compressione che è calcolata dalla differenza dei momenti flettenti $\Delta M = M_{Ed} - M_{pl,0,Rd}$. L'armatura in tensione è calcolata in base alle equazioni di equilibrio $x_c = x_{c0}$.

Nota

☞ ***Il software converte l'armatura necessaria calcolata per 1 metro di larghezza di riferimento, quindi l'unità dei valori di armatura presentati è mm2/m, ecc.***

☞ ***Il software calcola e mostra l'armatura necessaria nelle nervature per l'elemento indicato dal mouse se viene selezionato il componente calcolato del risultato dell'armatura inferiore, che è parallelo alle nervature.***

6.5.2. Armatura effettiva

Armatura effettiva



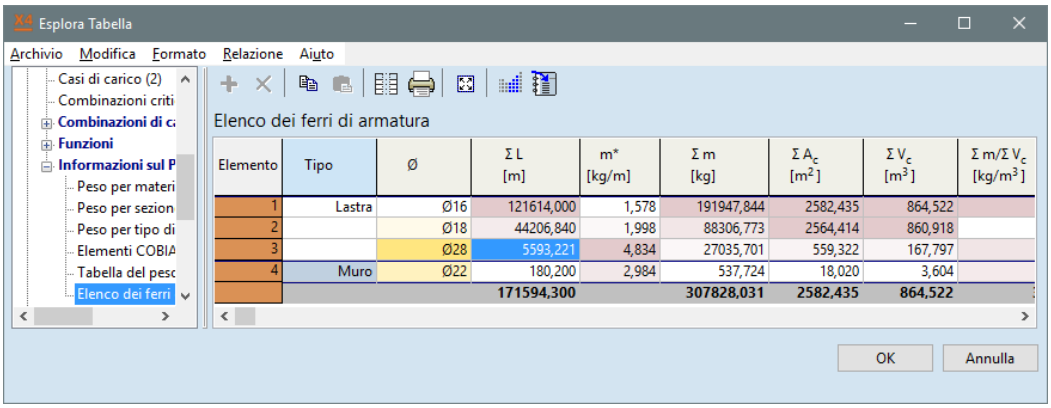
Consente l'applicazione di un'armatura effettiva ai domini o agli elementi superficiali. L' analisi di fessurazione può essere eseguita solo per elementi in cui è stata applicata un' armatura effettiva.

Ci sono due modi per definire l'armatura effettiva;

1) Selezionare gli elementi o i domini di superficie e poi cliccare sul bottone nel menu per indicare l'armatura
2) Cliccare il bottone senza una selezione precedente, specificare l'armatura e poi disegnare in modo indipendente dalla mesh un'armatura o assegnando l'armatura ai domini.

Dati armatura

L'armatura effettiva nel modello si può controllare cliccando nel menu *Dati armatura* all'interno della sezione *Informazioni sul Peso* dell'*Esplora Tabella*. Questa tabella elenca la lunghezza totale e la massa dei tondini e la superficie totale dell'armatura e il volume per diametro di tondino.

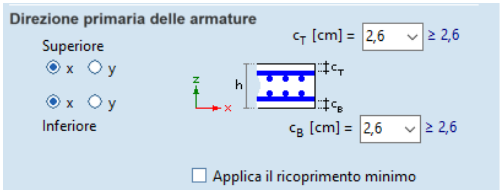


Elemento	Tipo	Ø	Σ L [m]	m* [kg/m]	Σ m [kg]	Σ A_c [m^2]	Σ V_c [m^3]	Σ m/Σ V_c [kg/m^3]
1	Lastra	Ø16	121614,000	1,578	191947,844	2582,435	864,522	
2		Ø18	44206,840	1,998	88306,773	2564,414	860,918	
3		Ø28	5593,221	4,834	27035,701	559,322	167,797	
4	Muro	Ø22	180,200	2,984	537,724	18,020	3,604	
			171594,300		**307828,031**	**2582,435**	**864,522**	

L'armatura superiore ed inferiore dovrebbe essere specificata come segue:

6.5.2.1. Armatura per elementi superficiali e domini

Parametri

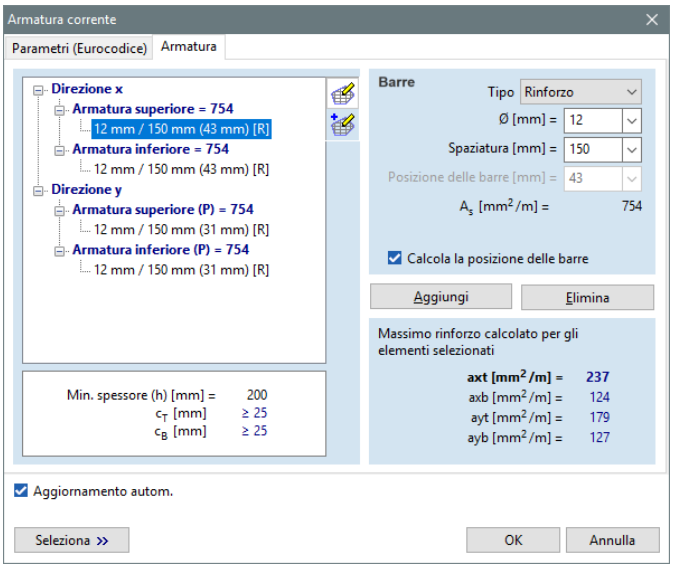


La prima scheda visualizza i parametri richiesti dal codice di progettazione per il calcolo delle fessurazioni.
Il copriferro effettivo del calcestruzzo e le direzioni principali possono essere diversi da quelli utilizzati per determinare la quantità richiesta di armatura (***Vedi...*** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*). La modifica di questi valori non sovrascrive i parametri d'armatura superficiale.

Min. spessore

Min. spessore visualizza lo spessore minimo definito come parametro di armatura di superficie per gli elementi scelti e non lo spessore minimo degli elementi.

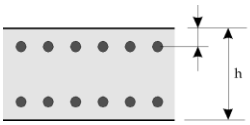
Armatura



Aggiunge e cancella

L'armatura applicata viene visualizzata nello schema ad albero a sinistra. Selezionando un'armatura si possono modificare i dati nel lato destro. Selezionando una posizione (per esempio Armatura Direzione x /Alto) si può impostare un nuova armatura nel lato destro e aggiungerla. La modifica dei valori aggiorna l' albero. Selezionando una posizione (ad es. x Direzione / Rinforzo superiore) è possibile impostare un nuovo rinforzo sul lato destro e aggiungerlo.
Utilizzare il pulsante Canc (o il tasto **[Del]**) per cancellare armature o il pulsante Aggiunta (o tasto **[INS]**) per aggiungere armature a un gruppo. Se si seleziona un nodo della visualizzazione dell'albero il pulsante Canc (o il tasto **[Del]**) cancellerà tutti le armature sotto quel nodo.
Calcolare le posizioni delle barre d'armatura imposta le posizioni delle barre in base all' effettiva copertura in calcestruzzo e alle direzioni primarie.
L'armatura effettiva della superficie selezionata è visualizzata nel menu ad albero a sinistra. La selezione dell'armatura rende editabili i parametri a destra. Il cambiamento dei valori aggiorna il menu ad albero. *Calcolo della posizione dell'armatura* imposta la posizione dei ferri secondo il copriferro effettivo e le direzioni principali.

☞ ***La posizione delle barre è definita dalla distanza fra il lato del calcestruzzo e l'asse delle barre.***



Il pulsante Add (o tasto Ins) aggiungerà armatura al gruppo corrispondente. Armatura Max nella casella di gruppo Seleziona visualizza i valori di armatura massimi calcolati corrispondenti a diverse direzioni degli elementi selezionati. Spessore Minimo visualizza lo spessore minimo immesso come parametro di armatura di superficie per gli elementi selezionati e non lo spessore minimo degli elementi.

Quando si modifica un dominio di armatura esistente, sono disponibili due metodi:



Sovrascrivere

La nuova armatura sovrascrive quella esistente.



Aggiungi

La nuova armatura viene aggiunta a quella esistente.

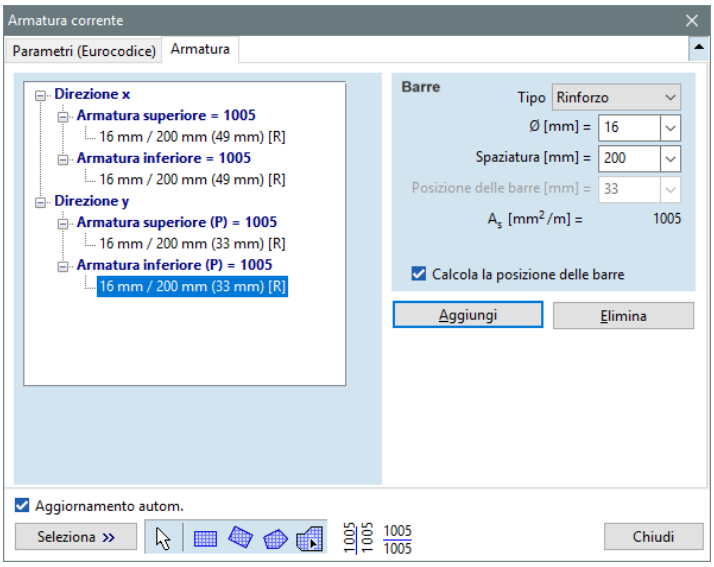
Aggiornamento automatico

Se questa opzione è selezionata la modifica dell'armatura aggiorna il disegno immediatamente.

☞ ***Le lastre composite con lamiera grecata non possono essere selezionate insieme a lastre normali o di altro tipo. Se nel modello sono presenti lastre composite con lamiera grecata e altri tipi di lastre, il tipo di dominio deve essere selezionato prima che la finestra si apra. Il dominio di riferimento deve essere selezionato se sono selezionate più di una lastra composita con lamiera grecata, ma i principali parametri geometrici sono diversi. Nel caso di lastre composite con lamiera grecata, le armature effettive devono essere definite secondo le direzioni di rinforzo parallele alle nervature e perpendicolari alle nervature della lastra.***

6.5.2.2. Armatura elementi superficiali

Per definire un armatura indipendente dalla mesh bisogna impostare l'armatura prima e poi disegnare rettangoli o poligoni di applicazione o assegnarla all'intero dominio.
Se non ci sono superfici o domini selezionati cliccando sul bottone nel menu si apre la finestra di dialogo. L'armatura può essere modificata come descrittoo sopra.



La barra degli strumenti inferiore può essere utilizzata per controllare il posizionamento dell' armatura effettiva sulla struttura. È anche possibile definire un' armatura indipendente dalla mesh.



Visualizza la barra degli strumenti di selezione per selezionare i domini esistenti o quelli d'armatura. L' armatura corrente viene applicata al termine della selezione.



Opzione per disegnare aree d'armatura rettangolari.



Opzione per disegnare aree d'armatura rettangolari inclinate.



Opzione per disegnare domini d'armatura poligonale.

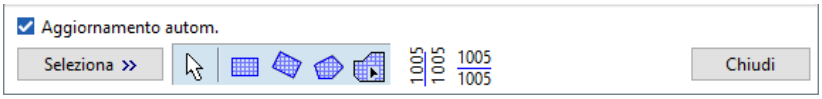


Opzione per applicare l' armatura ai domini semplicemente facendo clic su di essi.

L' armatura è applicata solo nei casi in cui le aree d'armatura ricadono su elementi di superficie o domini.

Nello stesso modo è possibile aggiungere o rimuovere armature.

La finestra di dialogo può essere ridotta a barra degli strumenti. Facendo clic sull'icona a triangolo nell'angolo in alto a destra si riduce o si apre la finestra di dialogo. I valori di'armatura specificati vengono visualizzati come simboli. Le quantità di rinforzo superiore e inferiore lungo Y sono scritte lungo la linea verticale. Le quantità di rinforzo superiore e inferiore lungo X sono scritte lungo la linea orizzontale



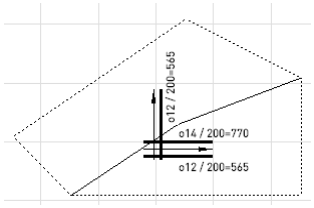
L'icona della barra degli strumenti rimane la stessa.

L'armatura di rinforzo può essere aggiunta o cancellata nello stesso modo sopra descritto.



I contorni di domini dell'armatura sono identificati mediante il cursore. Facendo clic su questi domini consente di apportare modifiche nell'armatura. SHIFT + clic selezionare domini di armatura multipli. Cliccando su uno dei domini selezionati, ci permette di apportare modifiche ai domini multipli di armatura. Questo è lo stesso metodo utilizzato per gli elementi o i carichi indipendentemente dalla mesh.

I domini di armatura indipendentemente dalla mesh vengono visualizzati come contorni fatti da linee tratteggiate in color marrone. Al centro del dominio appare un simbolo che mostra l'armatura superiore e quella inferiore in direzioni x(ξ) e y(η). Il punto centrale è collegato a due vertici del poligono di dominio da linee continue di color marrone.



Quando si modifica un dominio esistente di armatura, sono disponibili due metodi:

Auto aggiornamento Aggiorna immediatamente il disegno quando l'armatura cambia.

6.5.3. Verifica dell'armatura effettiva delle superfici in calcestruzzo

AXISVM può verificare l'utilizzo dell'armatura superficiale effettiva. Mentre per i risultati della differenza di armatura viene indicata solo la differenza tra l'armatura teorica e quella effettiva per ogni strato, la componente di utilizzo è determinata dalla curva di capacità della sezione trasversale in cemento armato. La funzione è disponibile per l'Eurocodice (ad eccezione della norma tedesca) e per le norme NTC.
I domini possono essere membrana, piastra o guscio.
Si possono prendere in considerazione risultati lineari, non lineari o dinamici e le combinazioni possono contenere casi di carico da incendio.

Limitazioni

Possono essere verificati i seguenti tipi di lastre in cemento armato:

- normale,
- nucleo cavo,
- nervate,
- composito nervate,
- lamiera grecata con soletta di completamento,
- e solette con matrice di rigidezza personalizzata.

☞ ***È possibile controllare solo le armature ortogonali (non sono supportate le direzioni di armatura personalizzate).***

Parametri

I risultati si basano sui parametri specificati per l'armatura reale e per quella teorica (ad es. copriferro, diametro delle armature, direzione degli strati). Pertanto, ha senso confrontare i risultati per l'armatura reale e quella teorica con parametri identici o quasi.

☞ ***Si considerano armature con diversi diametri/posizioni collocate in un determinato strato, con una posizione media dell'armatura.***

Componenti di risultato

Il gruppo dei component *Verifica dell'armatura effettiva* appare solo se il modello contiene almeno un dominio con armatura effettiva che soddisfa i criteri di cui sopra..

Le componenti di risultato visualizzate possono essere suddivise in tre gruppi:

- **Controllo dell'armatura disposta**
  - **Resistenza momento (N=0)**
    - mRd x(i) [kNm/m]
    - mRd x(s) [kNm/m]
    - mRd y(i) [kNm/m]
    - mRd y(s) [kNm/m]
  - **Resistenza assiale (M=0)**
    - nRd x(+) [kN/m]
    - nRd x(-) [kN/m]
    - nRd y(+) [kN/m]
    - nRd y(-) [kN/m]
  - **Efficienza**
    - Efficienza x []
    - Efficienza y []
    - Utilizzazione massima []

Momento resistente (N = 0):
Il momento resistente della sezione trasversale nelle direzioni locali x e y con forza assiale nulla, considerando momenti di segno opposto (flessione in alto 't' o in basso 'b' della sezione trasversale sotto tensione).

Resistenza assiale (M = 0):
Resistenza assiale ('+' = tensione, '-' = compressione) della sezione trasversale con flessione nulla nelle direzioni locali x e y.

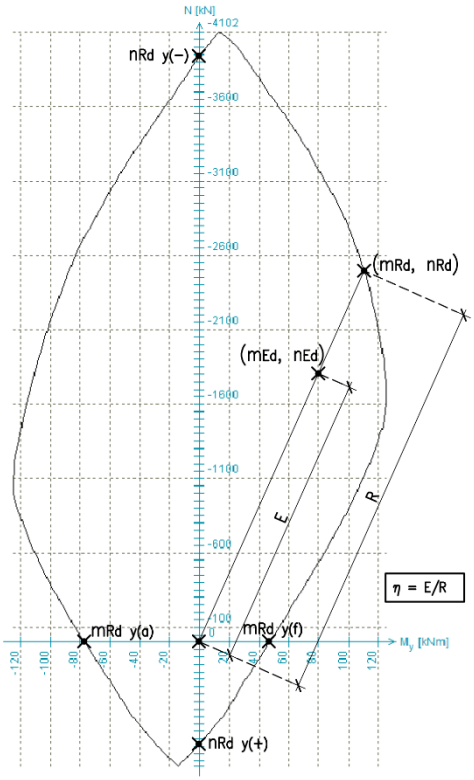
Utilizzo:
Il programma calcola l'utilizzo nelle direzioni x e y locali. *L'utilizzo massimo* è il valore più alto tra i due.

Calcolo delle componenti di risultato

I risultati si basano su una curva di capacità linearizzata per ciascuna direzione (*x* e *y*). (Si determinano solo i punti specifici della curva di capacità e si applica un'interpolazione lineare tra di essi).

Nel calcolo si assume un diagramma sforzo-deformazione elastico e perfettamente plastico per le armature e una distribuzione rettangolare delle sollecitazioni per il calcestruzzo. Questo modello è lo stesso utilizzato per calcolare l'armatura necessaria.

Risultati del momento resistente e della resistenza assiale, interpretazione dell'utilizzo



La resistenza a flessione pura (*mRd (N=0)*) e la resistenza assiale (*nRd (M=0)*) sono i punti limite della curva di capacità.

La massima capacità *(mRd, nRd)* si ottiene tracciando una semiretta dall'origine e al punto di sollecitazione di progetto *(mEd, nEd)* e trovando la sua intersezione con la curva di capacità (assumendo un'eccentricità costante).

L'utilizzo *(η = E / R)* è dato dal rapporto tra la lunghezza delle distanze a partire dall'origine fino al punto di forza interna di progetto *(mEd, nEd)* e il punto di massima capacità *(mRd, nRd)*.

☞ ***Il calcolo tiene conto del tipo di combinazione (SLS, ULS, ...). I fattori di sicurezza dipendono dal tipo di combinazione.***

L'interazione delle forze interne relative alle direzioni x e y non può essere considerata.

Visualizzazione dei risultati e tabelle

I risultati possono essere visualizzati in qualsiasi modalità di visualizzazione applicabile alle superfici. Il riepilogo dei risultati è disponibile nel Browser tabelle.

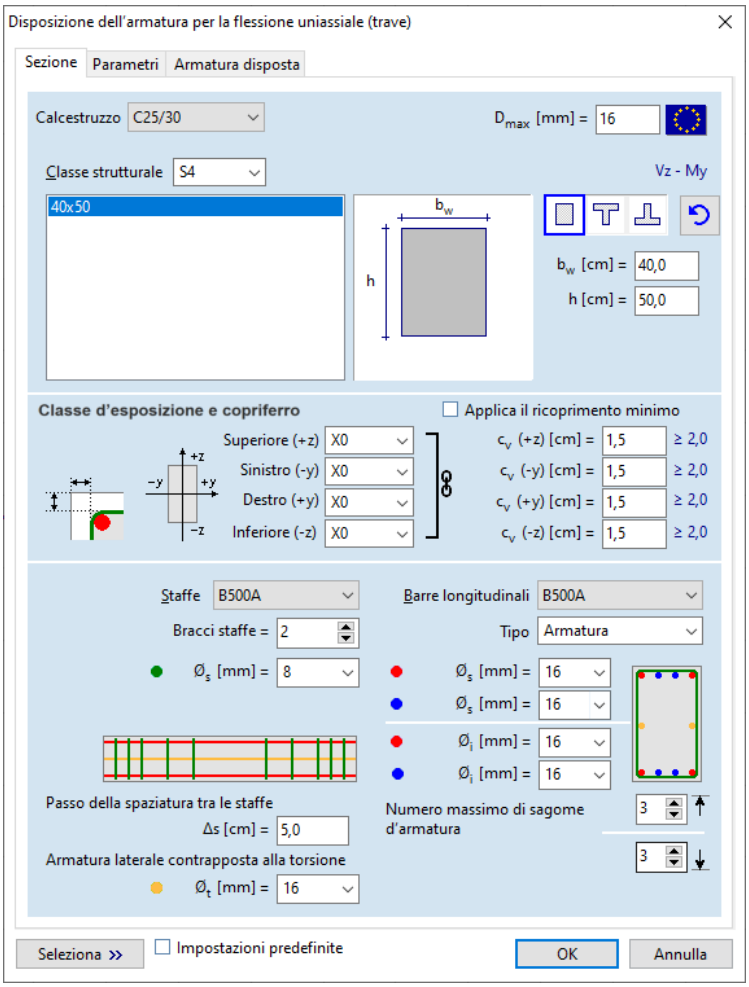
6.5.4. Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)

I parametri d'armatura della trave e l'armatura effettiva possono essere assegnati a travi in calcestruzzo senza eseguire la progettazione e la verifica dell'armatura. I parametri di progettazione dell'armatura della trave possono essere diversi per ciascun elemento finito. Per selezionare solo una parte di un elemento strutturale, controllare la seguente opzione: Impostazioni / Preferenze / Modifica / Attiva la selezione di elementi finiti sulle linee.

☞ ***La finestra di dialogo dei parametri d'armatura della trave è adatta alla definizione di parametri che tengano conto di una flessione uniassiale. Ciò può essere adottato anche per gli elementi verticali.***

La progettazione dell'armatura della trave (determinando la quantità d'armatura richiesta e verificandola, ***Vedere...*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2* utilizza questi parametri.

Sezione trasversale

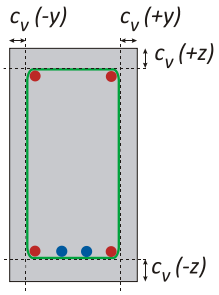


L'elenco contiene tutte le sezioni trasversali di progetto delle travi selezionate. Verranno visualizzati i parametri di geometria dell'elemento selezionato e possono essere modificati. Le modifiche non consentono di ricalcolare le forze in modo da non modificare le dimensioni della sezione trasversale a meno che non sia realmente necessario.
Anche la classe del calcestruzzo può essere modificata. Devono essere specificati la classe strutturale e la dimensione massima dell'aggregato (Dmax).

☞ ***Dopo la modifica delle dimensioni della sezione trasversale si consiglia di modificare la sezione effettiva dell'elemento e di ricalcolare il modello.***

Classe d'esposizione, copriferro

Le classi d'esposizione e il copriferro del calcestruzzo devono essere specificate su tutti e quattro i lati della sezione (+ z, -y, + y, -z).
Il copriferro nel calcestruzzo è la minima distanza tra le staffe e la superficie esterna del calcestruzzo. Il copriferro minimo richiesto calcolato in base al codice di progettazione alla classe d'esposizione e altri parametri viene visualizzato in blu alla fine di ogni riga. La verifica applica il copriferro minimo impostando i campi di modifica c_v al valore calcolato. Facendo clic sul simbolo del link a destra delle classi d'esposizione, verrà impostata la stessa classe su tutti i lati della sezione.



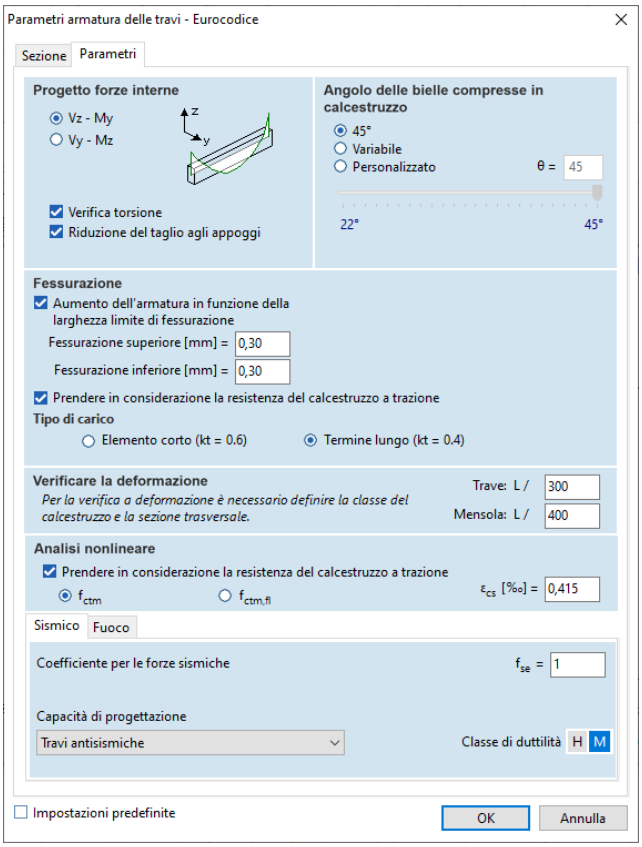
Parametri armatura

I parametri (cioè materiale, diametro, ecc.) delle staffe (verde) e delle barre a torsione (giallo) possono essere inseriti sul lato sinistro, i parametri delle barre d'angolo (rosso) e altre barre longitudinali (blu) a destra. $Ø_t$ è il diametro delle armature superiori, $Ø_b$ è lo stesso per le armature inferiori, $Ø_t$ è il diametro dell'armatura laterale contro la torsione. Selezionando *Usa queste barre e staffe d'acciaio come default* verranno memorizzati i valori delle barre e delle staffe in acciaio imputati nella finestra di dialogo come valori predefiniti.

☞ ***I seguenti parametri vengono utilizzati solo nel progetto d'armatura della trave. Il programma distribuisce le staffe e i ferri secondo questi parametri prima di verificare l'armatura calcolata.***

Passo della staffa: I valori del passo calcolato della staffa saranno multipli interi della dimensione del passo inserita qui.
Il numero massimo di sagome applicate limita il numero di schemi di distribuzione dei ferri longitudinali (il numero delle sagome superiori e inferiori può essere impostato separatamente).

Parametri



Questi parametri sono necessari per progettare e verificare l'armatura della trave.

Forze di progetto

L'armatura della trave può essere calcolata a flessione in una direzione. La trave può essere progettata sia per le forze Vz-My che per Vy-Mz.
Selezionare *Verifica torsione* considerare anche il momento di torsione quando si progetta la trave.
Selezionare *Riduzione taglio agli appoggi* per applicare i metodi di riduzione della forza di taglio secondo il codice di progettazione attivo.

Angolo delle bielle compresse in calcestruzzo

L'Eurocode 2 consente la specificazione dell'angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del calcestruzzo. Secondo il paragrafo 6.2.3 (2) è compreso tra: $1 \leq \text{ctg}\,\theta \leq 2.5$. In caso di strisciamento piatto (angolazione ripida) le fessure intersecano solo poche staffe, per cui il calcestruzzo aumenta la tensione di taglio. In caso di strisciamento ripido (angolo di fessura piatta) le fessure intersecano molteplici staffe, per cui il rinforzo a taglio è maggiormente sollecitato.
Nel metodo con l'angolo di inclinazione variabile (come seconda opzione) l'angolo dello strut è ottimizzato per il minimo rinforzo a taglio. Se la tensione o i momenti torsionali non sono trascurabili, è necessario selezionare il metodo standard (la prima opzione) in cui l'angolo di punta fisso è di 45 °.

Fessurazione

Se selezionata la voce *Aumento dell'armatura in funzione della larghezza limite della fessura* possono essere immessi i valori massimi consentiti. In questo caso il programma aumenta l'armatura superiore/inferiore (mantenendo la relazione $A_s \leq A_{s,max}$. L'armatura massima può essere impostata nella finestra Codici di progettazione, nella scheda Calcestruzzo armato (***vedi...*** *3.3.7 Codici di calcolo*) per ridurre l'ampiezza della fessura al di sotto del valore specificato. Per eseguire un'analisi di fessurazione occorre specificare la durata del carico. ***Vedere...*** *6.5.8.1 Calcolo secondo Eurocodice 2.* Se si seleziona l'opzione *Prendere in considerazione la resistenza del calcestruzzo a trazione*, non vengono eseguiti calcoli di fessurazione nei punti in cui la tensione di trazione è inferiore alla resistenza a traz66ione del calcestruzzo.

Durata del carico

k_t è un fattore che dipende dalla durata del carico.
Per carichi di breve durata $k_t = 0.6$, per carichi a lunga durata $k_t = 0.8$

Verifica della deformazione limite

Il programma controlla la deformazione consentita in base ai criteri fissati per travi e sbalzi. L rappresenta la lunghezza della trave. Questo controllo verrà eseguito solo se è stata impostata la classe di calcestruzzo reale e la sezione trasversale.

Per il coefficiente delle forze sismiche vedere il punto *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*

Capacità di progetto

Può essere impostata sia per travi portanti (antisismiche) sia per elementi sismici secondari (travi non antisismiche). Le cerniere plastiche, invece, (***vedi...*** *6.5.12.1 Passi per il progetto d'armatura della trave*) possono essere definite solo in caso di travi antisismiche. È possibile selezionare anche la classe di duttilità (M - DCM, H - DCH), questa influenza la distanza massima consentita tra le staffe, al fine di fornire la duttilità prevista. Durante il calcolo della resistenza a taglio se viene selezionata la classe di duttilità H (EN 1998-1-1), l'angolo θ = 45 ° è considerato per l'angolo del calcestruzzo a compressione.

Forza assiale normalizzata in situazione di progettazione sismica

La capacità di deformazione degli elementi in cemento armato in situazione di progettazione sismica dipende, tra l'altro, dal segno e dalla grandezza della forza assiale nell'elemento. Per questo motivo, la forza assiale negli elementi deve essere limitata. Per aiutare il processo di progettazione e controllare la forza assiale negli elementi, è possibile calcolare e visualizzare una componente normalizzata del risultato della forza assiale per gli elementi lineari in calcestruzzo.

$$\upsilon_d = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

È importante notare che in questo calcolo la forza di compressione è positiva. Nel caso della forza di tensione, viene visualizzato un valore negativo, che naturalmente è solo indicativo, poiché il calcestruzzo non può sopportare elevate forze di trazione. Se viene rilevata una forza di tensione, viene visualizzato un messaggio di avvertimento.
Questo componente del risultato viene calcolato solo per casi di carico sismico, combinazioni di carico sismico (con o senza caso di carico sismico effettivo nella combinazione, il tipo di combinazione conta), inviluppi sismici e combinazioni critiche sismiche.

☞ ***La forza assiale normalizzata è calcolata per ogni elemento lineare in calcestruzzo (inclusi gli elementi reticolari, travi e nervature) considerando il materiale del calcestruzzo e la sezione trasversale specificati dalla definizione dell'elemento lineare. Se l'armatura reale della trave è assegnata all'elemento, il materiale del calcestruzzo e la sezione trasversale dell'armatura reale saranno considerati al posto dei parametri originali.***

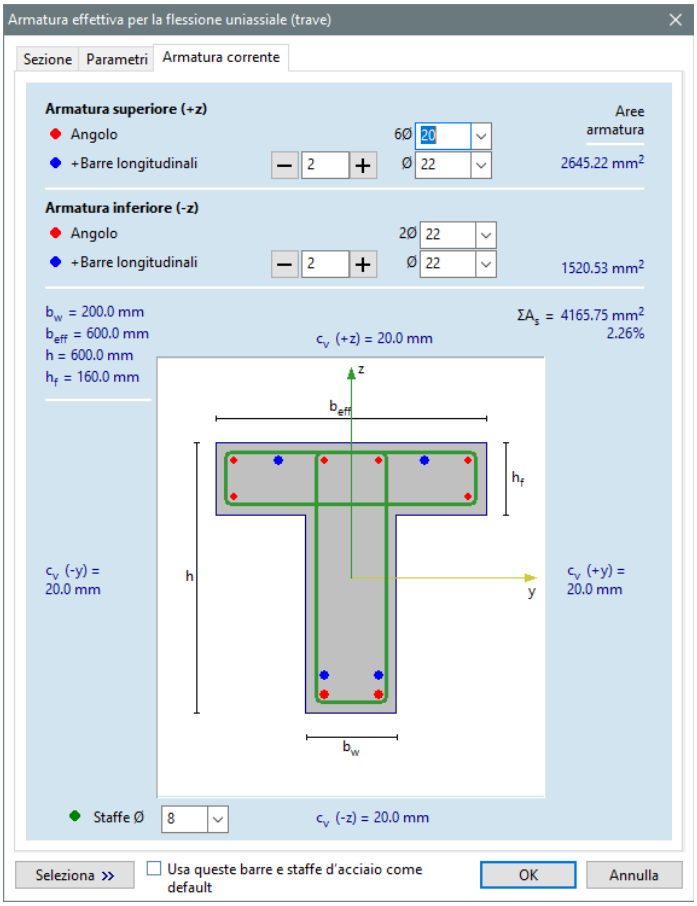
Progettazione antincendio

Informazioni dettagliate sulla progettazione antincendio dei pilastri in cemento armato si trovano in una sezione successiva (***vedere***... *6.5.13 Progettazione antincendio di elementi in cemento armato – Moduli RC8*).

Armatura effettiva per flessione uni-direzionale(trave)



È possibile assegnare un'armatura effettiva agli elementi finiti selezionati. L'analisi non lineare può tener conto di questa armatura costante nel calcolo della deformata.
Le barre d'angolo nella parte superiore e inferiore della trave sono sempre presenti, il loro diametro può essere modificato. È possibile specificare il numero e il posizionamento superiore / inferiore delle barre aggiuntive. Le barre vengono distribuite automaticamente.

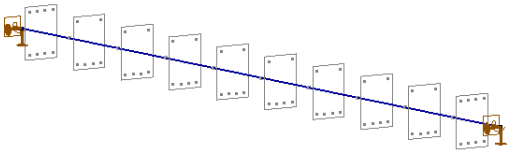


Seleziona

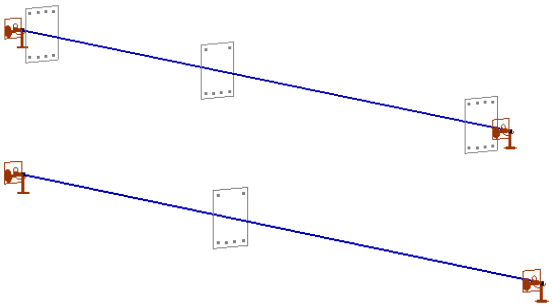
Fare clic su *Seleziona* consente di prelevare i parametri di progettazione dell'armatura della trave definiti per un altro elemento.

Visualizza armatura attuale

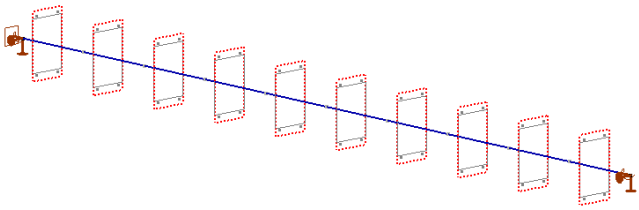
Dopo aver definito l'armatura attuale e aver assegnato i suoi parametri all'elemento se la visualizzazione delle *Forme sezione* è attivata (Opzioni di visualizzazione / Simboli / Simboli grafici / Forma sezione trasversale, ***Vedere...*** *Opzioni di visualizzazione)* le barre d'armatura effettiva vengono visualizzate anche nella vista del modello.



Se viene assegnata una mesh all'elemento lineare (***Vedere...*** *Mesh di elementi lineari*), ogni elemento finito può avere diversa armatura (attiva Impostazioni / Preferenze / Modifica / Attiva selezione degli elementi finiti sulle linee). Se la visualizzazione della mesh lineare è disabilitata, vengono mostrate tre sezioni trasversali, una all'inizio, una al punto medio e uno alla fine dell'elemento. In caso di armatura costante viene mostrata solo una sezione trasversale.



Durante la definizione dei parametri di rinforzo della trave è possibile modificare la sezione trasversale. Se la sezione trasversale assegnata all'elemento lineare non è identica alla sezione trasversale specificata nella finestra di dialogo dei parametri d'armatura, nella vista del modello la sezione trasversale modificata viene visualizzata una linea tratteggiata in rosso.



Analisi non lineare

Il valore di alcuni parametri considerati durante l'analisi non lineare può essere impostata dall'utente:

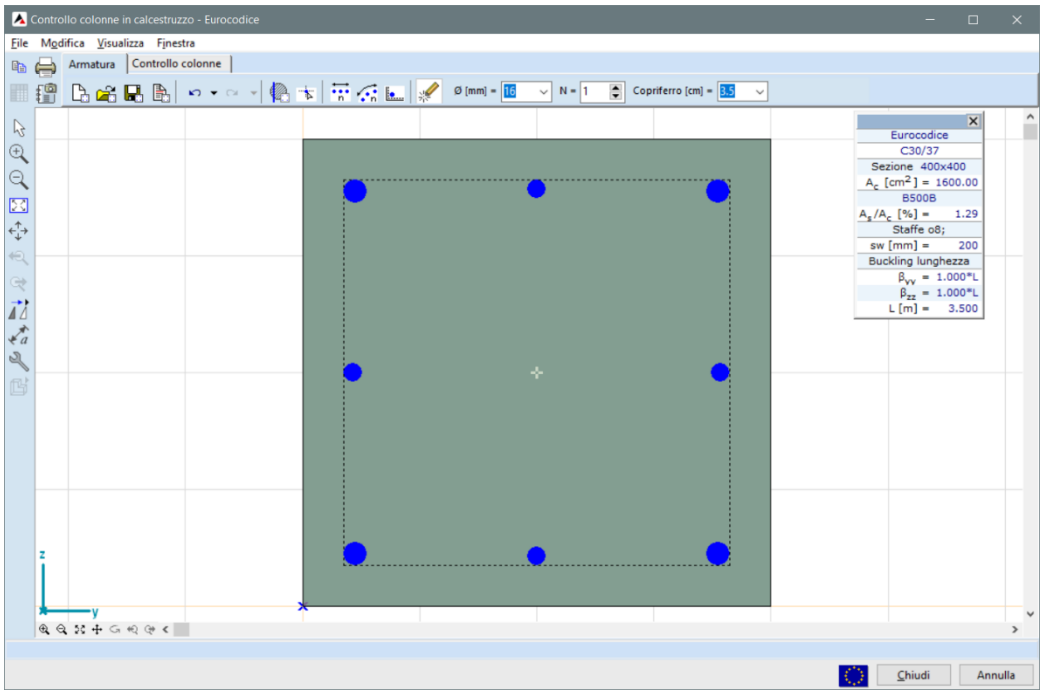
- considerazione della resistenza a trazione del calcestruzzo;
- tensione finale del calcestruzzo dovuto al ritiro

6.5.5. Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)



I parametri d'armatura per la flessione bi-assiale possono essere specificati nella finestra di dialogo qui sotto. Ogni elemento finito può avere diversi parametri d'armatura. (attiva Impostazioni / Preferenze / Modifica / Attiva la selezione di elementi finiti sulle linee). La verifica delle colonne è basata sull'armatura reale e può essere eseguito in seguito (***Vedere...*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*).

☞ ***Questo tipo di armatura è utilizzato per elementi in cemento armato sottoposti a flessione bi-assiale. Può essere assegnato anche agli elementi orizzontali, anche se in questi casi l'utilizzo dei parametri di rinforzo della trave (Vedere...*** *6.5.4 Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)****) può essere più pratico.***



Salva il disegno corrente nella Libreria Disegni.

Definisce una nuova armatura

Apri

Apre una nuova sezione trasversale o armatura.

☞ ***Possono essere aperte solo le sezioni trasversali con dati di grafica disponibili***

Salva

Salva l'armatura con nome per ulteriore utilizzo.

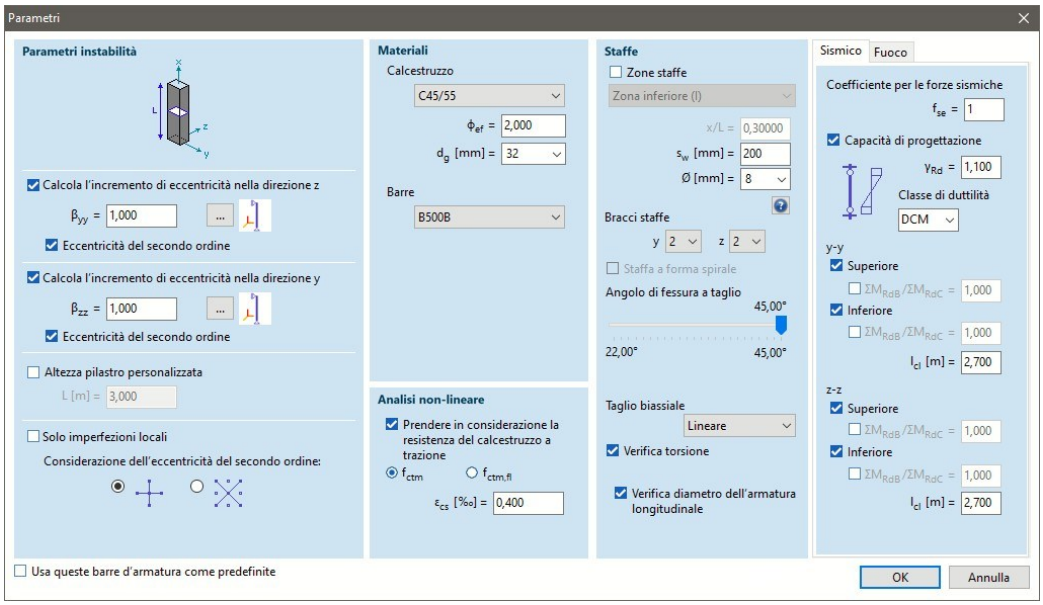
Elenco delle armature delle colonne esistenti. È possibile ordinare e eliminare le righe contrassegnate.

Definizione Armatura

Le seguenti icone sono disponibili sul menu Definizione Armatura:

Parametri

Consente di specificare i parametri per la verifica dei pilastri in cemento armato. La verifica riguarda il controllo della flessione con o senza forza assiale, il controllo della resistenza al cedimento causato dalle forze di taglio e dagli effetti torsionali.
Gli incrementi sfavorevoli di eccentricità determinati in base ai parametri d'instabilità vengono visualizzati nella tabella di controllo della forza interna.
È possibile controllare se gli incrementi di eccentricità prescritti dal codice di progettazione vengono applicati in una certa direzione o meno.
Inoltre, la considerazione delle eccentricità del secondo ordine può essere controllata in ogni direzione. Le eccentricità del secondo ordine possono essere considerate contemporaneamente o indipendentemente in ciascuna direzione.
Anche l'applicazione dell'eccentricità del secondo ordine può essere controllata in ogni direzione. Nelle direzioni controllate β_{yy} e β_{zz} possono essere specificati i fattori di lunghezza d'instabilità. β_{yy} nel piano *x-z* e β_{zz} nel piano *x-y*). È inoltre possibile modificare l'altezza della colonna utilizzata nei calcoli di lunghezza d'instabilità e selezionare la forma di svergolamento.
È possibile visualizzare il coefficiente di forze sismiche al capitolo *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*



La classe di calcestruzzo considerata nel calcolo può essere modificata rispetto alla classe di calcestruzzo assegnata all' elemento strutturale. Permette all' utente di valutare la sicurezza strutturale del pilastro con diverse classi di calcestruzzo senza nuove analisi statiche.
ϕ_{ef} è il cosiddetto rapporto di scorrimento effettivo ai sensi della sezione 5.8.4 della norma EN 1992-1-1.
In relazione all' analisi non lineare del pilastro (***Vedere...*** *6.5.6 Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato*) è possibile considerare la resistenza alla trazione e della deformazione da ritiro.
È possibile definire spaziature tra le staffe costanti o variabili (tre spaziature diverse con diametri diversi) per la colonna. x/L si riferisce ad una distanza relativa dal fondo del pilastro relativa al limite delle zone con diversi parametri di staffa. Il numero di bracci è uniforme lungo l' elemento, ma può essere diverso, rispettivamente, parallelamente agli assi y e z. L' angolo di fessurazione di taglio considerato può anche essere definito dall'utente. Nel caso di colonne con sezione trasversale circolare è possibile utilizzare la staffa a spirale.
Per la verifica del *Taglio biassiale* sono disponibili le seguenti opzioni: taglio biassiale sono disponibili le seguenti opzioni:

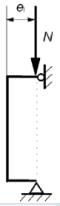
- *Nessuna* (la verifica del taglio biassiale è disabilitata),
- *Lineare* (l'espressione lineare viene utilizzata come somma degli utilizzi del taglio) e
- *Quadratica* (l'espressione quadratica è utilizzata come somma delle utilizzazioni di taglio).

Spunta la *Verifica a torsione* per considerare il momento di torsione nella progettazione del pilastro.

In caso di strutture dissipative con classe di duttilità DCM o DCH (EN 1998-1-1), i valori di progetto delle forze di taglio sono determinati in base alla regola di capacità di progetto (se il caso di carico sismico è incluso nella combinazione di carico selezionata), sulla base dell'equilibrio della colonna nei momenti finali Mi, d (dove con i = 1,2 si denotano le sezioni terminali della colonna), corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche per entrambe le direzioni (positive e negative) del carico sismico (***Vedere...*** *6.5.11 La verifica della progettazione di colonne composte – modulo RC2*). È possibile definire le cerniere plastiche, se nel modello è presente un caso di carico sismico, e il fattore di struttura (q) (***Vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*) risulti maggiore di 1,5 (eccetto lo standard Eurocodice [RO]). I seguenti parametri possono essere specificati dall'utente: il fattore di sicurezza, la classe di duttilità, la lunghezza libera della colonna (dove la lunghezza libera è la distanza tra le sezioni terminali in cui possono essere formate le cerniere plastiche), e il rapporto tra la somma della capacità del momento di travi e colonne collegate rispettivamente allo stesso giunto.

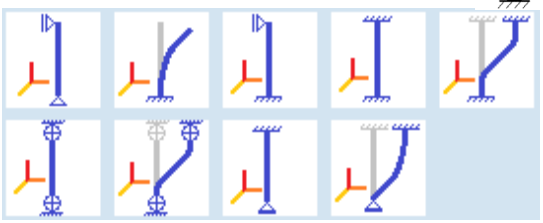
Informazioni dettagliate sulla progettazione antincendio dei pilastri in cemento armato si trovano al *6.5.13.1 Progettazione antincendio di colonne e travi in calcestruzzo armato - Modulo RC8-B*

Se le imperfezioni globali sono prese in considerazione dai carichi supplementari che agiscono sulla struttura, essi devono essere trascurati nel calcolo del rinforzo del pilastro. Per ottenere questo risultato, controllare solo le imperfezioni locali. Se viene selezionata una forma curva di svergolamento, viene considerata solo un'imperfezione geometrica locale costante. ***Vedere...*** *Armatura colonna – modulo RC2.*



Forme d'instabilità

Le eccentricità del secondo ordine vengono calcolate sulla base della forma d'instabilità selezionata (***vedere...*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*). I fattori di lunghezza d'instabilità vengono modificati di conseguenza, ma possono essere sovrascritti.



Verifica diametro dell'armatura longitudinale

Alcune delle barre longitudinali possono non essere prese in considerazione in compressione, per quanto riguarda il diametro e la spaziatura delle staffe (la spaziatura deve essere inferiore a 12-20 diametri in base al codice di progettazione selezionato). Se questa casella di controllo non è attiva, il software non controlla il rispetto di questo criterio.

☞ ***Le forme d'instabilità e i fattori di lunghezza d'instabilità sono associati agli assi locali y e z della sezione. Di conseguenza, nel calcolo delle imperfezioni geometriche locali e di eccentricità del secondo ordine vengono considerate l'inerzia flessionale relativa agli assi y e z*** (**vedere...** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*).

Barre d'armatura

In un punto Copriferro



Genera una barra di armatura avente una specificato diametro nel punto di posizionamento del cursore.
Se il cursore si trova su un angolo o sul perimetro della sezione, l'armatura sarà generata tenendo conto del copriferro.

Armatura su un lato



Divide una distanza assegnata in N parti inserendo N+1 ferri di armatura a uguale distanza tra di loro

Su arco circolare



Divide in N parti un arco circolare di cui sono stati assegnati i punti iniziale e finale inserendo N+1 barre di armatura. Se si traccia un cerchio completo, inserisce le N barre uniformemente intorno al cerchio.

Posizionamento delle barre di rinforzo agli angoli



Colloca le barre negli angoli positivi e negativi (> 5°) se non ci sono barre nell'angolo.

Spaziatura errata delle armature

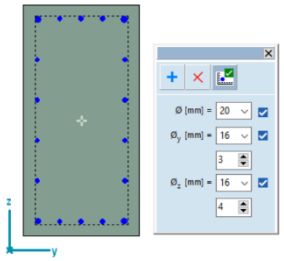
Quando si posizionano le barre nella sezione trasversale, il programma visualizza le barre in conflitto in rosso e non ne consente il posizionamento.
Se lo spazio tra le barre non soddisfa i requisiti standard, le barre vengono visualizzate in arancione *durante l'editing*. Quest'ultima caratteristica è solo un avvertimento e non impedisce il posizionamento di armature troppo vicine tra loro.

Applicazione dello schema delle armature

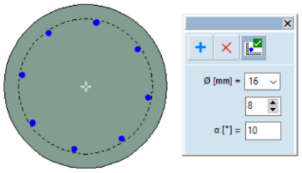


La procedura guidata per lo schema di armatura consente all'utente di creare una semplice disposizione delle armature per sezioni rettangolari e circolari.

Nel caso di sezione rettangolare, il diametro delle barre d'angolo e laterali può essere definito in modo diverso. Su ogni lato il numero di barre applicato è distribuito con la stessa distanza, dividendo equamente la distanza tra le barre d'angolo.



Nel caso di sezione circolare, è possibile impostare il diametro delle barre, il numero di barre (almeno 6 barre) e l'angolo di inizio della distribuzione.





Lo strumento *Aggiungi armatura* funziona in modo addizionale: mantenendo l'armatura esistente, l'utente può aggiungere un nuovo schema di armatura in base ai parametri impostati.

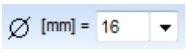


Eliminare tutte le armature presenti nella sezione trasversale.



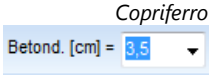
Le posizioni delle armature vengono controllate automaticamente e il programma fornisce un messaggio di avvertimento se le posizioni non soddisfano le regole. Il controllo può essere disattivato con il pulsante "Controlla posizione armatura", ma non sono consentite collisioni tra armature.

Diametro

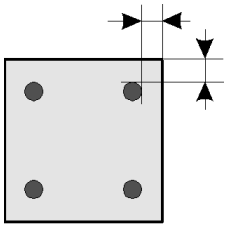


Permette di definire il diametro delle barre da utilizzare.
Per modificare un diametro, selezionare la barra e digitare un nuovo diametro o sceglierne uno tra quelli proposti nella lista.

Copriferro



Permette di definire o modificare il valore del copriferro.

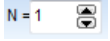


☞ ***In questo caso il copriferro è la distanza tra la fibra estrema del calcestruzzo e la barra (vedere figura).***

Modificare la posizione di un ferro:
Puntare il cursore sul ferro.

1. Usare il tasto sinistro, iniziare lo spostamento del ferro e rilasciare il tasto per portare il ferro nella sua nuova posizione.
2. Premere nuovamente il tasto sinistro per confermare la nuova posizione.
3. Questa può anche essere immessa numericamente digitandone le coordinate nella apposita finestra.

N



N+1 è il numero di divisione che definisce il numero delle barre.

Trasla/Copia



Crea nuove barre copiando le esistenti per traslazione.

Ruota/Copia



Crea nuove barre copiando le esistenti per rotazione.

Capovolgi/Copia



Crea nuove barre copiando le esistenti capovolgendole.

Visualizzazione dell'armatura reale

Dopo l'assegnazione dell'armatura effettiva e dei suoi prametri all'elemento se la visualizzazione della sezione trasversale è stata *attivata (Opzioni di visualizzazione / Simboli / Simboli grafici / Forma sezione trasversale,* ***vedere...*** *2.16.21 Opzioni di visualizzazione*) le barre d'armatura effettive possono essere visualizzate nella vista del modello. ***Vedere*** anche *6.5.4 Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)*

Analisi non lineare

Il valore di alcuni parametri considerati durante l'analisi non lineare (***Vedi...*** *6.5.6 Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato*) può essere impostata dall'utente:

- considerazione della resistenza a trazione o a flessione del calcestruzzo;
- tensione finale del calcestruzzo dovuto al ritiro;

Forza assiale normalizzata in situazione di progettazione sismica

La capacità di deformazione degli elementi in cemento armato in situazione di progettazione sismica dipende, tra l'altro, dal segno e dalla grandezza della forza assiale nell'elemento. Per questo motivo, la forza assiale negli elementi deve essere limitata. Per aiutare il processo di progettazione e controllare la forza assiale negli elementi, la forza assiale normalizzata (normalizzata a $A_c f_{cd}$) come componente di risultato può essere calcolata e mostrata graficamente per gli elementi lineari in calcestruzzo.

$$\upsilon_d = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

È importante notare che in questo calcolo la forza di compressione è positiva. Nel caso della forza di tensione, viene visualizzato un valore negativo, che è ovviamente solo indicativo, poiché il calcestruzzo non può sopportare elevate forze di trazione. Il software avverte l'utente nel caso della presenza di una forza di tensione con un messaggio di avvertimento.
Questo componente del risultato viene calcolato solo per i casi di carico sismico, le combinazioni di carico sismico (con o senza caso di carico sismico effettivo nella combinazione, conta il tipo di combinazione), gli inviluppi sismici e le combinazioni critiche sismiche.

☞ ***La forza assiale normalizzata è calcolata per ogni elemento lineare in calcestruzzo (inclusi gli elementi reticolari, travi e nervature) considerando il materiale del calcestruzzo e la sezione trasversale specificati dalla definizione dell'elemento lineare. Se l'armatura reale della trave è assegnata all'elemento, il materiale del calcestruzzo e la sezione trasversale dell'armatura reale saranno considerati al posto dei parametri originali.***

Progettazione antincendio

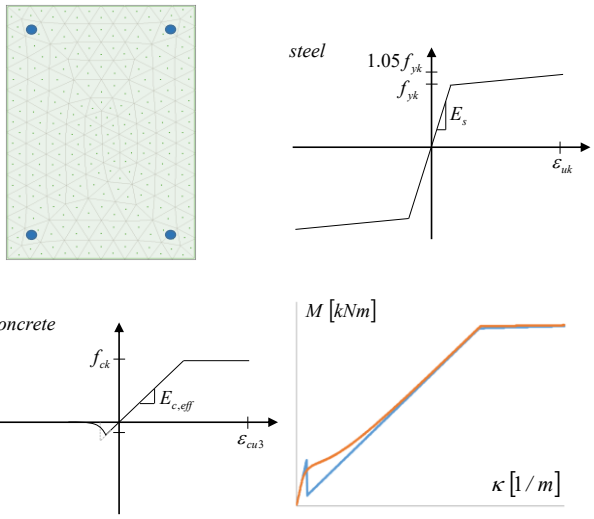
Informazioni dettagliate sulla progettazione antincendio dei pilastri in cemento armato si trovano in una sezione successiva (***vedere...*** *6.5.13 Progettazione antincendio di elementi in cemento armato – Moduli RC8*).

6.5.6. Analisi non lineare degli elementi travi e pilastri in calcestruzzo armato

In caso di analisi non lineare, possono essere presi in considerazione le armature attuali, i parametri del calcestruzzo e il comportamento non lineare di acciaio/calcestruzzo (***vedere...*** *5.1 Analisi Statica*). I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Le forze interne compatibili con le tensioni sono calcolate attraverso l'integrazione numerica delle sollecitazioni di fibre a punti di integrazione di Gauss basati sugli sforzi normali ε, curvatura κy e κz. La sezione di calcestruzzo è suddivisa in una serie di fibre a triangolo; Per l'armatura in acciaio le fibre indipendenti sono assegnate con forma a cerchio. Le sollecitazioni di fibre sono calcolate sulla base dello sforzo al centro della fibra e in base al modello del materiale non lineare in calcestruzzo/acciaio.

Per evitare problemi di convergenza, è stato modificato il comportamento tensionale del modello del materiale calcestruzzo. La differenza tra i modelli dei materiali costruiti per gli standard EC e SIA è solo nei valori di forze e tensioni ultime; La forma del modello del materiale è identica.



Per evitare problemi di convergenza, il modello materiale calcestruzzo è stato modificato sul lato della tensione. Sulla base dei risultati delle prove di verifica, gli spostamenti calcolati sono vicini agli spostamenti calcolati con formule standardizzate. L' errore era inferiore al 5% in tutti i casi esaminati.

La sollecitazione di trazione nel calcestruzzo è calcolata con la seguente formula, basata su un metodo approssimativo di cui al punto 7.4.3 della norma EN 1992-1-1:

$$\sigma = E\varepsilon(1-\zeta)$$

$$\zeta = \min\left[\max\left[1-\alpha\beta\left(\frac{f_t}{E\varepsilon}\right)^{\gamma};0\right];1\right]$$

α e γ sono i fattori selezionati (in funzione del rapporto tra il modulo di Young del calcestruzzo e quello dell' acciaio e in funzione del rapporto d'armatura) in base ai risultati di uno studio parametrico per calcolare le deformazioni in accordo con la sezione 7.4.3. della norma EN 1992-1-1.

☞ ***β è un coefficiente che tiene conto dell' influenza della durata del carico. In accordo con EN 1992-1-1, β possono essere scelti rispettivamente 0,5 e 1,0 in caso di carichi a lunga durata e a breve durata. Se nell'analisi non lineare si considera il creep, β e impostato a 0.5. Se il creep non viene considerato nell'analisi non lineare, possono essere utilizzati i valori β=0.5 o β=1.0. Il valore per questi casi può essere specificato nella finestra Codici di progettazione (vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo****)***.

Fluage e ritiro

La considerazione di fluage e ritiro nell'analisi statica non lineare può essere impostata dall'inizializzazione dell'analisi (***Vedere...*** *5.1 Analisi Statica*). Il fluage è preso in considerazione dalla modifica del modulo Young del calcestruzzo. In caso di ritiro, una costante per la deformazione **ε** e **κ** per la curvatura (calcolata) vengono aggiunte alle tensioni calcolate in base alla tensione di ritiro data (***Vedi...*** *6.5.4 Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)* e *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*

☞ ***Lo scopo di considerare l'armatura effettiva nell'analisi statica non lineare è il calcolo più preciso della deformata per gli elementi in cemento armato lineari mediante la verifica degli stati limite di servizio, considerando il materiale non lineare e il comportamento strutturale. L'uso di questo modello di integrazione delle fibre per modellare la non linearità del materiale non è raccomandato per la verifica degli elementi in cemento armato allo stato limite ultimo. È anche importante notare che il modello attuale non può essere utilizzato nell'analisi pushover per tener conto del comportamento non lineare di elementi in cemento armato invece di cerniere plastiche (vedi...*** *4.10.26 Carichi Pushover – modulo SE2****) perché i modelli dei materiali presentati non considerano il degrado ciclico di calcestruzzo / resistenza / rigidità d'acciaio, l'inarcamento delle barre d'armatura in acciaio, ecc.***

☞ ***In caso di sezioni composite, il comportamento non lineare non viene considerato. Gli elementi con sezioni composite sono trattati come elementi lineari. Per considerare qualsiasi effetto di scorrimento nel caso di una sezione composita, è necessario assegnare il materiale in calcestruzzo con modulo ridotto di Young.***

☞ ***L'analisi non tiene conto degli effetti dell'incendio assegnati agli elementi. In particolare, non considera la distribuzione della temperatura all'interno delle sezioni trasversali, lo spalling del calcestruzzo danneggiato e la degradazione della rigidezza e della resistenza dei materiali.***

Dopo aver completato l'analisi non lineare con l'armatura effettiva, possono essere visualizzati i seguenti messaggi di errore:

1. „Incremento X, Trave Y: Sforzo normale superiore alla tensione/compressione"
   La forza normale ha superato la resistenza di progetto di tensione/compressione per travi caricate centralmente
2. „Incremento X, Trave Y: Momento flettente superiore al momento resistente"
   Il momento flettente all'Incremento X ha superato la resistenza a flessione in alcune sezioni trasversali della trave
3. „Incremento X, Trave Y: Tensione nelle barre longitudinali insufficiente"
   L'armatura longitudinale sul lato teso è inferiore al valore minimo consigliato secondo l'Eurocodice 2, quindi ci si aspetta un comportamento fragile a causa delle repentine e considerevoli rotture che possono portare a problemi di convergenza
4. „Incremento X, Trave Y: Tensioneattuale superiore alla tensione limite"
   La deformazione sull'asse dell'armatura o nella fibra di compressione estrema ha superato il valore limite

Questi messaggi appaiono per aiutare a rilevare e correggere gli errori commessi durante la creazione dell'armatura effettiva.

6.5.7. Analisi non lineare di superfici CA

Nel caso di analisi statica lineare la deformazione delle piastre è calcolata secondo la teoria elastica. In realtà il comportamento di piastre in c.a. è non lineare a causa di due effetti opposti. L'armatura effettiva aumenta la resistenza alla deformazione, ma il fluage la riduce. L'analisi non lineare della deformazione di piastre in c.a. considera questi due effetti con l'armatura effettiva.

☞ ***Il metodo sotto presentato, per la considerazione della non linearità del materiale delle superfici RC nell'analisi non lineare, può essere usato per il calcolo delle deformazioni per la verifica negli stati limite di esercizio. L'uso di questo modello di integrazione delle fibre per modellare la non linearità del materiale non è raccomandato per la verifica allo stato limite ultimo. È anche importante notare che il modello attuale non può essere utilizzato nell'analisi del pushover per tener conto del comportamento non lineare di elementi in cemento armato anziché cerniere di plastica (Vedere... 4.10.26 Carichi Pushover – modulo SE2) perché il materiale presentato i modelli non considerano il degrado ciclico in calcestruzzo, resistenza / rigidità d'acciaio, inarcamento di barre di rinforzo in acciaio, ecc.***

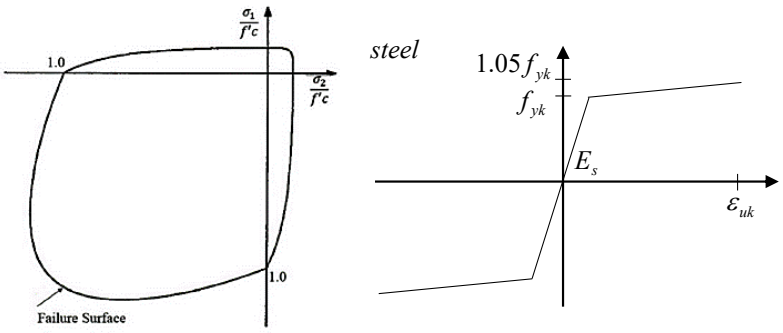
Codici di progettazione

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Calcolo

Non linearità ε-N; κ -M

Le forze interne compatibili con le tensioni sono calcolate attraverso l'integrazione numerica delle sollecitazioni delle fibre con i punti di integrazione di Gauss basati sulle tensioni normali εx, εy e εxy, e le curvature κx, κy e κxy. La sezione trasversale di calcestruzzo è suddivisa da una serie di fibre; per l'armatura in acciaio, le fibre indipendenti sono assegnate a forma a cerchio. Le sollecitazioni delle fibre sono calcolate sulla base della tensione al centro della fibra, ed in base al modello di materiale non lineare in calcestruzzo / acciaio. Per evitare problemi di convergenza, il modello del cemento armato è stato leggermente modificato sul lato della tensione in modo simile a quello delle travi e delle colonne.



Non linearità ε-N (Parete)

In questo caso, il comportamento non lineare è considerato solo nella connessione di tensioni normali e di forze membranali. I momenti flettenti vengono calcolati in modo elastico senza considerare le forze della membrana

Calcolo Non lineare ε-N; κ -M

In questo caso, il comportamento non lineare è considerato solo nella connessione di curvature e momenti flettenti. I momenti flettenti sono integrati indipendentemente nelle direzioni x e y, e viene considerato l'effetto delle forze membranali, calcolate elasticamente, sul comportamento della curvatura

☞ ***Nel caso di solai con notevole torsione, un'analisi non lineare basata solo sul comportamento della curvatura κx-Mx e κy-My potrebbe sottovalutare la deformazione, quindi è consigliabile utilizzare il primo modello complesso ε-N; κ-M. Questo può seguire un comportamento non lineare correlato ai sei tensioni e componenti della forza interna.***

Nel caso del modello non lineare κ-M, per calcolare deformazioni più realistiche, la rigidità di torsione nella matrice di rigidezza è considerata su un valore ridotto se la superficie è fessurata in un punto specifico in entrambe le direzioni principali x e y. Se l' altezza della zona fessurata è considerevole (>0,5H), la rigidezza di torsione è considerata sul 15% del valore elastico originale. Il valore interpolato lineare è utilizzato tra i due stati.

☞ ***Non è consentita l' analisi non lineare delle superfici in calcestruzzo armato inclinato. Queste superfici sono trattate come elementi con materiali lineari senza la considerazione delle fessurazioni e dell' effetto di rinforzo. Il modulo di Young è calcolato considerando il fattore di creep definito.***

☞ ***L'analisi non tiene conto degli effetti dell'incendio assegnati agli elementi. In particolare, non considera la distribuzione della temperatura all'interno delle sezioni trasversali, lo spalling del calcestruzzo danneggiato e la degradazione della rigidezza e della resistenza dei materiali.***

Quantità d'armatura

L'armatura effettiva o calcolata può essere presa in considerazione nell'analisi statica non lineare scegliendo *Utilizza armatura nel calcolo* nella finestra di dialogo Analisi statica non lineare (***Vedere...*** *5.1 Analisi Statica*). La convergenza di queste analisi non lineari è sensibile alla quantità di armatura. Per evitare problemi di convergenza, AXISVM applica l'armatura minima prescritta dal codice di progettazione in cui l'armatura reale (superiore o inferiore) viene definita solo in una direzione. La convergenza è di solito migliore in caso di rinforzo reale. Si raccomanda di prendere in considerazione l'opzione di armatura minima richiesta durante la definizione dei parametri di armatura sulle superfici (***vedere...*** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1)*

Elementi all'interno del contorno delle colonne

Se si seleziona l'opzione *Regola mesh alla testa delle colonne* mediante il collegamento a dominio, è possibile identificare elementi finiti all'interno del contorno delle colonne in cemento armato. Per evitare problemi di convergenza, il comportamento non lineare di questi elementi viene ignorato nel calcolo

Fluage e ritiro

La considerazione di fluage e ritiro nell'analisi statica non lineare può essere impostata nell'inizializzazione dell'analisi (***vedere...*** *5.1 Analisi Statica*). Il fluage è preso in considerazione dalla modifica del modulo di Young del calcestruzzo. Il ritiro è considerato solo nelle deformazioni flessionali.

Non linearità ε-N; κ -M

Due curvature calcolate *(κ_x e κ_y)* indotte dal ritiro *(in base alla disposizione e alla quantità di armatura e allo stato della sezione CA*) vengono aggiunte alle tensioni calcolate in base alla tensione di ritiro data.

Non linearità ε-N (Parete)

L'armatura nei muri è in genere simmetrico, pertanto le curvature da ritiro non vengono prese in considerazione in questo caso.

Non linearità κ -M (Solai)

Due curvature calcolate indotte dal ritiro (in base alla disposizione e alla quantità di armatura e allo stato della sezione RC) vengono aggiunte alle tensioni calcolate secondo la tensione di ritiro data.

Messaggi di avviso

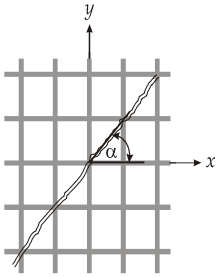
Dopo aver completato l'analisi non lineare con il rafforzamento effettivo, potrebbero apparire i seguenti messaggi di avviso:
• "La forza normale supera la resistenza".
• "La tensione effettiva supera il tensione limite".
(Nota: in caso di armatura o calcestruzzo in compressione)

6.5.8. Fessurazione

Normative

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Armatura efficace



Dopo l'assegnazione delle armature effettive il programma calcola le larghezza dell'apertura e le direzioni di rottura nelle membrane, nelle piastre e negli elementi guscio. Il calcolo può essere eseguito con direzioni d'armatura relative agli assi x e y locali dell' elemento superficiale o con direzioni di armatura arbitrarie ξ e η.
Il calcolo della fessurazione è eseguito secondo Eurocodice 2 per le membrane, piastre e gusci, ed è basato sulla 2ª condizione di sollecitazione.

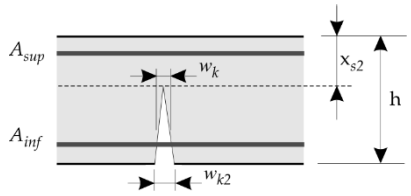
La direzione delle armature è relativa agli assi locali x e y dell'elemento di superficie. Il programma mostra l'apertura delle fessure attraverso differenti colori, può disegnare la mappa delle fessure e gli angoli di fessurazione. L'insieme dei parametri è stato esaminato nella sezione precedente.

Risultati

Il calcolo della larghezza della fessura può essere eseguito per l'armatura richiesta (contrassegnata con *, ad esempio, *wk** e *wk2**) non solo per l'armatura effettiva. Le larghezze delle fessure calcolate per l'armatura richiesta possono essere considerate solo come valori approssimativi perché l'armatura effettiva finale sarà diversa dall'armatura richiesta. Nella tabella dei risultati si trovano le seguenti informazioni:

Aa(x/ξ), Aa(y/η)	armatura effettiva in **x** e **y** (o in **ξ** e **η** in caso di rinforzo obliquo)
wk	larghezza dell'apertura secondo l'asse delle barre

wk2 larghezza dell'apertura al bordo della lastra
x_{s2} posizione dell'asse neutro rispetto al bordo sul lato compresso
σ_{s2} tensione sulle barre
wR angolo di rottura rispetto alla direzione locale x
nx, ny, nxy, mx, my, mxy forze di superficie e momenti



☞ ***Appare un messaggio se la tensione nelle barre è superiore alla resistenza caratteristica del materiale.***

☞ ***Il software non calcola l'ampiezza delle fessure in situazioni di progettazione antincendio.***

6.5.8.1. Calcolo secondo Eurocodice 2

Eurocodice 2

$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$, dove $s_{r,\max}$ è la massima resistenza a rottura, ε_{sm} è la deformazione delle barre, ε_{cm} è la deformazione del cls tra le fessure.

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_{s2} - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{\rho,eff}}(1 + \frac{E_s}{E_{cm}}\rho_{\rho,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \cdot \frac{\sigma_{s2}}{E_s}$$

$$s_{r,max} = \mathrm{k}_3 \cdot c + \mathrm{k}_4 \cdot k_1 k_2 \frac{\overline{\Phi}}{\rho_{\rho,eff}}, \; (s_{r,max} = \frac{\sigma_{s2}\phi}{3.6 f_{ct,eff}} \text{ in caso di DIN EN 1992-1-1})$$

, dove
Φ è il diametro medio dell'armatura,
c è ilcopriferro in calcestruzzo,
k_1 è un fattore che dipende dalla superficie dell'armatura (rigata o liscia),
k_2 è un fattore dipendente dal genere di tensione eccentrica,
k_3 è un fattore può essere pari a 3.4
k_4 è un fattore può essere pari a 0.425
k3 e k4 può essere impostato nella finestra Codici di progettazione sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*)

k_t è il fattore di durata del carico
per carichi a breve durata k_t=0.6
per carichi a lunga durata (permanenti) k_t=0.4

$\bar{\phi}$ è la media del diametro delle barre, ***c*** è il ricomprimento del csl., k_1 è un fattore che dipende dalla finitura delle barre (nervate o liscie), k_2 è un fattore che dipende delle caratteristiche della tensione eccentrica.

$\rho_{\rho,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$ è il rapporto di armatura efficace.

Se sono usate barre lisce o la spaziatura tra le barre supera $5 \cdot (c + \bar{\phi}/2)$, allora $s_{r,\max} = 1{,}3 \cdot (h - x_2)$

Il programma tiene conto che le fessure non sono perpendicolari a una qualunque delle direzioni di armatura e calcola l'angolo rispetto all'asse x.

6.5.9. Resistenza al taglio e calcolo dell'armatura per piastre e gusci – modulo RC3

Normative

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

AXISVM calcola la resistenza al taglio di piastre o gusci in c.a. senza armatura al taglio, il rinforzo a taglio (a_{sw}) se necessario e la resistenza massima al taglio di strutture a piastre e gusci con armatura al taglio in base al cedimento del calcestruzzo in compressione. Inoltre, vengono calcolati anche la forza risultante di taglio del progetto, la direzione principale (φ), la differenza tra la forza di taglio del progetto e la resistenza al taglio, senza armatura al taglio, e successivamente la medesima considerata con armatura al taglio.
Questa funzione è disponibile per i seguenti tipi di dominio (***vedere...*** *4.9.6 Dominio*):

- domini normali,
- domini nervati compositi,
- domini con nervature parametriche,
- domini con matrice di rigidezza personalizzata,
- solette AIRDECK,
- lastre composite con lamiera grecata (se l'opzione Lamiera grecata usata solo come cassaforma è selezionata).

☞ ***A causa delle differenze nei regolamenti legati al taglio e alla punzonatura, questo calcolo e una verifica basata sulle componenti risultanti presentati, non possono sostituire la verifica di punzonatura!***

$v_{Ed} = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$ è la risultante delle forze di taglio, dove v_{xz}, e v_{yz} sono le componenti dello sforzo di taglio nei piani normali agli assi locali x e y.

$\phi = \arctan(q_{yz} / q_{xz})$ è l'angolo della normale del piano, in cui agisce la risultante della forza di taglio q_{Rz}. questo angolo può essere visualizzato come componente risultante).

$d = (d_x + d_y)/2$ è l'altezza efficace media.

Armatura ortogonale x/y:
$\rho_l = \rho_x \cos^2 \phi + \rho_y \sin^2 \phi$ è l'indice di armatura longitudinale.
ρ_x e ρ_y sono indici delle barre
calcolati dall'armatura in trazione nelle direzioni x e y.

Armatura obliquo:
$\rho_l = \rho_\xi \cos^2(\phi - \alpha) + \rho_\eta \cos^2[\beta - (\phi - \alpha)]$ è l'indice di armatura longitudinale.
ρ_ξ e ρ_η sono indici delle barre
calcolati dall'armatura in trazione rispettivamente nelle direzioni ξ e η.

☞ ***Il calcolo della resistenza di taglio è basato sull'armatura effettiva assegnata alle superfici.***

☞ ***Il calcolo della resistenza al taglio e dell'armatura a taglio non tiene conto delle regole di progettazione antincendio, delle temperature elevate nella sezione trasversale, dello spalling del calcestruzzo e del degrado della rigidezza e della resistenza.***

6.5.9.1. Calcolo secondo Eurocodice 2

Eurocodice 2

Resistanza di taglio:
$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\,\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot d \geq (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d$, dove

$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$, $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2.0$, $k_1 = 0.15$

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$, $v_{\min} = 0.035\, k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$

N_{Ed} è la forza normale nel guscio, perpendicolare al piano q_{Rz}. N_{Ed} è positivo se in compressione.
Il rapporto d'armatura è $\rho_l \leq 0.02$.

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} z \nu_1 f_{cd} \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\theta}$$

dove

$$\nu_1 = \nu = 0.6\left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right]$$
$$\alpha_{cw} = 1.0 \leftarrow \sigma_{cp} = 0$$

$$\alpha_{cw} = \left(1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \leftarrow 0 < \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd}$$
$$\alpha_{cw} = 1.25 \leftarrow 0.25 f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$$
$$\alpha_{cw} = 2.5\left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \leftarrow 0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} \leq f_{cd}$$

z è il braccio di livello delle forze interne

Calcolo del braccio di livello delle forze intere

Il braccio di livello delle forze interne viene calcolato in base a uno dei due seguenti modi riferendosi alle impostazioni specificate dall'utente (***vedere...*** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*):

- calcolo da forze interne basate sull'equilibrio di un modello a sandwich a tre strati;
- approssimativamente: $z = 0.9d$

Calcolo dell'armatura o richiesta a taglio

Se v_{Ed} è maggiore di $V_{Rd,c}$„ è necessario un'armatura a taglio per resistere alle forze di taglio. L'armatura richiesta (ad esempio [mm²/m²]) viene calcolata con l'aiuto della seguente formula. Se v_{Ed} è maggiore di $V_{Rd,max}$„ la sezione non può essere armata a taglio. In questi casi, il software avverte l'utente con un messaggio di avviso.

$$a_{sw} = \frac{v_{Ed}}{z f_{ywd} 1m[(\cot\theta + \cot\alpha)\sin\alpha]}$$

Sono visualizzate con isolinee ed isosuperfici la resistenza al taglio $V_{Rd,c}$, $V_{Rd,max}$ e la differenza tra la forza di taglio effettiva e la resistenza di taglio $V_{Ed} - V_{Rd,c}$ e $V_{Ed}/V_{Rd,max}$

6.5.9.2. **Calcolo secondo SIA 262**

SIA 262:2003

La resistenza al taglio è

$V_{Rd} = k_d \cdot \tau_{cd} \cdot d$, dove

$\tau_{cd} = 0{,}3\sqrt{f_{ck}}/\gamma_c$; $k_d = 1/(1 + \varepsilon_v d k_g)$; $k_g = 48/(16 + D_{max})$;

Secondo le impostazioni, il parametro ε_v è calcolato come segue:

$$\varepsilon_v = 1{,}5\frac{f_{sd}}{E_s} \text{ o } \varepsilon_v = \frac{m_d}{m_{Rd}}\frac{f_{sd}}{E_s}$$

Se la direzione della forza della risultante di progetto Vzd non è parallela al rinforzo x o y, viene aumentata di $1/(\cos^4\phi + \sin^4\phi)$.

$$V_{Rd,max} = z k_c f_{cd} (\cos\alpha + \cot\beta \sin\alpha)\sin\alpha$$

dove

$$k_c = \frac{1}{1.2 + 55\varepsilon_1} \leq 0.65 \qquad \varepsilon_1 = \varepsilon_x + (\varepsilon_x + 0.002)\cot^2\alpha$$

z è il braccio di livello delle forze interne

Calcolo dell'armatura richiesta a taglio

Se v_{Ed} è maggiore di $V_{Rd,c}$„ è necessario un'armatura a taglio per resistere alle forze di taglio. L'armatura richiesta (ad esempio [mm²/m²]) viene calcolata con l'aiuto della seguente formula. Se v_{Ed} è maggiore di $V_{Rd,max}$„ la sezione non può essere armata a taglio. In questi casi, il software avverte l'utente con un messaggio di avviso.

$$a_{sw} = \frac{v_{Ed}}{z f_{ywd} 1m[(\cot\theta + \cot\alpha)\sin\alpha]}$$

Sono visualizzate con isolinee ed isosuperfici la resistenza al taglio $V_{Rd,c}$, $V_{Rd,max}$ e la differenza tra la forza di taglio effettiva e la resistenza di taglio $V_{Ed} - V_{Rd,c}$ e $V_{Ed}/V_{Rd,max}$

6.5.10. Armatura colonna – modulo RC2



Normative

I codici di progettazione e gli allegati nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Barre di rinforzo

L'armatura attuale può essere inserito nello stesso modo descritto al *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*

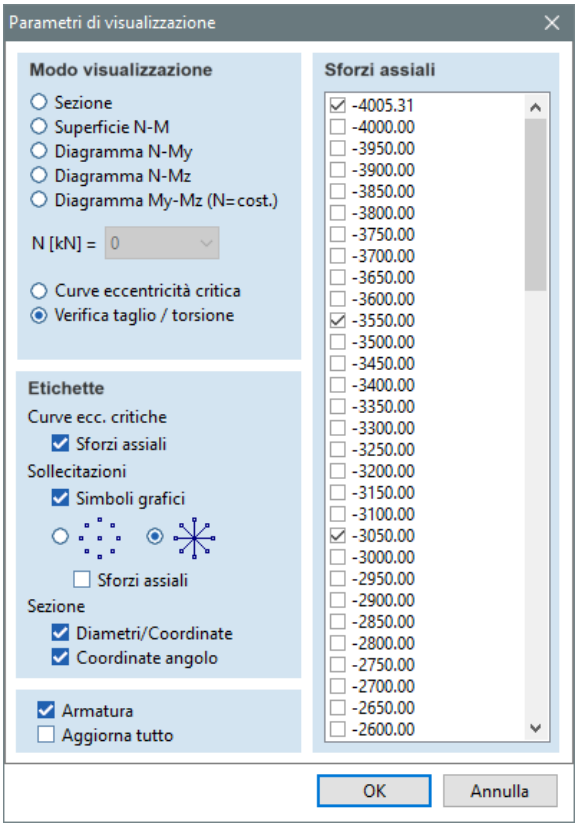
Verifica Colonne

Il programma esegue la verifica della resistenza a flessione con o senza forza assiale, forze di taglio e momenti torsionali del pilastro in base alle caratteristiche di sezione trasversale e ai parametri d'armatura e determina gli incrementi di eccentricità per le forze nei pilastri selezionati (o eventuali valori di eccentricità N_x, M_yb, M_zb, M_yt, M_zt) in base ai parametri di deformazione dati e secondo i requisiti dell' attuale codice di progettazione.
Calcola le forze di progettazione N_ (x, Ed), M_ (y, Ed), M_ (z, Ed) usando gli incrementi di eccentricità e controlla se questi punti sono all'interno del dominio di resistenza.
La visualizzazione del diagramma può essere definita nella finestra Parametri di Schermo.
In caso di verifica a taglio, il software determina la resistenza al taglio del calcestruzzo e delle staffe e il limite superiore di resistenza al taglio legato al cedimento dell'elemento in compressione. In caso di verifica degli effetti torsionali, il software determina la resistenza alla torsione del calcestruzzo e il limite superiore della resistenza alla torsione legata al cedimento dell'elemento in compressione. Durante il calcolo dell' efficienza di utilizzo si tiene conto anche dell' effetto combinato di taglio e torsione..



Parametri visualizzazione risultati

Consente di impostare le modalità di visualizzazione per il diagramma di interazione.
Selezionare la modalità di visualizzazione facendo clic su un pulsante di opzione nella casella di gruppo *Modo visualizzazione* ha lo stesso effetto di selezionarlo dall'elenco a tendina nella finestra precedente.
Selezionare i valori della forza assiale da utilizzare quando si disegna il diagramma di interazione 3D (superficie N-M) dall'elenco di controllo.
Nel gruppo Etichette è possibile attivare e disattivare l'etichettatura della forza assiale, la visualizzazione dei simboli grafici per le forze interne delle colonne selezionate nelle aree nello spazio N-My-Mz e le opzioni di visualizzazione per la modalità di visualizzazione con la sezione trasversale.



Il colore blu indica che i valori *N_ (x, Ed), M_ (y, Ed), M_ (z, Ed)* sono all'interno del diagramma di interazione.
Il colore rosso indica che i valori di *N_ (x, Ed), M_ (y, Ed), M_ (z, Ed)* sono al di fuori del diagramma di interazione. Le forze normali per questi punti sono sempre visualizzate.

Superficie N-M Visualizza i diagrammi di interazione 3D degli sforzi N_X-M_Y-M_Z.

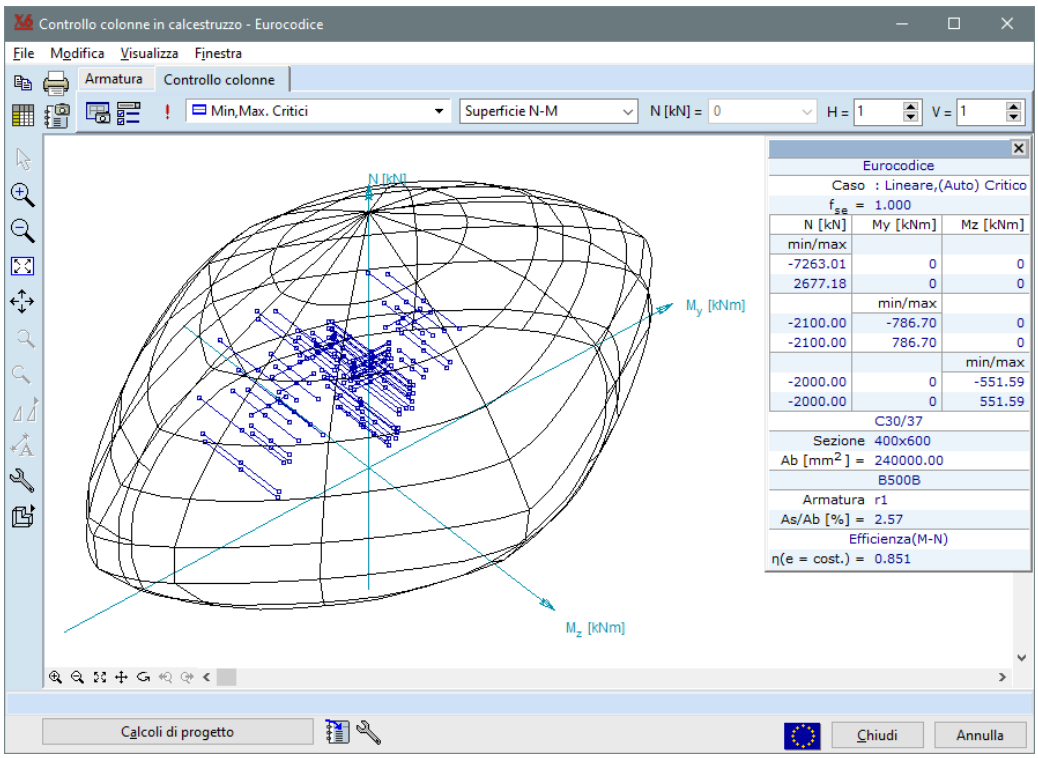
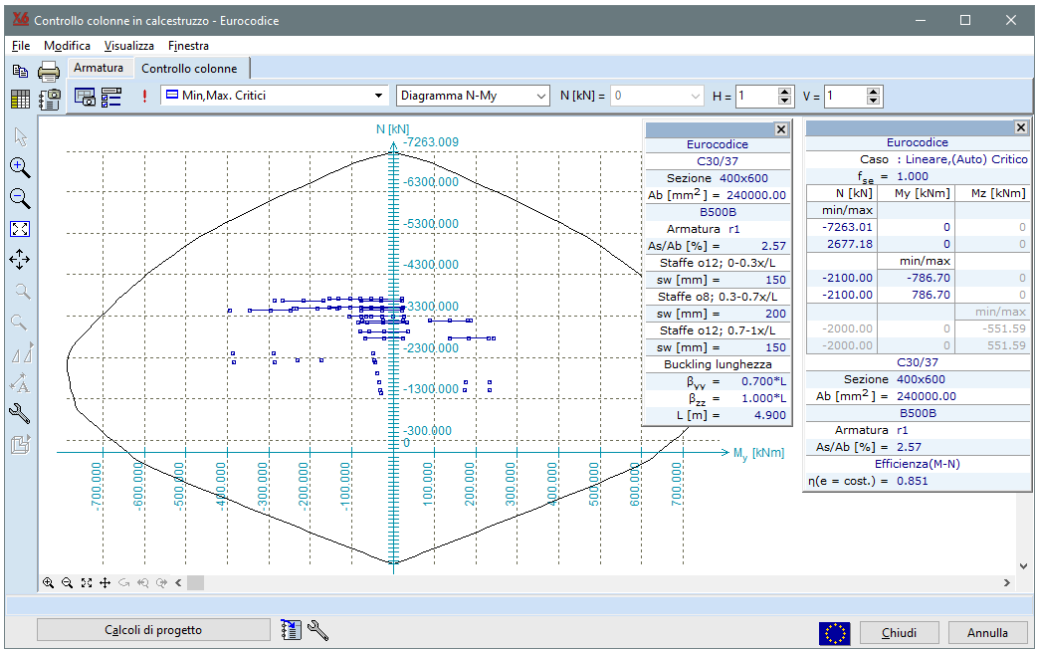
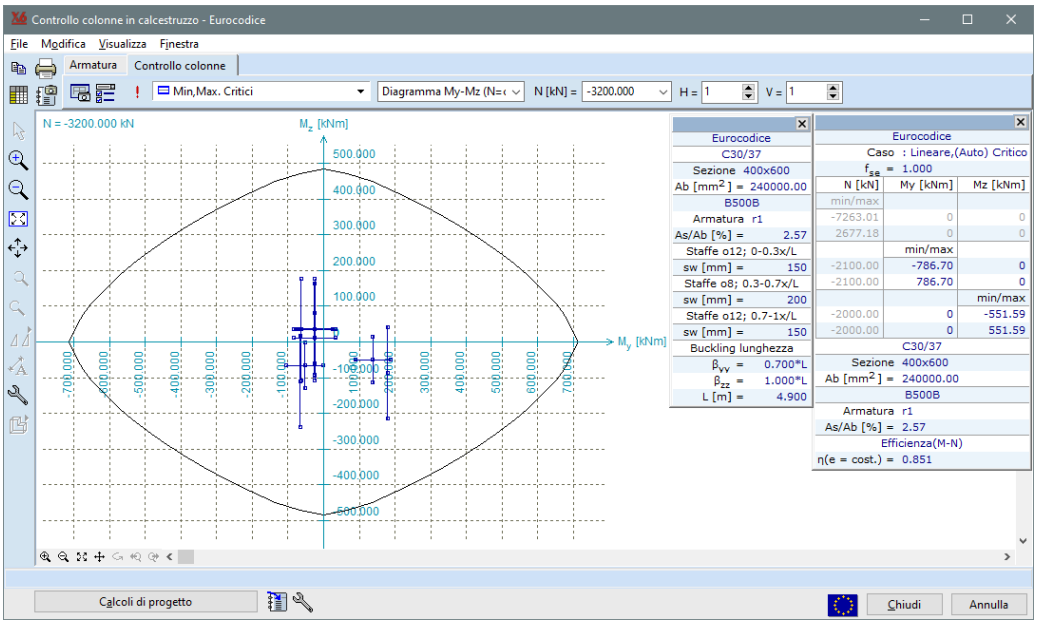


Diagramma N-M Visualizza i diagrammi d'interazione carico-momento resistente N_X-M_Y o N_X-M_Z.

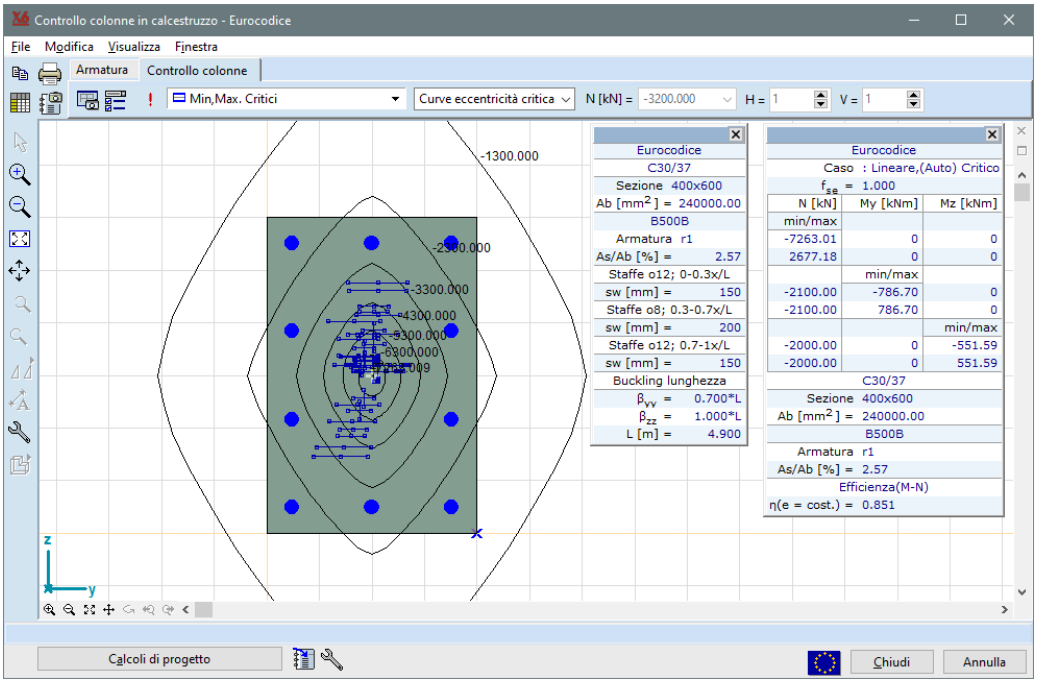


Questa modalità di visualizzazione può essere utilizzata con sezioni trasversali simmetriche. È possibile visualizzare i valori di progettazione delle forze interne, attivando i valori di scrittura nella casella di controllo.
I valori di progettazione delle forze interne vengono visualizzati come segue:

Diagramma My-Mz Visualizza il diagramma d'interazione M_y-M_z dato un certo valore di N.

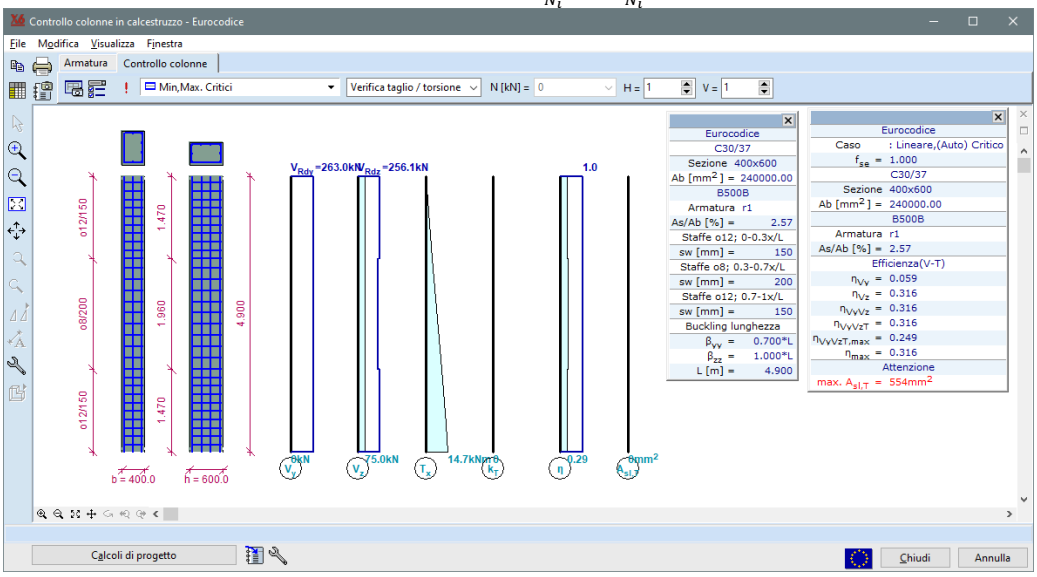


Curve di eccentricità limite del carico



Visualizza le curve di eccentricità limite basate su $\frac{M_{y,Rd,i}}{N_i}$ o $\frac{M_{z,Rd,i}}{N_i}$.

Verifica taglio/



Nella finestra sono riportate le seguenti figure e diagrammi:

a) disegno d'armatura del pilastro,
b) forze di taglio Vy e Vz e resistenza al taglio (linea blu - senza torsione),
c) Tx momento torsionale con resistenza alla torsione (linea blu),
d) kT fattore (utilizzo delle staffe per torsione) lungo il pilastro,
e) η massimo utilizzo lungo il pilastro,
f) Ast armatura longitudinale supplementare richiesta per torsione lungo il pilastro.

La verifica del taglio e della torsione può essere eseguita solo per sezioni rettangolari e circolari..

In caso dei risultati di Inviluppo Critico , vengono visualizzati i risultati per una sola combinazione di carico (che determina il massimo utilizzo). I risultati dettagliati per ogni combinazione di carico e casi sono disponibili nella tabella.

Per aumentare le prestazioni del calcolo, il pilastro è suddiviso in più sezioni. Viene creato un nuovo limite di sezione dove una qualsiasi delle forze interne raggiunge min. /max. dove cambiano i parametri delle staffe e dove cambia il diagramma di forza interno Vy, Vz o Tx.
I componenti di risultato kT, η e Ast sono calcolati nella parte inferiore e superiore di ogni sezione. I valori massimi sono visualizzati solo per ogni sezione della finestra.
Vedere... *6.5.10.4 Verifica a taglio e torsione dei pilastri in cemento armato*

☞ ***I risultati dettagliati della verifica sono disponibili per ogni sezione, se il cursore viene spostato sulle linee nere (linee che rappresentano l' asse della colonna).***

Layout speciali delle finestre

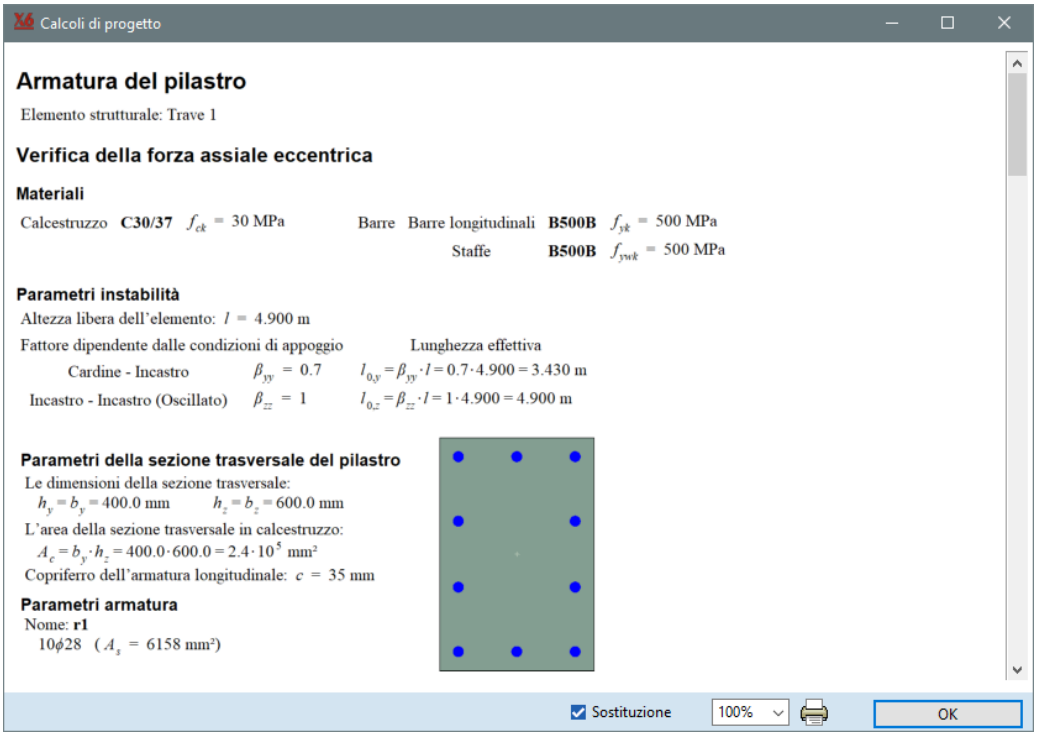
La voce di menu *Finestra / Layout speciali delle finestres* offre diversi layout di finestre di risultati predefiniti che possono essere personalizzati dall'utente in seguito.

Calcoli di progetto

I dettagli dei calcoli secondo il codice di progettazione corrente sono visualizzati come un documento a più pagine. I riferimenti alle sezioni e alle formule del codice di progettazione appaiono in blu. È disponibile solo se è stata eseguita la verifica dei pilastri e sono disponibili i risultati della progettazione dei pilastri.



Cliccando sull'icona *Impostazioni* accanto al pulsante *Calcoli di progetto,* è possibile impostare le unità di base per la forza e la lunghezza utilizzate nei calcoli di progetto. È possibile selezionare anche altri dettagli per il calcolo del progetto.



Regole di dettaglio

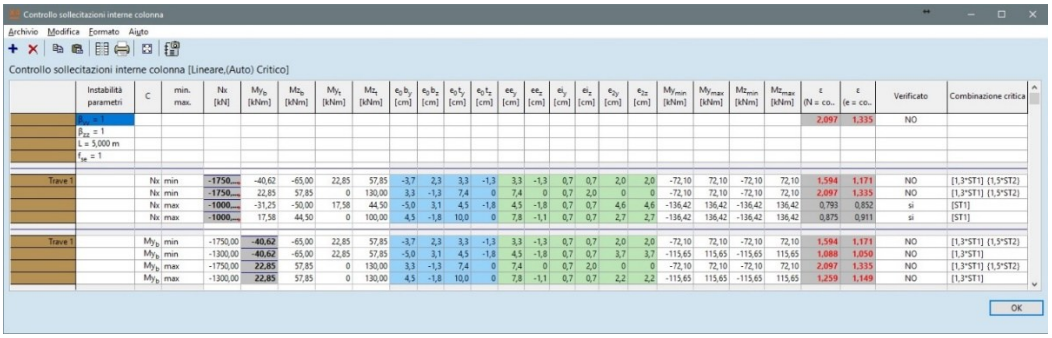
Il software verifica le regole di dettaglio più critiche secondo il codice di progettazione selezionato. Se non ci sono regole di dettaglio soddisfatte, il software avverte l'utente in messaggi di avvertimento e nei calcoli di progettazione.

Valori di efficienza nella tabella

Gli sfruttamenti calcolati sono disponibili in formato tabella. Se è attiva la modalità di spostamento della superficie N-M, N-My diagramma, N-Mz diagramma, My-Mz diagramma o Curve critiche di eccentricità, le efficienze presentate sono relative alla verifica del pilastro rispetto alla flessione con o senza forza assiale. Se la modalità di visualizzazione verifica taglio/torsione è attiva, vengono visualizzati i risultati della verifica di taglio e torsione.
La tabella di *Verifica delle forze interne dei pilastri* contiene gli sforzi normali e i momenti massimi all'estremità superiore e inferiore dei pilastri selezionati e diversi valori di eccentricità. Sono disponibili anche colonne aggiuntive che mostrano i valori massimi di resistenza ai momenti $My_{Rd,min}, My_{Rd,max}, Mz_{Rd,min}, Mz_{Rd,max}$ ad un dato *Nx*.

Efficienza a flessione con o senza forza assiale

Il programma calcola due tipi di sfruttamento. Il primo è *ε (N = const.),* l' utilizzazione per il momento: questo è definito nel diagramma My-Mz come il rapporto tra la distanza dal punto di forza di progetto dall' origine alla distanza del punto di intersezione della curva e la mezza linea tracciata dall' origine attraverso lo stesso punto dall' origine. Il secondo è *ε (e = const.)* l' utilizzo per eccentricità costante.
È definito nello spazio N-My-Mz come il rapporto tra la distanza del punto di forza di progetto dall' origine e la distanza del punto di intersezione della superficie N-M e la mezza retta tracciata dall' origine attraverso lo stesso punto dall' origine.

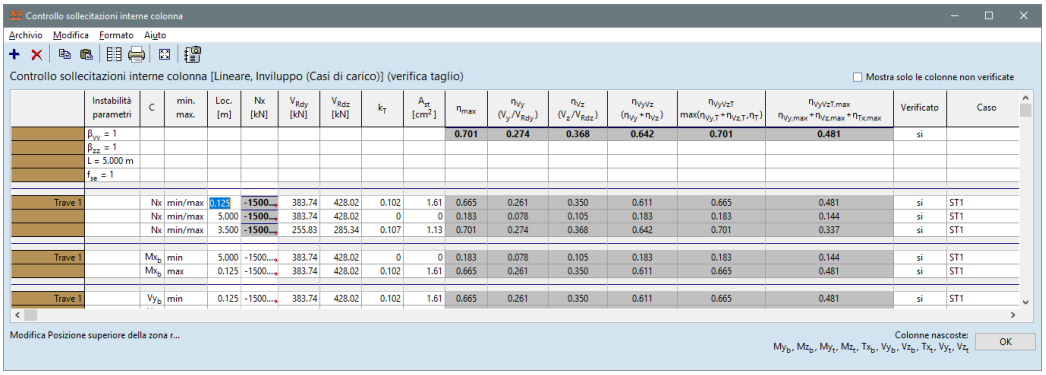


Efficienza – taglio/torsione

Il programma mostra nella tabella le seguenti efficienze:

- η_{Vy}: Sfruttamento a taglio in direzione y locale senza torsione.
- η_{Vz}: Sfruttamento a taglio in direzione z locale senza torsione.
- η_{VyVz}: Sfruttamento a taglio totale senza torsione.
- η_{VyVzT}: Sfruttamento complessivo con l' interazione di taglio e torsione.
- $\eta_{VyVzT,max}$: Sfruttamento dell'elemento a compressione in calcestruzzo.
- η_{max}: Sfruttamento massimo (max. valore degli utilizzi sopra elencati).

Oltre agli sfruttamenti, il programma indica le resistenze di taglio di progetto relative agli assi y e z locali, il fattore di riduzione della resistenza al taglio delle staffe dovute alla torsione e l' ulteriore armatura longitudinale necessaria per la torsione.
Vedere... *6.5.10.4 Verifica a taglio e torsione dei pilastri in cemento armato*



Mostra solo colonne danneggiate

Selezionare questa opzione per visualizzare solo le colonne danneggiate.

Sollecitazioni personalizzate nella tabella dei risultati

Aggiunge nuove sollecitatazioni personalizzate alla tabella: Cliccando questo pulsante, è possibile assegnare nuove sollecitazioni personalizzate al pilastro. Il software salva queste sollecitazioni e tiene conto di questi valori nella verifica del progetto del pilastro insieme alle sollecitazioni interne provenienti dall'analisi.

Cancella le righe selezionate dalla tabella.

Incollare le sollecitazioni personalizzate dagli appunti

Le Sollecitazioni personalizzate possono essere incollate nella tabella anche dagli appunti. Selezionando l'opzione *Incolla le linee alla fine*, si accoda la tabella precedentemente copiata negli appunti che deve essere composta esattamente da 11 colonne secondo il numero e l'ordine delle colonne delle forze interne nella tabella dei risultati *(N_x, M_{ya}, M_{za}, M_{yf}, M_{zf}, T_{xa}, V_{ya}, V_{za}, T_{xf}, V_{yf}, V_{zf})*. Nella tabella dei risultati deve essere selezionato lo stesso numero di colonne e righe della tabella copiata se è selezionata l'opzione *Sovrascrivi tabella a partire dalla cella corrente*.

Componenti di risultato

Se nel modello sono presenti pilastri in cemento armato con armatura effettiva, nella scheda *Verifica CA* saranno disponibili nuovi componenti di risultato. Questi nuovi componenti di risultato mostrano i valori di efficienza calcolati e l'armatura longitudinale aggiuntiva richiesta a causa della torsione:

- *Utilizzazione N-M*,
- *Utilizzazione V-T*,
- $A_{sl,T}$ (armatura longitudinale supplementare richiesta a causa della torsione),
- *Utilizzazione massima* (maggior utilizzo di *N-M* e *V-T*).

Risultati nell' Esplora tabella

I risultati del progetto sono disponibili anche nell'Esplora tabella (***vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*), dove i risultati di ogni pilastro in cemento armato sono disponibili in tabelle riepilogative.

6.5.10.1. **Calcolo eccentricità**

Il calcolo dell'eccentricità in AXISVM si basa su un metodo che presuppone che il valore dei momenti di flessione lungo la colonna sia la somma dei momenti di flessione del primo ordine, i momenti di flessione dovuti a imperfezioni geometriche e momenti di flessione del secondo ordine (EN 1992-1-1 5.8.8.2) . Qualsiasi sezione lungo la colonna può essere critica.

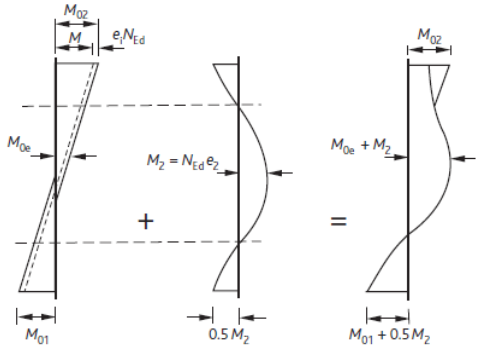
$$M_{Ed} = M_0 + M_i + M_2$$

dove

M_0 Momento flettente del primo ordine

M_i Momento flettente dovuto alle imperfezioni geometriche

M_2 Momento flettente del secondo ordine



(*A. J. Bond et al., How to Design Concrete Structures using Eurocode 2. UK, 2006*)

Secondo questo metodo è possibile eseguire la verifica di una colonna con sezione trasversale di forma arbitraria se i momenti di flessione sono disponibili in ogni sezione.

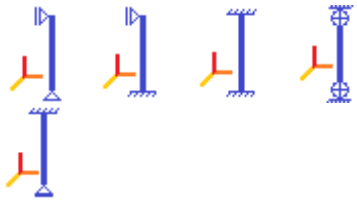
Momento flettente del primo ordine

AXISVM analizza la curva del momento flettente del primo ordine lungo la colonna e divide la colonna in base al numero di estremi del momento. In questo modo l'effetto delle forze intermedie sulla colonna può essere preso in considerazione. I momenti di flessione tra valori estremi sono determinati con interpolazione lineare.

Momento flettente dovuto a imperfezioni geometriche

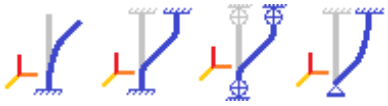
In caso di elementi rinforzati (forme d'instabilità non ondeggianti) i momenti di flessione dovuti a imperfezioni geometriche sono considerate costanti lungo la colonna perché 1) l'asse delle colonne su diversi piani non è necessariamente collineare; 2) se la colonna ha le connessioni rigide, una curvatura locale provoca lo stesso momento di flessione (N · ei) sia alle estremità che a metà ma di segno opposto.

Forme d'instabilità per elementi rinforzati:



Nel caso di forme d'instabilità oscillante, viene assunto il diagramma del momento di flessione lineare lungo l'elemento se è specificato nel codice.

Forme d'instabilità di elementi ondeggianti



Se le imperfezioni globali sono prese in considerazione dai carichi supplementari che agiscono sulla struttura, essi devono essere ignorati nel calcolo dell'armature nella colonna. Per ottenere questo risultato, controllare solo le imperfezioni locali. Se viene selezionata una forma di instabilità oscillante, viene considerata solo un'imperfezione geometrica locale costante (calcolata con un fattore di iniezione $\beta \leq 1{,}0$).

Momento flettente del secondo ordine

Sulla base del codice di progettazione selezionato, i momenti del secondo ordine vengono calcolati dai momenti di flessione del primo ordine (estesi con momenti di flessione dovuti a imperfezioni) o sulla base della forma d'instabilità. Il primo metodo di calcolo è chiamato metodo di rigidità nominale, mentre il secondo è il metodo di curvatura nominale.

Metodo di curvatura nominale

I momenti del secondo ordine sono calcolati con funzioni trigonometriche assumendo che il momento flettente alla suo massimo valore è uguale a $N \cdot e_2$. Il valore massimo è ottenuto in accordo alla forma d'instabilità selezionata (***vedere...*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*



1) $e_2 = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$



2) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{2L}\right) e_{2,0}$



3) $e_2 = \cos\left(\frac{3\pi x}{2L}\right) e_{2,0}$



4) $e_2 = \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right) e_{2,0}$



5) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$



6) $e_2 = \left[1 - \frac{\beta - 0.5}{0.5}\right] \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right) e_{2,0} - \left[1 - \frac{1-\beta}{0.5}\right] \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$



7) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$



8) $e_2 = \cos\left(\frac{3\pi x}{2L} + \frac{\pi}{2}\right) e_{2,0}$



9) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{2L} + \frac{\pi}{2}\right) e_{2,0}$

e2,0 è l'ampiezza massima dell'eccentricità del secondo ordine.

Metodoto di rigidezza nominale

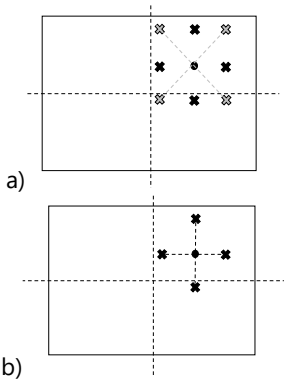
Questo metodo ignora la forma d'instabilità. La somma dei momenti flettenti del primo ordine e dei momenti di flettenti dovuti alle imperfezioni si moltiplicano sulla base del rapporto tra la forza normale di progettazione e la forza d'instabilità. Per ulteriori dettagli vedere EN 1992-1-1. Le NA nazionali olandesi e danesi richiedono l'applicazione di questo metodo.

Eccentricità minima

I codici di progettazione richiedono solitamente la considerazione di una eccentricità minima se l'eccentricità calcolata è inferiore a tale limite. In AXISVM, se la somma di eccentricità del primo ordine, l'eccentricità dovuta a imperfezioni e eccentricità del secondo ordine non raggiunge il minimo, viene aumenta l'eccentricità dovuta alle imperfezioni per assicurare che la somma di eccentricità non sia inferiore al minimo

Flessione bi-assiale

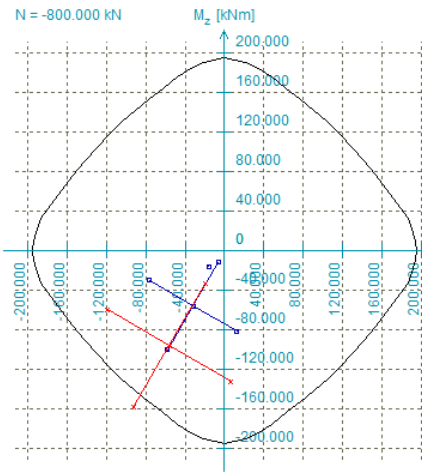
Una colonna di cemento armato è generalmente sottoposta a flessione bi-assiale perché le imperfezioni geometriche e le eccentricità di secondo ordine possono essere considerate in entrambe le direzioni principali. Sono coperti complessivamente 5 casi. Il centro della croce rappresenta la somma di eccentricità e eccentricità del primo ordine dalle imperfezioni geometriche. Le eccentricità del secondo ordine possono essere considerate simultaneamente in entrambe le direzioni y e z (a) o indipendentemente (b) (A. W. Beeby, R. S. Narayanan (2009): *Guida del progettista all'Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo).* ***Vedere...*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*



☞ ***Nota: le figure e le illustrazioni in questa sezione sono state salvate considerando il caso (b). Se le eccentricità del secondo ordine fossero considerate simultaneamente (caso (a)), le figure e le illustrazioni mostrerebbero una diversa rappresentazione delle eccentricità.***

Doppia Colonna simmetrica

Le doppie colonne simmetriche, le colonne a forma di cerchio o quadrato in cemento armato sono molto comuni nelle costruzioni. Se Iy = Iz vale sia per la sezione trasversale, sia per l'armatura, e le condizioni di confine sono identiche nelle direzioni y e z, le eccentricità di secondo ordine non sono applicate né in direzione y né in direzione z, ma secondo i momenti flettenti del primo ordine risultanti alla sezione trasversale critica per l'instabilità.



6.5.10.2. **Verifica dei pilastri armati secondo Eurocodice 2 (flessione con forza assiale)**

Eurocodice 2

I momenti di progetto nelle direzioni di flessione sono $M_d = N_d \cdot e_d$
dove Nd è lo sforzo normale nella colonna $e_d = e_e + e_i + e_2$ è l'eccentricità critica data dalla direzione flettente. Eccentricità minima: max(20 mm, h/30).

e_e è l'eccentricità iniziale calcolata da forze e momenti di prim'ordine.
Eccentricità iniziali alle estremità della sezione studiata:

$$e_e = M_I / N_d$$

Eccentricità iniziali al centro della sezione studiata (eccentricità equivalente):

$$e_e = \max\begin{Bmatrix} 0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a \end{Bmatrix} \; e \; |e_a| \geq |e_b|,$$

dove e_a e e_b sono le eccentricità iniziali alla fine della sezione studiata.

e_i è l'eccentricità da imperfezioni geometriche**.**
$e_i = \alpha_h \Theta_0 \frac{l_0}{2}$ dove l_0 è la lunghezza di deformazione, $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$ e $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1$, dove l è l'altezza della colonna. Θ_0 – secondo NA del codice selezionato.

e_2 è l'eccentricità di secondo ordine**.**
L'eccentricità di secondo ordine è considerata se $\lambda \geq \lambda_{lim} = 20\frac{ABC}{\sqrt{n}}$ dove $n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}} \qquad A = \frac{1}{1+0.2\varphi_{ef}}, \qquad B = \sqrt{1+2\omega}, \qquad \omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}},$$

C è una costante che può essere cambiata nella finestra *Normativa*.

☞ ***Il calcolo di λ_{lim} potrebbe essere differente secondo NA del codice selezionato!***

Nel caso di DIN EN 1992-1-1: $\boldsymbol{n < 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = \frac{16}{\sqrt{n}}; n > 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = 25.0}$

Per la normativa italiana: $\boldsymbol{\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{n}}}$

Nel caso di NS EN 1992-1-1 : $\lambda_n = \sqrt{\frac{n}{1+k_a\omega}} \geq \lambda_{n,lim} = 13A_\varphi$

Il metodo di calcolo prescritto di $\boldsymbol{e_2}$ può essere il metodo della curvatura nominale o il metodo della rigideza nominale a seconda del NA del codice selezionato. In alcuni NAs, è permessa l'applicazione di entrambi I metodi. In questi casi, è applicato il metodo della curvatura nominale

Metodo curvatura nominale

$e_2 = \frac{1}{r}\frac{l_0^2}{c}$

dove $\frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'}$

$8 \leq c \leq \pi^2$ basato sul diagramma di primo ordine del momento flettente

$K_r = \min\left\{\frac{N_u' - N_{Ed}}{N_u' - N_{bal}}; 1.0\right\}$, $K_\varphi = \max\{1 + \beta\varphi_{ef}; 1.0\}$,

$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$, dove f_{ck} è in N/mm2

$d' = \frac{h}{2} + i_s$, dove i_s è il raggio d'inerzia dell'armatura longitudinale

Metodo rigidezza nominale

$e_2 = (e_e + e_i)\left[1 + \frac{\beta}{N_B/N_d - 1}\right]$,

dove $\beta = \frac{\pi^2}{c}$

N_B è il carico di deformazione basato sulla rigidezza nominale

$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$ è la rigidezza nominale, dove

E_{cd}è il valore di progettazione del modulo di elasticità del calcestruzzo, vedi 5.8.6 (3)

I_c è il momento d'inerzia della sezione

E_s è il valore di progettazione del modulo di elasticità dell'armatura, 5.8.6 (3)

I_s è il secondo momento dell'area dell'armatura, circa il centro dell'area del calcestruzzo

K_c è un fattore per gli effetti di fessurazioni, creep etc, vedi 5.8.7.2. (2), (3)

K_s è un fattore che contribuisce all'armatura, vedi 5.8.7.2. (2), (3)

Le eccentricità sono determinate in entrambi i piani di flessione. Il programma verifica le seguenti situazioni di progettazione:

$\lambda_y/\lambda_z \leq 2$ e $\lambda_z/\lambda_y \leq 2$,
$\frac{e_{dy}/b_{eq}}{e_{dz}/h_{eq}} \leq 0{,}2$ o $\frac{e_{dz}/h_{eq}}{e_{dy}/b_{eq}} \leq 0{,}2$ *

diversamente

$M_{dy,1} = N_d(e_{ez} + e_{iz})$
$M_{dz,1} = -N_d(e_{ey} + e_{iy} \pm e_{2y})$
$M_{dy,2} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$
$M_{dz,2} = -N_d(e_{ey} + e_{iy})$

* eccetto DIN EN 1992-1-1 NA

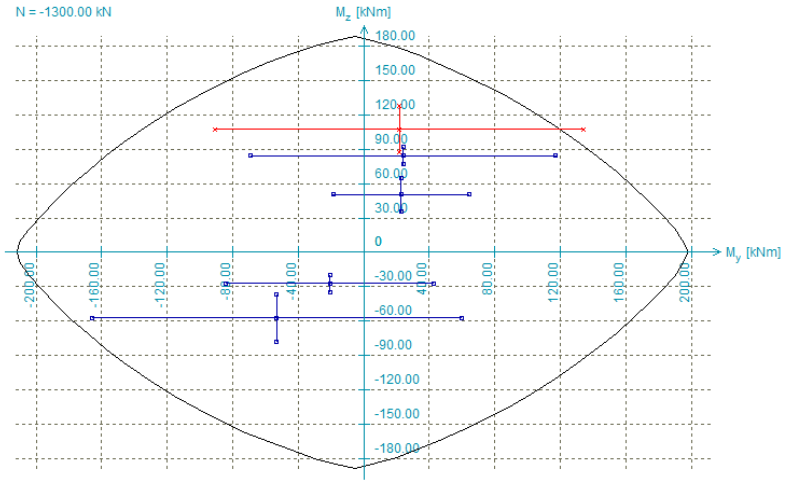
se $e_{dy}/b_{eq} > e_{dz}/h_{eq}$

$M_{dy,1} = 0$
$M_{dz,1} = -N_d(e_{ey} + e_{iy} \pm e_{2y})$

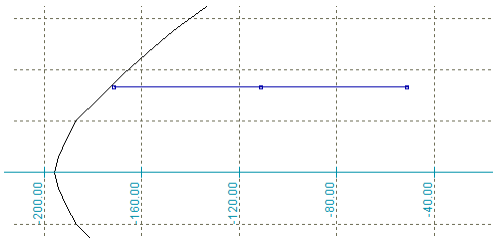
altrimenti

$M_{dy,2} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$
$M_{dz,2} = 0$

AXISVM controlla se le forze di progetto calcolate (Mdy, Mdz, Nd) si trovano all'interno del diagramma di interazione di forza N-M. Se non è soddisfatta una delle situazioni di progetto, la colonna con la sezione e l'armatura date non è verificata.

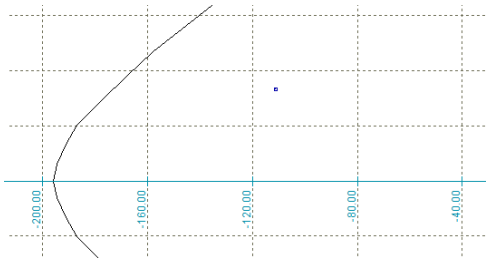


Possono verificarsi le seguenti situazioni:



Ragioni possibili:

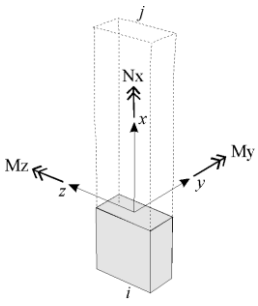
- lo spostamento relativo all'instabilità sull'asse y o z è inferiore al valore limite λ_{lim};
- con estremità libere o con estremità incernierate agli appoggio il momento del secondo ordine è zero;
- in caso di flessione bi-assiale, se i criteri sono soddisfatti, le eccentricità sono visualizzate solo nella direzione relativa;
- la considerazione del'eccentricità del secondo ordine è disattivata su un asse.



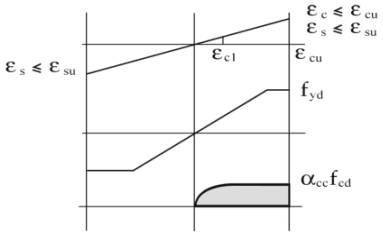
Ragioni possibili:

- lo spostamento relativo all'instabilità sull'asse y o z è inferiore al valore limite λ_{lim};
- con estremità libere o con estremità incernierate agli appoggio il momento del secondo ordine è zero;
- la considerazione del'eccentricità del secondo ordine è disattivata su entrambi gli assi.

I carichi di progettazione vengono rappresentati sui diagrammi di interazione di forza N-MR e sui punti limite della curva di eccentricità del carico. Nella tabella possono anche essere inseriti valori di forza e di momento. Questi punti verranno visualizzati nei diagrammi di interazione di forza N-MR e nelle curve di limite di eccentricità di carico. I simboli delle forze e dei momenti sono determinati in base all'immagine.



Il calcolo assume le seguenti ipotesi:



σ,ε diagrammi:

☞ ***Le barre di armatura longitudinale più sottile di 1/15 della distanza della staffa saranno ignorate per la compressione.***

6.5.10.3. **Verifica dei pilastri armati secondo SIA 262 (flessione con forza assiale)**

SIA 262:2003

I momenti di progetto nelle direzioni di flessione sono $M_d = N_d \cdot e_d$
dove N_d è lo sforzo normale e $e_d = e_{1d} + e_{0d} + e_{2d}$ è l'eccentricità critica nella direzione di flessione data.

e_{0d} : incremento a causa di inesattezze (imperfezione)

$$e_{0d} = \max\left\{\alpha_i \frac{l_{cr}}{2};\ \frac{d}{30}\right\}, \text{ dove } \frac{1}{200} \geq \alpha_i = \frac{0.01}{\sqrt{l}} \geq \frac{1}{300},$$

l_{cr} è la lunghezza libera di inflessione per instabilità, l è la lunghezza attuale, th, d è l'altezza efficace della sezione trasversale.

$e_{1d} = M_{dl}/N_d$ eccentricità iniziale calcolata dalle forze e momenti del primo ordine.
Se i momenti superiore e inferiore della colonna sono diversi, sarà determinata un'eccentricità iniziale sostitutiva:

$$e_e = \max\begin{Bmatrix} 0.6e_a + 0.4e_b \\ 0.4e_a \end{Bmatrix} \text{ e } |e_a| \geq |e_b|,$$

dove e_a e e_b sono le eccentricità iniziale e finale della colonna.

e_2 : incremento dell'eccentricità dovuta ad effetti del secondo ordine

$$e_{2d} = \chi_d \frac{l_{cr}^2}{\pi^2}, \text{ dove } \chi_d = \frac{2f_{sd}}{E_s(d-d')}$$

se è selezionata l'opzione di curvatura approssimativa, altrimenti $\chi_d = \frac{\varepsilon_{sd}-\varepsilon'_{sd}}{d-d'} + \frac{|\varepsilon_{c,\infty}|}{d}$.
Le eccentricità sono determinate in entrambi i piani di flessione. Il programma verifica le seguenti situazioni di progettazione:

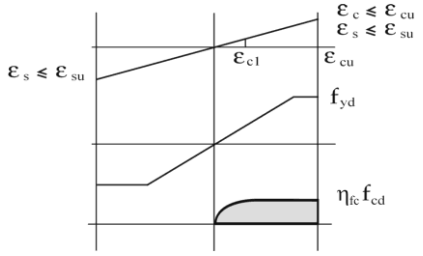
$$M_{dy,1} = N_d(e_{1z} + e_{0z})$$
$$M_{dz,1} = -N_d(e_{1y} + e_{0y} \pm e_{2y})$$
$$M_{dy,2} = N_d(e_{1z} + e_{0z} \pm e_{2z})$$
$$M_{dz,2} = -N_d(e_{1y} + e_{0y})$$

AXISVM controlla dove i valori di progetto *(M_{dy}, M_{dz}, N_d)* sono dentro il diagramma di interazione N-M
La verifica fallisce se non sono soddisfatte tutte le condizioni di carico di progetto.

e_{0ay} , e_{0az}, e e_{0by} , e_{0bz} sono le eccentricità iniziali nelle zone inferiore e superiore della colonna.

Il calcolo assume le seguenti ipotesi:

diagrammi σ,ε:



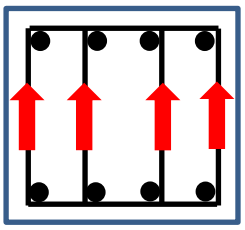
Le barre longitudinali non vengono considerate a compressione se una delle condizioni seguenti si verifica:

∅ < 8
s > 15 ∅
s > a_{min}
s > 300 mm

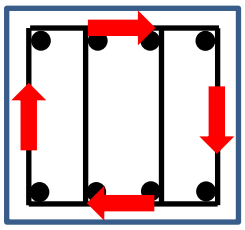
6.5.10.4. **Verifica a taglio e torsione dei pilastri in cemento armato**

Fattore di riduzione della resistenza al taglio delle staffe per torsione (k_T)

Secondo i codici di progettazione e i manuali di progettazione, l' armatura trasversale non può essere utilizzata completamente rispettivamente per il taglio e la torsione. Per questo motivo, il programma calcola l' utilizzo delle staffe considerate solo effetti torsionali (k_T) e calcola una ridotta resistenza al taglio per le staffe alle forze di taglio, il fattore di riduzione considerato è 1-k_T (olo per le staffe esterne). Questa ridotta resistenza al taglio viene utilizzata nel calcolo dello sfruttamento complessivo con l' interazione di taglio e torsione (η_{VyVzT}). Le forze di equilibrio delle staffe di sostegno contro gli effetti di taglio e torsionali:



V_z forza di taglio



T_x momento torcente

Se l' utilizzo di staffe considerate solo a torsion (k_T) supera 1.0, la resistenza delle staffe non può essere considerata rispetto alle forze di taglio. In questi casi, l'utilizzo complessivo con l'interazione di taglio e torsione η_{VyVzT} non è calcolabile e viene contrassegnata con il simbolo **???**.

La torsione è considerata dalla verifica solo se il momento torsionale influenza notevolmente la resistenza al taglio (k_T > 0.01), e il momento torsionale supera l' 1% del momento torsionale di fessurazione o se è soddisfatta la condizione seguente:

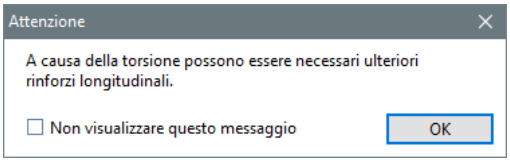
$$\frac{V_{y,E}}{V_{y,R,c}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,c}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,c}} > 1$$

dove $V_{y,R,c}$, $V_{z,R,c}$ e $T_{x,R,c}$ sono la resistenza al taglio del calcestruzzo in relazione rispettivamente agli assi y e z locali e al momento torsionale di fessurazione. In caso contrario, non si tiene conto della riduzione della resistenza al taglio delle staffe per torsione. (k_T=0).

Ulteriore armatura longitudinale richiesta per torsione ($A_{sl,T}$)

Nel caso di una trave/pilastro in cemento armato, l' armatura longitudinale è richiesta anche per i momenti torsionali, se la condizione sopra descritta è soddisfatta. Questo rinforzo longitudinale deve essere distribuito su tutta la lunghezza del lato della sezione. L' armatura a flessione non può essere considerata nella verifica a torsione. Gli effetti torsionali non sono tipicamente rilevanti nel caso delle colonne, non è possibile definire l' armatura longitudinale torsionale. Il programma calcola un'armatura longitudinale supplementare che potrebbe essere necessaria a causa della torsione.

☞ ***Un messaggio di avviso richiama l' attenzione dell' utente sulla necessità di un'armatura longitudinale supplementare. Se è di spuntata la voce Non visualizzare questa opzione, questo messaggio di avvertimento non viene visualizzato fino a quando la finestra Verifica pilastri in calcestruzzo non è visualizzata.***



Sfruttamento a taglio totale senza torsione (η_{VyVz})

Pilastro a sezione rttangolare:

$$\eta_{VyVz} = \frac{V_{y,E}}{V_{y,R}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R}} \leq 1 \text{ (somma lineare)}$$

$$\eta_{VyVz} = \sqrt{\left(\frac{V_{y,E}}{V_{y,R}}\right)^2 + \left(\frac{V_{z,E}}{V_{z,R}}\right)^2} \leq 1 \text{ (somma quadratica)}$$

dove $V_{y,E}$ e $V_{z,E}$ vengono calcolate le forze di taglio di progetto relative agli assi y e z locali, dove $V_{y,R}$ sono le resistenze di taglio di progetto relative rispettivamente agli assi y e z locali.

In caso di sezioni circolari, il programma calcola la forza di taglio risultante da $V_{y,E}$ e $V_{z,E}$. La forza di taglio risultante viene confrontata con la resistenza al taglio della sezione calcolata nella direzione risultante:

$$\eta_{VyVz} = \frac{\sqrt{V_{y,E}^2 + V_{z,E}^2}}{V_R} \leq 1$$

Sfruttamento complessivo con l' interazione di taglio e torsione (η_{VyVzT})

η_{VyVzT} sfruttamento è valutato in modo simile a η_{VyVz}, tuttavia, in questo caso la resistenza dei bracci esterni delle staffe viene ridotta con un fattore (1-k_T) basato sull' utilizzo torsionale.
La torsione è considerata dalla verifica solo se il momento torsionale influenza notevolmente la resistenza di taglio (k_T > 0.01), il momento di torsione supera l' 1% del momento di fessurazione torsionale, oppure è soddisfatta la seguente condizione:

$$\frac{V_{y,E}}{V_{y,R,c}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,c}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,c}} > 1$$

Sfruttamento del elemento in compressione in calcestruzzo ($\eta_{VyVzT,max}$)

In caso di verifica sia a taglio che a torsione, la resistenza deve superare il valore della forza di taglio e del momento torsionale, rispettivamente in relazione al cedimento del elemento a compressione in calcestruzzo. Se sono presenti forze di taglio e momenti torsionali, l' effetto dell' interazione di taglio e torsione deve essere considerato nel calcolo dello sfruttamento dell'elemento in compressione in calcestruzzo.

Sezione pilastro rettangolare:

$$\eta_{VyVzT,max} = \frac{V_{y,E}}{V_{y,R,max}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,max}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,max}} \leq 1$$

In caso di sezioni circolari, il programma calcola la forza di taglio risultante da $V_{y,E}$ e $V_{z,E}$. a forza di taglio risultante è paragonata alla resistenza al taglio della sezione calcolata nella direzione risultante. L' utilizzo è calcolato come segue:

$$\eta_{VyVzT,max} = \frac{\sqrt{V_{y,E}^2 + V_{z,E}^2}}{V_{R,max}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,max}} \leq 1$$

Se $\eta_{VyVzT,max}$ è maggiore di 1.0, la resistenza della sezione può essere aumentata solo cambiando la classe del calcestruzzo o aumentando le dimensioni della sezione.

Resistenza al taglio della sezione trasversale circolare

La resistenza a taglio calcolata deli pilastri in cemento armato con sezione circolare è simile a quella effettuata nel caso di sezioni trasversali rettangolari, con poche differenze. Per ulteriori informazioni si consiglia la ricerca: John Orr - *Capacità di taglio delle sezioni circolari in calcestruzzo*.
Principali differenze considerate nel calcolo:

a) Calcolo della resistenza al taglio del calcestruzzo ($V_{y/z,R,c}$) e la resistenza massima di progetto a taglio ($V_{y/z,R,max}$), 0.8D è utilizzata come larghezza della sezione trasversale, dove D è il diametro.

b) Nel caso di staffe circolari, per il calcolo della resistenza al taglio viene utilizzato un fattore di riduzione (λ_1) dovuto al fatto che le staffe non sono parallele alla forza di taglio lungo l' altezza della sezione. Il fattore λ_1 viene calcolato secondo [Turmo et. al (2008): *Analogie del taglio su bielle per elementi in calcestruzzo con sezioni circolari piene e cave*] [J. Orr (2009): *Resistenza a taglio delle sezioni circolari di calcestruzzo*], dove z_0 è la distanza tra il centro dell' armatura in tensione e il baricentro della sezione, z è il braccio di leva e r_s è la distanza tra il rinforzo centrale della staffa di stiro e il baricentro della sezione:

$$\lambda_1 = \int_0^1 \sqrt{1 - ((z_0 - zX)/r_s)^2}\, dX$$

c) Nel caso di staffe a spirale, un altro fattore di riduzione usato per considerare che la componente verticale della forza di resistenza non è parallela alla forza di taglio. Il fattore λ_2 è calcolato nel modo seguente [I. Feltham (2004): *Taglio nei pali di cemento armato e pilastri circolari]*, dove p è il passo della staffa a spirale:

$$\lambda_2 = \left(\left(\frac{p}{2\pi r_s}\right)^2 + 1\right)^{-0.5}$$

Braccio di leva

Durante il calcolo della resistenza a taglio di una sezione in cemento armato, il braccio di leva (z) delle forze interne gioca un ruolo importante. Il braccio di leva è inteso come la distanza tra il centro dell'armatura in tensione e il centro della zona di compressione. Nel caso di travi, z è approssimativamente 0,9d, dove d è la profondità effettiva. Tuttavia, se è presente una forza assiale, questa approssimazione non può essere utilizzata. Il programma calcola automaticamente il braccio di leva delle forze interne tenendo conto della forza assiale nella sezione.

☞ ***Il programma controlla le regole di dettaglio nello standard riguardanti i rapporti di armatura longitudinale minima / massima, la distanza massima e il diametro minimo delle staffe. Il messaggio di avviso richiama l'attenzione dell'utente nella finestra delle informazioni, immediatamente dopo i calcoli di progettazione, se una qualsiasi di queste regole di dettaglio non risulti soddisfatta. Durante la definizione dei parametri, l'utente viene informato del rispetto delle regole di dettaglio relative alla distanza massima delle staffe e al diametro minimo delle staffe facendo clic sul pulsante . Vedi...*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*

6.5.10.5. Verifica a taglio e torsione in accordo con Eurocode 2

Taglio resistente di progetto

$$V_{Rd} = Min\left[Max\left[V_{Rd,c}, V_{Rd,s}\right], V_{Rd,max}\right]$$

dove $V_{Rd,c}$ è il taglio resistente del calcestruzzo, $V_{Rd,s}$ è il taglio resistente delle staffe, e $V_{Rd,max}$ è il taglio resistente massimo secondo la resistenza dell'elemento in compressione in calcestruzzo..

Resistenza al taglio del calcestruzzo

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c}k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\sigma_{cp}\right]b_w d \geq \left(v_{min} + k_1\sigma_{cp}\right)b_w d$$

dove:

- ρ_{sl} rapporto di armatura a trazione,
- b_w è la larghezza più piccola della sezione trasversale nell' area di trazione (circolare sezione 0.8D),
- d è la profondità effettiva,
- σ_{cp} a sollecitazione assiale nella sezione trasversale dovuta al carico o alla precompressione (la compressione è positiva)<$0.2f_{cd}$,
- $C_{Rd,c}$, v_{min} e k_1 che sono disciplinati nell' allegato nazionale. I valori di questi fattori possono essere impostati nella finestra Codici di progettazione sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*).

Resistenza al taglio delle staffe

Sezioni rettangolari:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta$$

Sezioni circolari:

$$V_{Rd,s} = \lambda_1\lambda_2 \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta$$

dove:

- A_{sw} è la sezione trasversale dell' armatura a taglio,
- s è la spaziatura delle staffe o il passo della staffa a spirale,
- z è il braccio di leva,
- f_{ywd} è la resistenza allo snervamento di progetto dell' armatura a taglio,
- θ è l' angolo di fessurazione a taglio,
- λ_1 è il fattore di riduzione per le staffe circolari,
- λ_2 è il fattore di riduzione per le staffe a spirale.

Massima resistenza di progetto al taglio

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\theta}$$

dove:

- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dello stato di sollecitazione nella linea di compressione,
- ν_1 è un fattore di riduzione della resistenza a taglio del calcestruzzo fessurato,
- α l' angolo tra l' armatura di taglio e l' asse della trave perpendicolare alla forza di taglio (nel caso di staffe con α=90°).

Momento torsionale di fessurazione - resistenza torsionale del calcestruzzo

$$T_{Rd,c} = 2A_k f_{ctd} t_{ef}$$

dove:

- A_k è l' area delimitata dalle linee mediane delle pareti di collegamento,
- t_{ef} è lo spessore effettivo della parete.

Momento torsionale massimo di progetto

Il momento torsionale massimo relativo alla resistenza dell'elemento a compressione in calcestruzzo è calcolato come segue:

$$T_{Rd,max} = 2\nu\alpha_{cw} f_{cd} A_k t_{ef} \sin\theta\cos\theta$$

Calcolo di k_T

$$k_T = \frac{T_{Ed}}{2A_{sw}A_k f_{ywd}\cot\theta}$$

dove:

- T_{Ed} è il momento torsionale di progetto,
- A_{sw} area della sezione trasversale dei bracci delle staffe.

Calcolo di A_{st}

$$A_{st} = \frac{T_{Ed}u_k\cot\theta}{2A_k f_{ywd}}$$

dove:

- u_k è il perimetro dell'area di A_k.

6.5.10.6. **Verifica a taglio e torsione secondo SIA 262**

Resistenza al taglio delle staffe

Sezione rettangolare:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{sd}\cot\alpha$$

Sezione circolare:

$$V_{Rd,s} = \lambda_1\lambda_2\frac{A_{sw}}{s} z f_{sd}\cot\alpha$$

dove:

- A_{sw} è la sezione trasversale dell' armatura di taglio,
- s è la spaziatura delle staffe o il passo delle staffe a spirale,
- z è il braccio di leva,
- f_{sd} è la resistenza allo snervamento di progetto dell' armatura a taglio,
- α è l' angolo di fessurazione a taglio,
- λ_1 è il fattore di riduzione per le staffe circolari,
- λ_2 è il fattore di riduzione per le staffe a spirale.

Massima resistenza al taglio di progetto

$$V_{Rd,c} = b_w z k_c f_{cd}\sin\alpha\cos\alpha$$
$$k_c = \frac{1}{1.2 + 55\varepsilon_1} \le 0.65$$
$$\varepsilon_1 = \varepsilon_x + (\varepsilon_1 + 0.002)\cot^2\alpha$$

dove:

- k_c è un fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato a taglio.

Momento torsionale massimo

Il momento torsionale massimo relativo alla resistenza dell'elemento a compressione in calcestruzzo è calcolato come segue:

$$T_{Rd,max} = 2k_c f_{cd}A_k t_k\sin\theta\cos\theta$$

Calcolo di k_T

$$k_T = \frac{T_{Ed}}{2A_{sw}A_k f_{sd}\cot\theta}$$

dove:

- T_{Ed} è il momento torsionale di progetto,
- A_{sw} area della sezione trasversale dei bracci delle staffe.

Calcolo di A_{st}

$$A_{st} = \frac{T_{Ed}u_k\cot\theta}{2A_k f_{sd}}$$

dove:

- u_k è il perimetro dell'area di A_k.

6.5.10.7. **Progetto della capacità: calcolo del valore di progetto della forza di taglio secondo l'Eurocodice e SIA**

Nel caso di strutture dissipative con classe di duttilità DCM o DCH, al fine di evitare cedimenti delle travi dovuti al taglio, i valori di progetto delle forze taglianti sono determinati in base alla regola di progettazione della capacità (se il caso di carico sismico è incluso nella combinazione di carico selezionata), sulla base dell'equilibrio della colonna nei momenti finali Mi, d.

Calcolo di $M_{i,d}$

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rc,i} min\left\{1; \frac{\sum M_{RB}}{\sum M_{RC}}\right\}$$

dove:

- i=1,2 rappresenta la sezione finale dei pilastri,
- γ_{Rd} è il fattore che tiene conto della sovraresistenza dovuta alla deformazione e al confinamento del calcestruzzo nella zona di compressione della sezione,
- $M_{Rc,i}$ è il valore progettuale della capacità del momento finale i, nel senso del momento flettente sismico sotto il senso ponderato dell'azione sismica;
- ΣM_{RB} e ΣM_{RC} la somma della capacità di momento delle travi e dei pilastri collegate rispettivamente allo stesso giunto.

Calcolo di V_{Ed}

$$V_{Ed} = V_{Ed,0} + V_{Ed,EQ}$$

dove:

- $V_{Ed,0}$ rappresenta la forza di taglio dovute da azioni non sismiche (da carichi morti, ecc.),
- $V_{Ed,EQ}$ è il valore di progetto della forza sismica di taglio.

Cerniera plastica in alto e in basso

$$V_{Ed,EQ} = \frac{M_{1,d} + M_{2,d}}{l_{cl}}$$

dove:

- l_{cl} è la lunghezza libera del pilastro (imposta il 90% della lunghezza del pilastro come predefinita).

Cerniera plastica in alto

Nel caso in cui la cerniera plastica possa essere formata solo nella parte superiore del pilastro (ad esempio a causa del supporto incernierato, ecc.), è possibile impostare tale condizione nella finestra dei parametri. In questo caso, il valore di progetto della forza di taglio sismica viene calcolato nel seguente modo:

$$V_{Ed,EQ} = \frac{\left(M_{1,Ed,0} + x \cdot M_{1,Ed,EQ}\right) + M_{2,d}}{l_{cl}}$$

dove:

- $M_{1,Ed,0}$ rappresenta il momento flettente causato da azioni non sismiche (da carichi morti, ecc.) in basso,
- $M_{1,Ed,EQ}$ è il valore progettuale del momento flettente in basso ottenuto dall'analisi sismica,
- x è un moltiplicatore per il momento flettente sismico per raggiungere la capacità del momento flettente della cerniera plastica nella parte superiore.

Cerniera plastica in basso

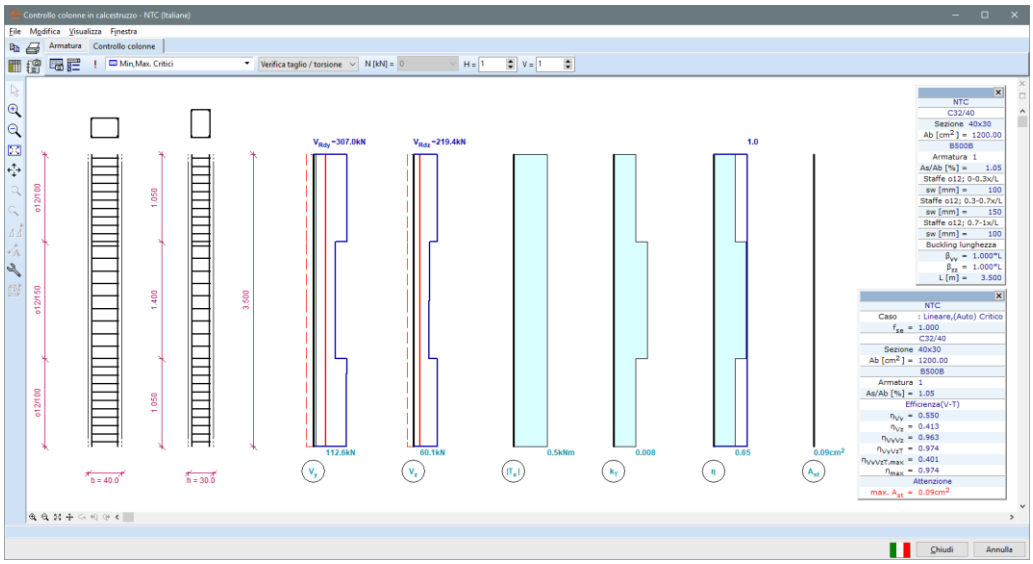
$$V_{Ed,EQ} = \frac{M_{1,d} + \left(M_{2,Ed,0} + x \cdot M_{2,Ed,EQ}\right)}{l_{cl}}$$

dove:

- $M_{2,Ed,0}$ rappresenta il momento flettente causato da azioni non sismiche (da carichi morti, ecc.) in alto,
- $M_{2,Ed,EQ}$ è il valore progettuale del momento flettente in alto ottenuto dall'analisi sismica,
- x è un moltiplicatore per il momento flettente sismico per raggiungere la capacità del momento flettente della cerniera plastica nella parte inferiore.

☞ ***Se la forza di taglio sismica ottenuta dall'analisi sismica è maggiore della forza di taglio calcolata in base alle regole di progettazione della capacità, la forza di taglio dall'analisi sismica viene utilizzata come $V_{Ed,EQ}$.***

Risultati



Il calcolo sopra descritto della forza di taglio sismica di progetto viene eseguito solo se esiste un caso di carico sismico nella combinazione di carico selezionata. Una forza di taglio sismica calcolata secondo le regole di progettazione della capacità viene aggiunta alle forze di taglio non sismiche rispettivamente nelle direzioni y e z. Il valore di progetto della forza di taglio inclusa la forza di taglio sismica proveniente dalla progettazione della capacità è rappresentato da linee rosse tratteggiate e solide. La forza di taglio sismica deve essere considerata con segno sia positivo che negativo considerando le direzioni positive e negative di carico sismico. La linea rossa continua rappresenta valori assoluti maggiori.

☞ ***Il programma controlla le regole di dettaglio nello standard riguardanti i rapporti di armatura longitudinale minima / massima, la distanza massima e il diametro minimo delle staffe. Il messaggio di avviso richiama l'attenzione dell'utente nella finestra delle informazioni, immediatamente dopo i calcoli di progettazione, se una qualsiasi di queste regole di dettaglio non risulti soddisfatta. Durante la definizione dei parametri, l'utente viene informato del rispetto delle regole di dettaglio relative alla distanza massima delle staffe e al diametro minimo delle staffe facendo clic sul pulsante . Vedi…*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*

6.5.11. La verifica della progettazione di colonne composte – modulo RC2

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è possibile eseguire la verifica di progetto di colonne composite sottoposte a forza di compressione/tensione e flessione biassiale sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

L'*Editor di sezioni trasversali* mostra come creare una sezione composita nel programma. Le colonne che soddisfano i seguenti criteri possono essere progettate solo nel modulo RC2 in base ai codici di progettazione:

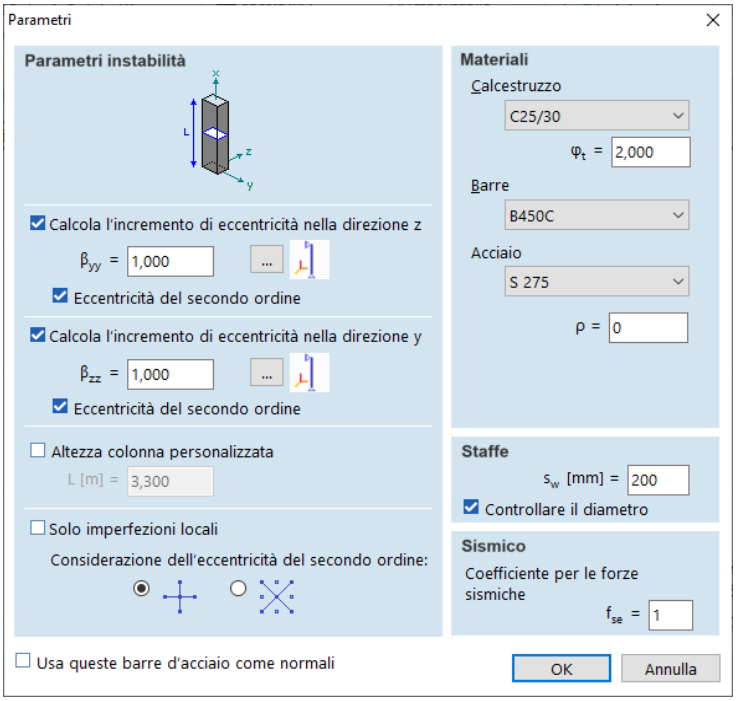
- classe di acciaio tra S235 e S460;
- la classe di resistenza del calcestruzzo deve essere compresa tra C20 / 25 e C50 / 60;
- la colonna è isolata e parte di una struttura intelaiata in cui gli altri elementi strutturali sono elementi compositi o in acciaio;
- la sezione della colonna è doppiamente simmetrica.

Va notato che sia l'Eurocodice che la norma SIA prescrivono ulteriori criteri che devono essere verificati dall'utente. Il programma mostra i messaggi di avviso nei seguenti casi:

- se la classe di acciaio o la classe di resistenza del calcestruzzo non rientra nell'intervallo accettabile;
- se non si può trascurare l'effetto del ribaltamento locale (il controllo del progetto eseguito dal programma non tiene conto dell'effetto di instabilità locale);
- se il rapporto di contributo di acciaio (δ) è al di fuori dell'intervallo accettabile.

Le fasi di verifica del progetto di colonne composite sono molto simili o identiche a quelle che devono essere eseguite nel corso della progettazione di colonne convenzionali in cemento armato (vale a dire come definire un rinforzo, su quale pulsante è necessario fare clic). Per questo motivo, i passaggi descritti in *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)* e *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2* non sono duplicate, tuttavia, le differenze sono sottolineate.

Parametri

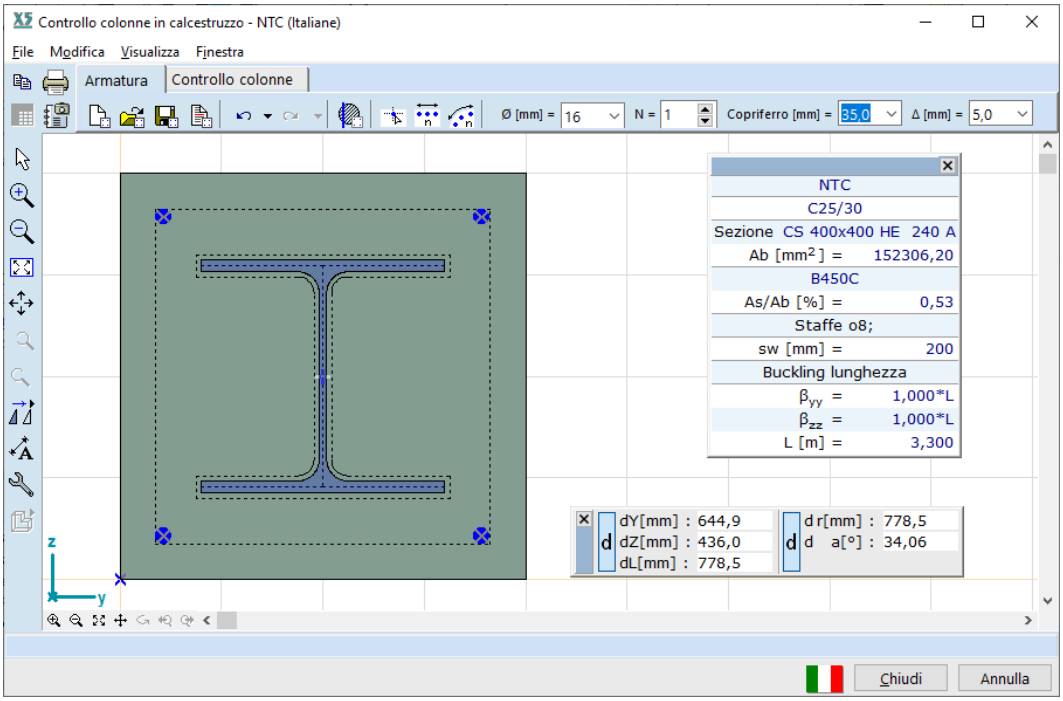


Questa finestra viene utilizzata per definire i parametri di progettazione in modo simile alle tradizionali colonne in cemento armato. La maggior parte dei parametri è descritta nella sezione precedente ***vedere...*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*. Inoltre, è possibile specificare la classe di acciaio delle sezioni in acciaio e il fattore di riduzione (ρ) considerando l'effetto della forza di taglio sulla resistenza a flessione e a compressione. Il fattore ρ viene utilizzato se la forza di taglio $V_{pl,a,Rd}$ sulla sezione di acciaio supera il 50% della resistenza al taglio di progetto $V_{pl,a,Rd}$ della sezione di acciaio. Questo fattore viene utilizzato per ridurre il carico di snervamento considerato del materiale di acciaio nell'anima della sezione di acciaio:

$$(1-\rho)\cdot f_{yd}$$

Definizione di rinforzo

Il rinforzo della sezione può essere definito nella seguente finestra. È identico rispetto alla definizione di rinforzo in caso di colonna convenzionale in cemento armato ***vedere...*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)*. Nel caso di colonne composte, è possibile specificare anche il rivestimento in calcestruzzo sulla sezione in acciaio (Δ).



Verifica della colonna

Il programma esegue la verifica contro la flessione con o senza forza assiale della colonna in base alla sezione trasversale e le proprietà di progetto e i parametri di rinforzo forniti. I dettagli della valutazione dell'utilizzo della flessione sono spiegati nelle sezioni successive. L'interpretazione grafica dei risultati e delle tabelle dei risultati sono discussi nella sezione sopra citata, ***vedere...*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*

☞ ***La progettazione antincendio di colonne composte non è supportata nel modulo RC8-B.***

6.5.11.1. Verifica del progetto secondo l'Eurocodice e SIA

L'utilizzo della colonna soggetta a momenti flettenti monoassiali y-y e z-z viene valutata nel modo seguente:

$$\eta_y = \frac{M_{y,Ed}}{\alpha_{M,y} M_{y,N,Rd}} \leq 1.0$$

$$\eta_z = \frac{M_{z,Ed}}{\alpha_{M,z} M_{z,N,Rd}} \leq 1.0$$

dove

- $M_{y,N,Rd}$ e $M_{z,N,Rd}$ sono il valore di progetto della resistenza a flessione della sezione composita che tiene conto della forza normale di compressione,
- $\alpha_{M,y}$ e $\alpha_{M,z}$ sono i coefficienti relativi alla flessione di una colonna composita attorno all'asse y-y e all'asse z-z rispettivamente (S235 – S355 α_M=0.9; S420 – S440 α_M=0.8).

Le curve di interazione per la compressione combinata e gli assi y-y e z-z relativi alla flessione uniassiale sono calcolate separatamente. L'utilizzo della colonna sottoposta a flessione biassiale è calcolata nel modo seguente:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,N,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,N,Rd}} \leq 1.0$$

☞ ***Può succedere che nella finestra informativa o nella tabella dei risultati appare il simbolo ??? invece dell'utilizzo della colonna. Questo simbolo indica che l'utilizzo della colonna non può essere valutato. Nella maggior parte dei casi, la ragione di questo errore è che la forza assiale di progetto è superiore alla resistenza di compressione/tensione della sezione, quindi l'utilizzo basato sulla durata del momento flettente della colonna non può essere calcolato.***

Momento flettente di progetto

$M_{y,Ed}$ e $M_{z,Ed}$ i momenti flettenti contengono il momento flettente del primo ordine, il momento flettente derivante dall'imperfezione e gli effetti del secondo ordine. Gli effetti del secondo ordine vengono presi in considerazione con il seguente coefficiente moltiplicatore (k) utilizzato per moltiplicare la somma dei momenti flettenti del primo ordine e i momenti flettenti dall'imperfezione:

$$k = \frac{\beta}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,eff}}} \geq 1.0$$

dove

- β è un fattore del momento equivalente,
- $N_{cr,eff}$ è la forza normale critica per l'asse rilevante e corrispondente all'effettiva rigidezza alla flessione calcolata come segue.

$$N_{cr,eff} = \frac{\pi^2 (EI)_{eff,II}}{L_{cr}^2}$$

$$(EI)_{eff,II} = 0.9 \cdot \left(E_a I_a + E_s I_s + 0.5 \cdot E_{cm} \frac{1}{1 + \varphi_t} I_c \right)$$

dove

- $E_a I_a$ è la rigidezza a flessione della sezione in acciaio,
- $E_s I_s$ è la rigidezza di flessione del rinforzo,
- E_{cm}, φ e I_c sono il modulo di elasticità del calcestruzzo, il coefficiente di scorrimento viscoso e il secondo momento di area della sezione in calcestruzzo non fessurata.

6.5.12. Progetto dell'armatura delle travi – modulo RC2

Normative

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è possibile eseguire la verifica di progetto delle travi in cemento armato sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

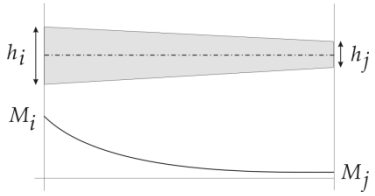
☞ ***Le travi sono elementi strutturali, aventi una dimensione (la lunghezza) significativamente più grande delle dimensioni della sezione, sollecitata da momenti e tagli, e forze assiali quasi nulle o di valori trascurabili.***

Il modulo per il progetto delle armature della trave può essere applicato a elementi strutturali *travi* costituite da elementi finiti travi o nervature, che hanno lo stesso materiale e sezione costante o la variabile (rettangolare o a T) e i carichi applicati agenti nel piano di simmetria della sezione.
Il computo dell'armatura longitudinale superiore ed inferiore viene fatto sulla base dello stesso tipo di acciaio mentre per le staffe si può scegliere un acciaio diverso da quello dell'armatura longitudinale.

Parametri di rinforzo delle travi

La progettazione delle travi (calcolo della quantità richiesta di rinforzo, posizionamento delle staffe e dei bordi e controllo delle travi rinforzate) utilizza i parametri inseriti nella finestra di dialogo dei parametri di rinforzo delle travi (***Vedere...*** *Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)*).

Sezione trasversale variabile



E' considerato la variazione del taglio a causa della sezione trasversale variabile . Dove il segno del momento non cambia può essere applicata una regola semplice: se l'altezza di sezione cambia nello stesso modo del momento la resistenza al taglio aumenta altrimenti diminuisce.

La sollecitazione di taglio viene modificata da $\Delta V = 2A_s f_{yd} \sin\alpha$, dove A_s è l'area longitudinale dell'armatura, α l'angolo è fra la fibra estrema e la linea centrale. L'armatura longitudinale è assunta parallela alla fibra estrema.

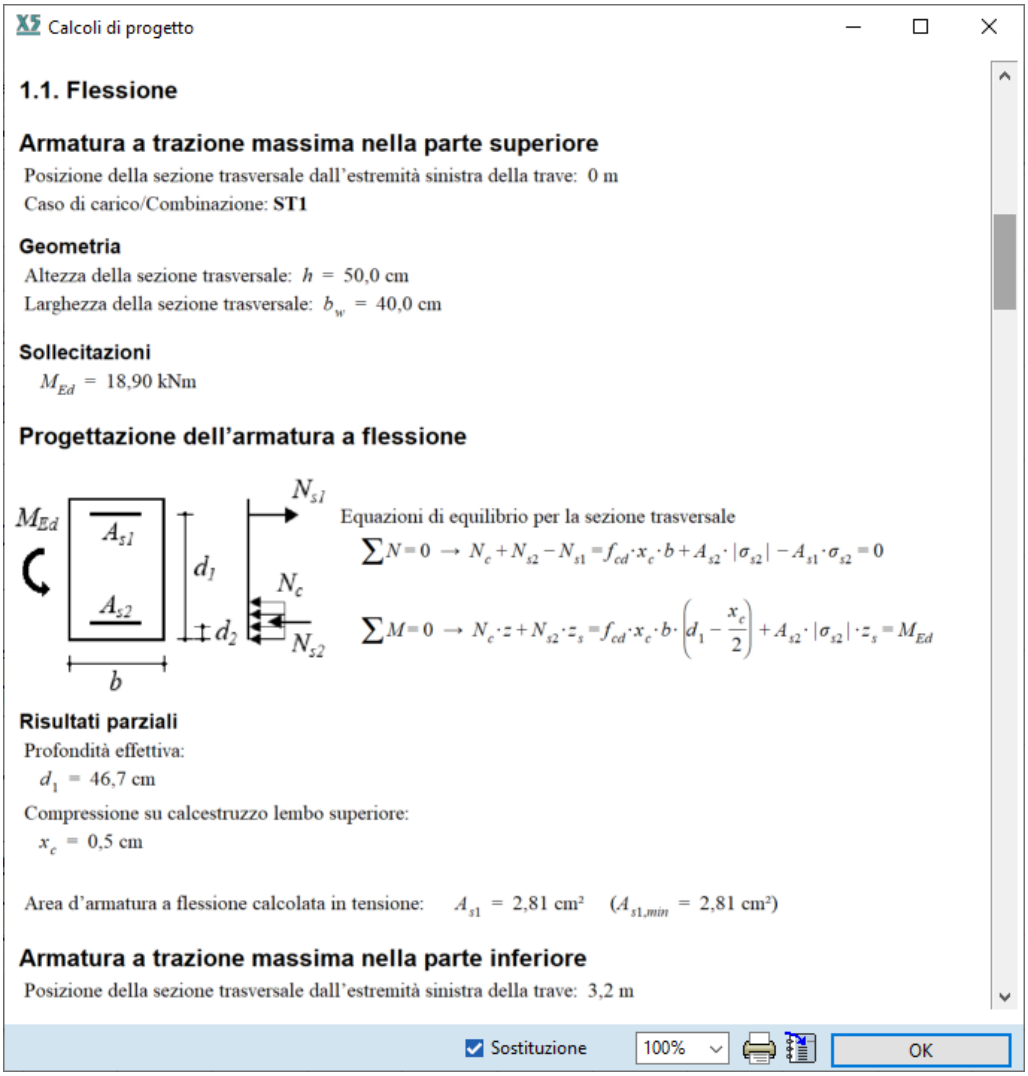
Ci sono due schede della finestra di progettazione armatura trave: Progettazione e verifica.
La scheda Progettazione serve a trovare la giusta quantità d'armatura longitudinale e la distanza fra le staffe.
La scheda Verifica serve a controllare un'armatura effettiva inserita nella trave contro le fessure.

☞ ***Il programma effettua I calcoli di progettazione descritti di seguito. Ogni altra analisi, se prescritta dalla norma di progettazione, deve essere eseguita dall'utente.***

La versione attuale del modulo non si occupa della flessione nel piano, dell'effetto di complessi stati di forza interni, di iniezione laterale-torsionale o dell'effetto delle sollecitazioni di picco perpendicolari all'asse a causa dell'azione di forze concentrate e non adatte per il progetto d'armatura negli sbalzi ridotti.

Calcoli di progetto

Cliccare sul pulsante *Calcoli di progetto* nella maschera *BArmatura della trave* per visualizzare i dettagli dei calcoli secondo il codice di progetto attivo. I riferimenti alle sezioni e alle formule del codice di progetto appaiono in blu. Se la scheda *Armatura calcolata nella travercement* è attiva, i calcoli di progettazione si basano sull'armatura calcolata. Se la scheda *Armatura corrente nella trave* è attiva, a breve relazione si basa sull'armatura corrente.



Cliccando sull'icona Impostazioni accanto al pulsante Calcoli del progetto, è possibile impostare il livello di elaborazione e le unità di misura per la forza e la lunghezza utilizzate nei calcoli del progetto. I risultati importanti appaiono anche convertiti in unità AXISVM standard (***Vedere...*** *3.3.8 Unità e formati*).

Per ulteriori descrizioni sulla finestra dei calcoli di progetto ***vedi...*** *6.5 Progetto C.A.* e *6.6.1.3 Diagrammi e calcoli di progetto*

6.5.12.1. **Passi per il progetto d'armatura della trave**



Progetto armatura trave

Il progetto si sviluppa in due fasi:

1. Progettazione di rinforzo longitudinale per momenti sull'asse y o z *(My,* o *Mz)*.
2. Determinazione della spaziatura delle staffe verticali tenendo conto delle forze di taglio sull'asse y o z (Vy o Vz) e il momento di torsione *(Tx)*.

La forza assiale non viene presa in considerazione. Se la forza assiale non può essere trascurata, è consigliabile utilizzare il modulo di progettazione della colonna.

La curvatura e la torsione vengono analizzati separatamente, tuttavia il rinforzo a trazione longitudinale viene preso in considerazione nella determinazione della capacità di taglio.

L'aumento della tensione nelle barre longitudinali a causa delle fessure di taglio viene considerato spostando il momento.

I seguenti diagrammi possono essere visualizzati nella scheda *Progetto:* Il momento di progetto *(My_{Ed})*, l'armatura superior/inferiore calcolata *(A_s)*, taglio di progetto *(Vz)*, spaziatura staffe *(s_w)*, momento torsionale di progetto *(Tx)*, armatura per torsione sui lati *(A_{SL})*.



Armatura longitudinale a flessione

L'armatura longitudinale richiesta per il momento flessionale viene visualizzata in blu, l'armatura di compressione in rosso, il rinforzo minimo richiesto dalla normativa di progettazione in grigio.

Spaziatura staffe

La distanza massima ammissibile della staffa viene visualizzata in nero, la distanza calcolata in blu e la distanza minima secondo la normativa di progettazione in grigio.

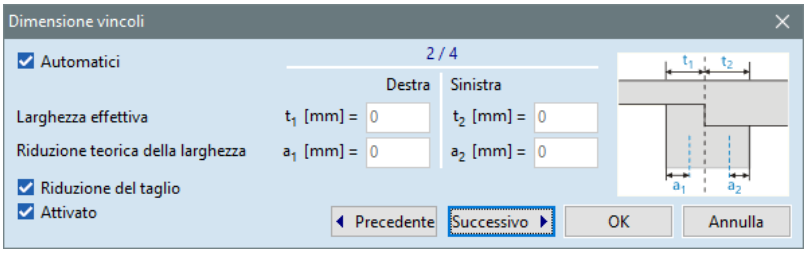
Armatura longitudinale a torsione

L'armatura longitudinale per la torsione viene visualizzata in viola.

Il modulo aggiunge questa quantità di armatura all'armatura a flessione inferiore e superiore calcolata nella scheda *Calcolo dell'armatura della trave* secondo le istruzioni della relativa sezione della normativa di progettazione – EN 1992-1-1 6.3.2 (3): "L'armatura longitudinale dovrebbe essere generalmente distribuita sulla lunghezza del lato, z_i, ma per sezioni più piccole può essere concentrata alle estremità di questa lunghezza", e sezione 9.2.3 (4): "Le barre longitudinali devono essere disposte in modo da avere almeno una barra in ogni angolo, mentre le altre devono essere distribuite uniformemente lungo il perimetro interno delle maglie, con una distanza non superiore a 350 mm".

Impostazione della dimensione dell'appoggio

AXISVM identifica tutti i tipi di supporti possibili (colonne, pareti, travi, supporti nodali) automaticamente ma la loro larghezza può essere modificata. Clicca su un supporto per accedere alla finestra di dialogo qui sotto



Il controllo *Automatico* imposta i valori di larghezza rilevati. Deselezionarlo per impostare manualmente la *Larghezza reale* e la *Riduzione teorica di larghezza*. Permette di specificare i segmenti a1 e a2 sul lato del supporto che verrà ignorato nei calcoli. Le forze interne sono interpolate linearmente all'interno dei segmenti.

Il controllo della *Riduzione della forza di taglio* attiva un metodo descritto nella norma di progettazione per ridurre la forza di taglio sopra i supporti. Deselezionare *Abilitato* per ignorare il supporto nel calcolo del progetto.

Parametri trave



Vedere... *Parametri armatura della trave (flessione uniassiale)*

Visualizza risultati

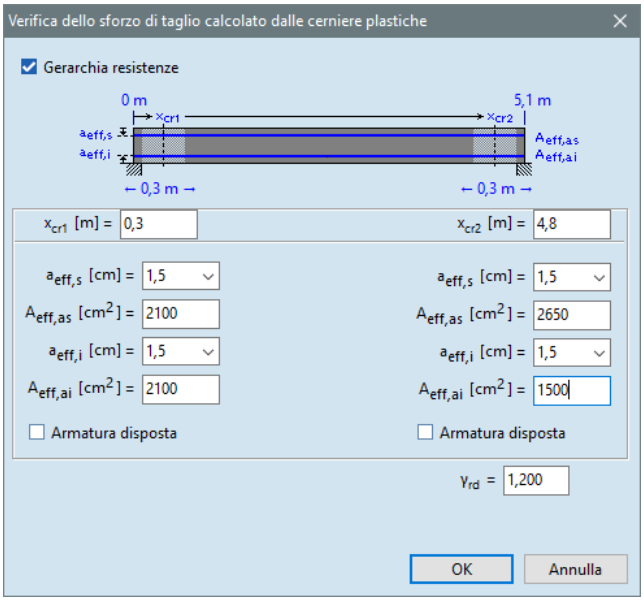


La visualizzazione dei diagrammi e etichette di ogni scheda può essere personalizzata.

Cerniere plastiche



In caso di strutture dissipative con classe di duttilità DCM o DCH (EN 1998-1-1), al fine di evitare cedimenti delle travi dovuti al taglio, i valori di progetto delle forze taglianti sono determinati in base alla regola di progettazione della capacità (se il caso di carico sismico è incluso nella combinazione di carico selezionata), e in base all'equilibrio del fascio sotto: a) il carico trasversale che agisce su di esso nella situazione di progettazione sismica e b) i momenti finali Mi, d (dove con i = 1,2 si denota la fine sezioni del fascio), corrispondente alla formazione di cerniere plastiche per le direzioni positive e negative del carico sismico.
Le cerniere plastiche possono essere definite se c'è un caso di carico sismico nel modello, e il fattore di struttura (q) (vedi ... Errore. 1.5 (eccetto lo standard Eurocodice [RO]). L'utente può impostare i seguenti parametri: il fattore di sicurezza, la distanza tra le cerniere plastiche e il rinforzo delle cerniere plastiche.
Se la casella di C*ontrollo rinforzo effettivo* è spuntata, i parametri di rinforzo relativi alle cerniere plastiche vengono calcolati automaticamente in base al rinforzo effettivo definito della trave (***vedere...*** *6.5.12.3 Controllo armatura corrente nella trave*).
La lunghezza al di sotto delle cerniere plastiche rappresenta la lunghezza della regione critica dove il software considera requisiti più severi per quanto riguarda le regole di dettaglio del rinforzo a taglio per ottenere la duttilità prevista.



Considerando le regole di capacità di progettazione, il valore di progetto della forza a taglio è calcolata nel modo seguente (se il caso di carico sismico è incluso nella combinazione selezionata):

$$V_{Ed} = V_{Ed,0} + V_{Ed,EQ}$$

dove:

- $V_{Ed,0}$ denota la forza di taglio da azioni non sismiche (da carichi morti, ecc.),
- VEd,EQ è il valore di progetto della forza di taglio sismica.

$$V_{Ed,EQ} = \gamma_{Rd} \frac{M_{1,d} + M_{2,d}}{l}$$

dove:

- l è la distanza tra le cerniere plastiche (xcr2 – xcr1).

La forza di taglio sismica è considerata con segno sia positivo che negativo considerando le direzioni positive e negative del carico sismico.

☞ ***Se la forza di taglio sismica ottenuta dall'analisi sismica è maggiore della forza di taglio calcolata in base alle regole di progettazione della capacità, la forza di taglio sismica dall'analisi sismica viene utilizzata come $V_{Ed,EQ}$.***

☞ ***Il software considera le regole dettagliate per quanto riguarda la massima distanza delle staffe mediante il calcolo della disposizione delle staffe stesse. La verifica dell'osservanza di ulteriori norme specifiche di dettaglio delle travi con cerniere plastiche è responsabilità dell'utente.***

6.5.12.2. **Controllo dell'armatura calcolata**

Dopo aver cliccato sulla scheda *Armatura calcolata nella trave* possono essere visualizzati i seguenti diagrammi:
Inviluppo armature *(A_s)*, armatura laterale per la torsione *(A_{SL})*, fessurazione *(w_k)*, spaziatura staffe *(s_w)*, momento resistente *(My_{Rd})*, forza di taglio massima *(Vz_{Rd})*, resistenza a torsione *(Tz_{Rd})*, efficienza flessionale *(My_{Ed}/My_{Rd})*, efficienza a taglio *(Vz_{Ed}/Vz_{Rd})*, efficienza torsionale *(Tz_{Ed}/Tz_{Rd})*, deformazione relativa *($e_{z,rel}$)*, deformazione assoluta *($e_{z,abs}$)*.



Stato limite ultimo (ULS)

Flessione Momento flettente resistente M_{Rd} è determinate in funzione dell'armatura richiesta (calcolata). Questa versione non prende in considerazione lo sforzo normale. Per considerare lo sforzo normale si raccomanda l'utilizzo del modulo per l'armatura colonna. L'efficienza flessionale (M_{Ed}/M_{Rd}) è visualizzata attraverso un diagramma.

Taglio Il programma calcola la resistenza a taglio e l'efficienza di taglio dai parametri effettivi delle staffe e la loro distribuzione, determina la resistenza al taglio senza armatura (V_ (Rd, c)), la forza massima di taglio è limitata dalla compressione del calcestruzzo, e la forza di taglio massima limitata dalla resistenza dell'armatura a taglio. Anche l'efficienza di taglio (V_Ed / V_Rd) viene visualizzata come un diagramma.

Taglio e torsione Il programma calcola la resistenza al taglio e alla torsione e all'efficienza di taglio e torsione dai parametri effettivi delle staffe e dalla distribuzione che determina la resistenza al taglio senza rinforzo di taglio / torsione, Momento di torsione limitato dalla compressione del calcestruzzo e la forza di taglio massima limitata dalla resistenza di resa dell'armatura a taglio
La quantità di area delle staffe presa in considerazione per la torsione è: $A_{sw,T} = \frac{V_{Ed,i}}{V_{Ed,i}+V_{Ed}} \cdot A_{sw}$, dove A_{sw} è l'area totale delle staffe, $V_{Ed,i} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cdot z$ è la forza di taglio da torsione, V_{Ed} è la forza di taglio di progetto

Taglio

il programma calcola:
- la resistenza al taglio senza armatura di taglio ($V_{Rd,c}$),
- la massima resistenza al taglio limitata dall' elemento a compressione in calcestruzzo ($V_{Rd,max}$),
- resistenza al taglio dell' armatura di taglio ($V_{Rd,s}$),

La resistenza di taglio finale (V_{Rd}) della sezione trasversale si basa sui suddetti componenti. L' efficienza per taglio (V_{Ed}/V_{Rd}) visualizzata lungo il componente strutturale.

Taglio e torsione

Il programma calcola la resistenza al taglio e alla torsione:
- la resistenza a taglio senza armatura di taglio / torsione ($V_{Rd,c}$ e $T_{Rd,c}$),
- la massima resistenza a taglio / momento torsionale limitato dall'elemento in compressione struttuale ($V_{Rd,max}$ e $T_{Rd,max}$),
- la resistenza dell'armatura a taglio/momento torsionale limitata dall'elemento a compressione in calcestruzzo ($T_{Rd,s}$)

La quantità dell'area delle staffe presa in considerazione per la torsione come segue:
$A_{sw,T} = \frac{V_{Ed,i}}{V_{Ed,i}+V_{Ed}} \cdot A_{sw}$,
dove A_{sw} è l' area dei bracci delle staffe,
$V_{Ed,i} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cdot z$ è la forza di taglio da torsione,
V_{Ed} è la forza di taglio di progetto.

Durante il calcolo della resistenza torsionale, vengono considerate solo i bracci esterni.

Stati limite di esercizio (SLS)

Analisi a fessurazione

Dopo aver fatto clic sulla scheda *Controllo*, AXISVM determina lo schema delle barre d'armatura superiori e inferiori e le loro quantità, calcolati in funzione dalla combinazione di carico selezionata in accordo con la distanza minima tra le barre prevista dalla normativa.
Se le barre richieste non rientrano in una sola fila, vengono introdotte più file. Una fila è costituita da minimo due barre.
In caso di forme a T, le barre saranno posizionate all'interno della flangia solo se le barre non si inseriscono nell'anima. Le barre nella flangia possono formare solo una riga e il loro numero non può superare la metà del numero totale barre.
Se viene selezionato l'inviluppo, viene eseguito il calcolo della fessure su tutte le combinazioni SLS incluse.
Se non sono incluse combinazioni SLS nell'inviluppo vengono utilizzate tutte le combinazioni ULS.
Le proprietà della sezione trasversale e le fessure vengono calcolate con i ferri distribuiti secondo lo schema di cui sopra. Se si sceglie una combinazione SLS, il calcolo viene eseguito con lo schema a barre determinato dall'armatura richiesta nella sombinazione SLS. Questo valore di fessurazione può essere superiore alla fessurazione calcolata con i ferri dati dall'inviluppo critico dei risultati.

Fessurazione

Se viene selezionato *Parametri / Incremento d'armatura per limitare la larghezza delle fessure* quando si definiscono i parametri d'armatura della trave, AXISVM aumenta il numero di barre sul lato in tensione fino a quando la larghezza delle fessure calcolate non scende al di sotto del limite, a condizione che l'area totale dell'armatura non sia superiore al valore limite (4-9% della sezione trasversale del calcestruzzo) prescritto dal codice di progettazione ($A_s \leq A_c$).

Deformazione

La deformazione viene calcolata usando una approssimazione che permette di rimanere a favore di sicurezza.
Il programma calcola i fattori di distribuzione ζ nel campo di momento massimo posizionate teoricamente sui bordi di supporto e assumendo che questo fattore è costante 1) tra i bordi di supporto e il punto di momento nullo e 2) tra i punti di di momento nullo.
La deformazione assoluta determinata dall'analisi lineare viene corretta utilizzando i valori di spostamento del supporto.
La deformazione approssimativa in un dato punto della trave è $e = e_I \cdot (1-\zeta) + e_{II} \cdot \zeta$, dove
ζ è il fattore di distribuzione, $\zeta = 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^2$.
e_I è la deformazione approssimata senza armatura di fessurazione della trave: $e_I = e_0 \cdot I_I / I_b$
e_{II} è la deformazione approssimata con armatura di fessurazione della trave: $e_{II} = e_0 \cdot I_{II} / I_b$
e_0 È la deformazione corretta tenendo conto del modulo di elasticità del calcestruzzo e degli spostamenti del supporto $e_0 = e_{lin} \cdot E_{cm} / E_{c,eff}$

Risultati visualizzati



Clicca su questa icona per impostare gli schemi e le etichette dei diagrammi da visualizzare.

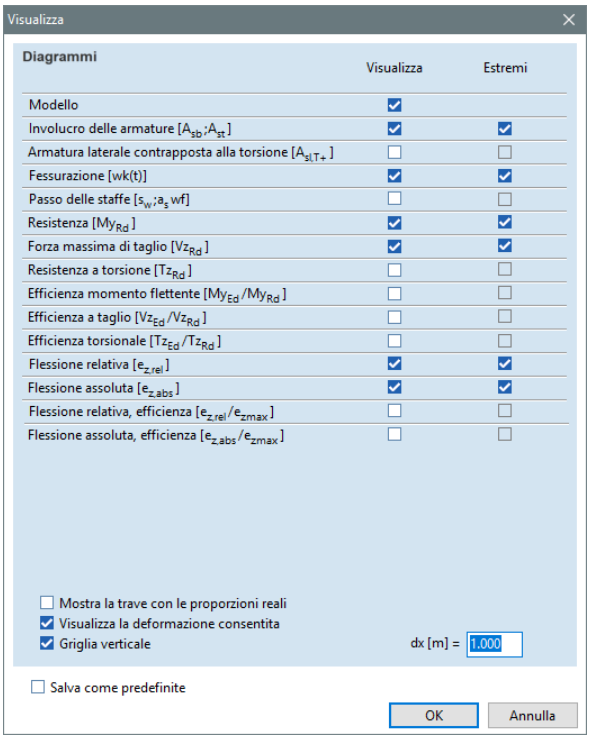


Tabella di controllo (ULS)



Per ogni sezione vengono visualizzate due file di dati, uno per l'armatura superiore e uno per quella inferiore.
Ogni riga contiene forze interne ULS e valori di diversi componenti di risultato intermedio.
È inoltre disponibile una sintesi più breve che visualizza i valori solo in determinate sezioni rilevanti.
Lo schema a barre mostra il numero di barre nell'estensione della flangia (al di fuori dell'anima) in [parentesi quadre]. Le barre sull'anima vengono visualizzate riga per riga dall'esterno all'interno (parentesi tonde).

Tabella di controllo (SLS)



Tabelle simili vengono generate per le forze interne SLS, larghezza delle fessure e per i valori di deformazione.
La fessurazione lato superiore viene calcolata dal momento (massimo) causando tensione all'interno della parte superiore. La fessurazione lato inferiore viene calcolata dal momento (min) che causa tensione all'interno della parte inferiore. Se non compare nessuna tensione su un lato (max è negativo o min è positivo), i calcoli vengono eseguiti con un momento nullo. In questo caso la tabella mostra zero e mostra il momento reale tra parentesi.

☞ ***Le forze interne che appaiono in queste due tabelle sono diverse solo se l'armatura è stata calcolata per un inviluppo o una combinazione critica. Se è stato selezionato un caso di carico o una combinazione di carico individuale, le forze interne saranno uguali.***

6.5.12.3. **Controllo armatura corrente nella trave**

Cambiare l'armatura effettiva della trave

Nella scheda *Armatura corrente nella trave* è possibile modificare l'armatura effettiva longitudinale o passo delle staffe assegnata a elementi finiti.

Dopo aver modificato l'armatura o il passo delle staffe, i risultati vengono ricalcolati automaticamente se viene selezionato *Visualizza / Ricalcola automaticamente*. Se questa funzione rallenta la definizione (ad esempio la trave deve essere controllata per un numero elevato di combinazioni critiche), disattivare questa opzione. In questo caso, fare clic sul pulsante *Calcola* in basso per ricalcolare i risultati.



Seleziona tutto (Ctrl+A)
Seleziona tutti gli elementi finite della trave.



Applicare l'armatura calcolata / il passo delle staffe
Imposta l'armatura effettiva o il passo delle staffe in base ai valori calcolati per il caso di carico corrente o la combinazione sull'intera trave.
Fare clic su uno dei due pulsanti esclusivi per selezionare la modalità di definizione

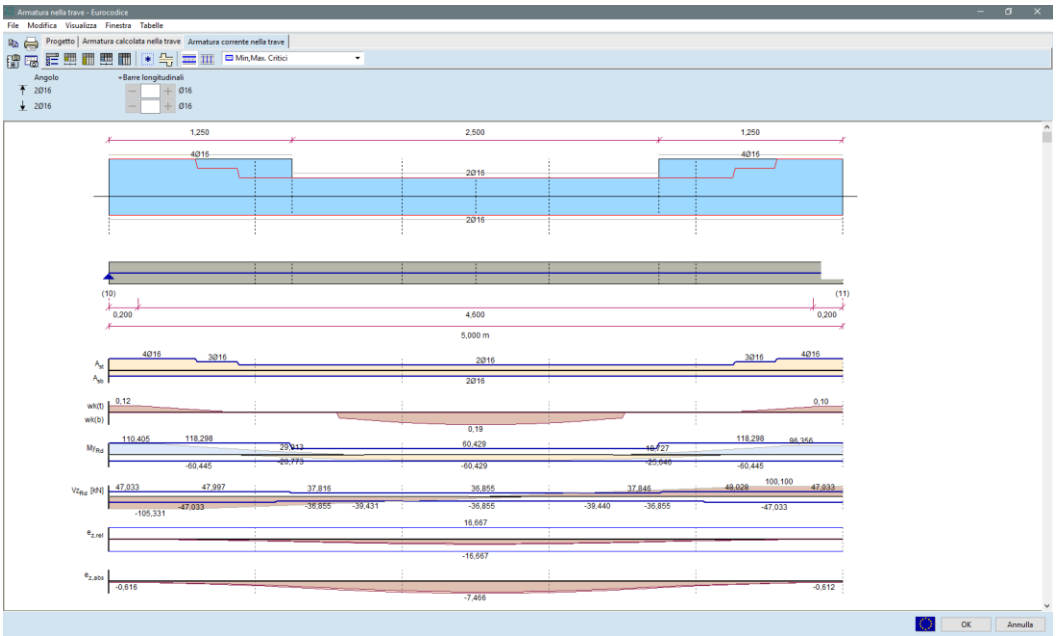
 *Armatura longitudinale*  *Passo delle staffe*



Armatura longitudinale
Se questo pulsante è premuto, è possibile definire l'armatura longitudinale.
Seleziona elementi finiti o rimuovi la selezione facendo clic o trascinando il mouse. Per aggiungere elementi non adiacenti alla selezione, premere Shift durante l'operazione. Il diametro delle armature d'angolo e di altre armature longitudinali viene impostato tra i parametri dell'armatura della trave. Le caselle di editing consentono di modificare il numero di barre in alto e in basso negli elementi selezionati. I pulsanti - e + diminuiscono / aumentano questi valori.
Il diagramma dell'armatura attuale è riempito di colore azzurro, il rinforzo A_s calcolato per il caso di carico corrente o la combinazione può essere visto dietro di esso come un diagramma rosso riempito di colore rosa.

Verifica armatura corrente

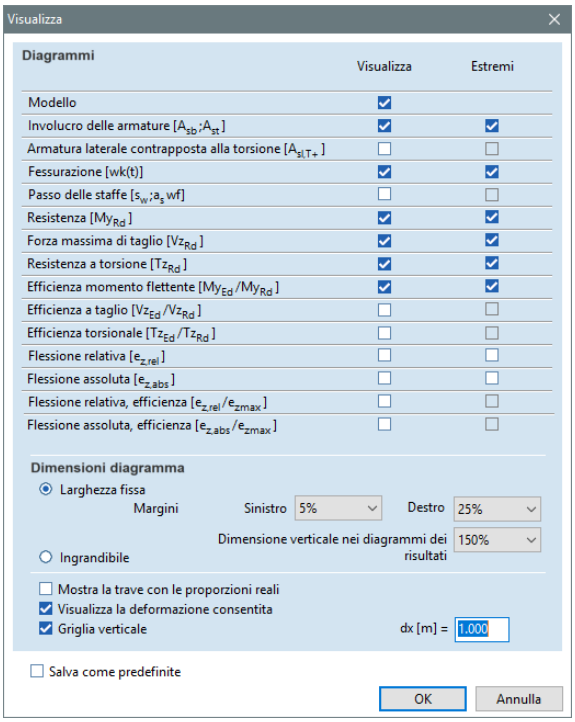
Il programma visualizza i risultati selezionati allo stesso modo della scheda precedente, ma per l'armatura effettiva. Le tabelle sono le stesse ma visualizzano i risultati per l'armatura reale.



Visualizzazione risultati

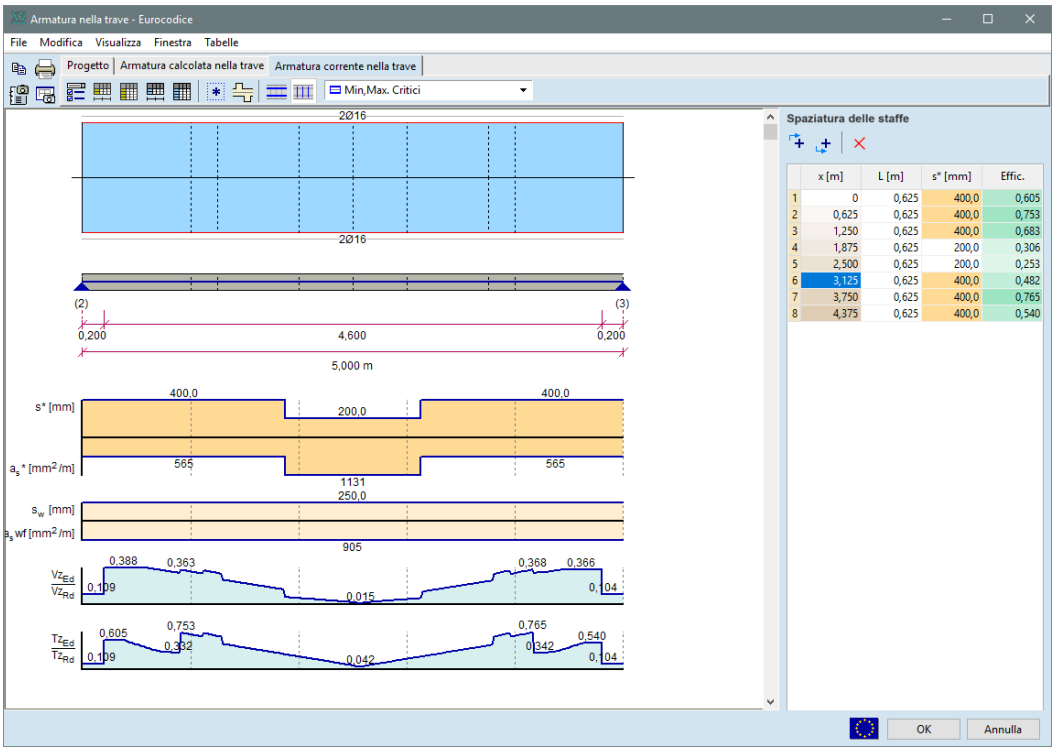


Clicca su questa icona per impostare i diagrammi e le etichette da visualizzare.
Comandi speciali per la scheda *Armatura corrente della trave*:
Margini. Impostare il margine sinistro e destro dei diagrammi come percentuale della larghezza totale. In questo modo è possibile lasciare spazio alla finestra delle informazioni.
Dimensioni verticali dei diagrammi dei risultati. Imposta la dimensione verticale dei diagrammi tra il 100% e il 300%. Questo valore può essere modificato anche nella finestra del diagramma ruotando la rotella del mouse.





Passo delle staffe
Se questo pulsante è premuto, è possibile impostare il passo effettivo della staffa.
Appare in alto un diagramma del passo delle staffe applicato *(s*)* e l'area specifica di armatura*(a_s*)*. Sulla destra appare una griglia che mostra il passo delle staffe come una funzione di passo costante in sezioni continue lungo la trave. È possibile modificare la coordinata x del punto iniziale della sezione, la lunghezza L della sezione e il passo s* su quella sezione. Se i risultati sono stati calcolati, viene visualizzato anche l'utilizzo di ciascuna sezione (se questo valore è maggiore di 1 lo sfondo è rosso, altrimenti è verde).



Modifica del passo delle staffe

Dopo aver fatto clic sul pulsante Applica armatura calcolata / passo staffa, la tabella mostra i valori calcolati. Utilizzare i pulsanti qui sotto per modificare la tabella che descrive la funzione del passo



Inserisci una nuova riga prima di quella corrente
Crea una nuova sezione dividendo la riga prima di quella corrente in due parti uguali. *s** rimane lo stesso ma può essere modificato separatamente.



Inserisci una nuova riga dopo quella corrente
Crea una nuova sezione dividendo la sezione corrente in due parti uguali. *s** rimane lo stesso ma può essere modificato separatamente.



Elimina le righe selezionate
Dopo aver eliminato le righe selezionate, la sezione precedente verrà estesa.

Modifica delle celle

Il punto di inizio *x* di una sezione può essere cambiato in qualsiasi valore tra il precedente e il successivo valore *x*. La modifica di *x* regolerà anche la lunghezza della corrente e della sezione precedente di conseguenza i valori *x* al di fuori di questo intervallo saranno rifiutati.

La lunghezza L di una sezione può essere cambiata ma il punto finale della sezione deve cadere a sinistra della fine della sezione successiva. La lunghezza della sezione successiva verrà regolata di conseguenza.

6.5.12.4. **Progetto armatura travi secondo Eurocodice**

EN 1992-1-1

Simboli, proprietà dei materiali, fattori di sicurezza	
f_{cd}	resistenza di progetto a compressione nel calcestruzzo
f_{ctd}	resistenza di progetto a trazione nel calcestruzzo
α_{cc}	= 0.80-1.00 (prescritto dagli allegati nazionali); è il coefficiente che tiene conto degli effetti a lungo termine sulla resistenza alla compressione e degli effetti sfavorevoli derivanti dalle modalità di applicazione del carico
α_{ct}	è un coefficiente che tiene conto degli effetti a lungo termine sulla resistenza alla trazione e degli effetti sfavorevoli derivanti dalle modalità di applicazione del carico.
γ_c	= 1.2-1.5; è il fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo (2.4.2.4(1))
f_{yd}	resistenza di progetto a snervamento per l'acciaio
ε_{su}	limite d i deformazione dell'acciacio
E_s	(=200 kN/mm^2); modulo di Young per l'acciaio
γ_s	= 1.15; è il fattore parziale per l'armatura (2.4.2.4(1))

Progettazione armatura staffe per taglio e torsione

La progettazione è basata sui seguenti valori di resistenza al taglio:

$V_{Rd,c}$ Taglio resistente di progetto della sezione trasversale senza armatura al taglio

$V_{Rd,max}$ Taglio massimo che può essere trasmesso senza rottura delle bielle inclinate compresse.

$V_{Rd,s}$ Taglio resistente di progetto di sezioni con armatura a taglio

$T_{Rd,c}$ Resistenza di progetto a torsione di una sezione senza armatura a taglio.

$T_{Rd,max}$ Massimo momento torsionale che può trasmettre senza rottura delle barre inclinate compresse.

AXISVM calcola l'armatura per taglio e torsione assumendo che l'angolo di inclinazione a rottura per taglio sia 45°. E' controllata la relazione tra la capacità di resistenza a compressione delle bielle di calcestruzzo inclinate ed il valore di progetto.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} \le 1 \text{ , dove}$$

$$V_{Rd,\max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd}}{\cot\Theta + \tan\Theta} \text{ e } T_{Rd,max} = 2\nu\alpha_{cw} f_{ctd} t_{efi} A_k \sin\theta \cos\theta$$

Se la sezione trasversale non è sufficiente si verifica se è richiesta armatura per taglio e torsione secondo la formula:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} \le 1 \text{ , dove}$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k \left(100 \rho_l f_{ck}\right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d \text{ e } T_{Rd,c} = 2 f_{ctd} t_{ef,i} A_k$$

Se è richiesta armatura per taglio o torsione,

$\frac{\sum A_{sl} f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k}\cot\Theta$, quindi $A_{sl} = \frac{T_{Ed} u_k}{2A_k f_{yd} \tan\Theta}$.

La spaziatura di staffe per taglio e torsione è calcolata secondo queste formule:

$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\Theta$ e $V_{Rd,s} \geq V_{Ed} + V_{Ed,i}$.

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed} + V_{Ed,i}} z f_{ywd} \cot\Theta$$

Utilizzando il metodo di calcolo ad angolo variabile, un risparmio significativo di armatura per taglio può essere ottenuto se le travi in cls. compresso hanno resistenza supplementare, per es.:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} << 1$$

Cambiando l'angolo di inclinazione a rottura per taglio il calcestruzzo compresso assume più carico mentre si riduce lo sforzo nelle staffe. Il risparmio effettivo dipende dalle regole di progettazione.
Se l'utente sceglie il metodo ad angolo variabile, AXISVM determina la direzione della rottura per taglio tra 21,8° ($\mathrm{ctg}\Theta$=2,5) e 45° ($\mathrm{ctg}\Theta$=1) prima del calcolo dell'armatura in modo che lo sfruttamento della compressione nelle bielle inclinate raggiunga il massimo (al massimo 100%). L'angolo di inclinazione di rottura per taglio è incrementato con piccoli passi da soddisfare il requisito:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} \leq 1$$

☞ ***La sezione trasversale è insufficiente se lo sforzo di taglio critico è maggiore della resistenza per taglio fornito dalle bielle compresse in cls., per es.:***

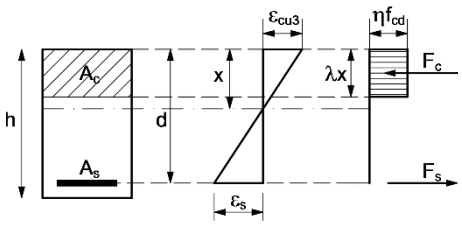
$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} > 1$$

Regole di progettazione applicate:

In base all'equazione 9.2.2 (9.5N) $\rho_{w,\min} = 0.08\sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$ e all'equazione 9.2.2 (9.4) $\rho_w = A_{sw} / s b_w$ cosicché la percentuale di armatura per taglio è $s_{\max 1} = A_{sw} / \rho_{w,\min} b_w$.
9.2.2 (9.6N) considerando: $s_{\max 2} = 0{,}75d$.

Armatura longitudinale per le travi

Durante la progettazione dell' armatura delle travi in calcestruzzo, si presume che la resistenza delle barre di armatura e la zona del calcestruzzo compresso raggiunga il limite di deformazione alla compressione.
Nella zona compressa è considerata una distribuzione rettangolare delle sollecitazioni (EC2 3.1.7. (3)).



Il software progetta barre longitudinali compresse se l' altezza della zona compressa è superiore all'altezza limite. Al di là di questo limite, la sollecitazione non raggiunge il limite di snervamento dell' armatura tesa e non si può ipotizzare un cedimento.

L' armatura superiore e inferiore richiesta lungo la trave e l'andamento del diagramma del momento sono calcolati per ogni caso di carico.

A fronte delle fessure inclinate, l' armatura di trazione è progettata per una forza maggiore di quella calcolata a partire da M/*z*.
Questo aspetto viene tenuto in considerazione da diversi codici di progettazione modificando il diagramma del momento.

Sono determinati i valori minimo (Mmin ≤ 0) e massimo (Mmax ≥ 0) del diagramma del momento e l' armatura corrispondente sul lato di trazione e compressione. L' armatura in trazione viene visualizzata in blu, l' armatura in compressione in rosso, l' armatura di trazione minima richiesta dal codice di progettazione appare in grigio.

Nel caso di barre longitudinali compresse, la distanza tra le staffe non può essere superiore a 20 volte il diametro delle barre principali compresse.

La fessurazione viene calcoalata secondo il punto *6.5.8.1 Calcolo secondo Eurocodice 2.*

Regole di progettazione prese in considerazione nel programma

Le regole di dettaglio sono verificate in base ai codici di progettazione e agli annessi nazionali elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

6.5.12.5. **Progetto armatura travi secondo SIA 262**

SIA 262

Simboli, proprietà dei materiali, fattori di sicurezza	
f_{cd}	valore di progetto della forza di compressione del calcestruzzo
f_{ct}	valore di progetto della forza di trazione del calcestruzzo
γ_c	= 1.5; Coefficiente parziale del calcestruzzo
f_{yd}	valore di progetto della forza di trazione per l'acciaio
ε_{su}	deformazione limite per l'acciaio
E_s	(=200 kN/mm^2); modulo di Young per le barre di acciaio
γ_s	= 1.15; Coefficiente parziale dell'acciaio
k_c	= 0.6; fattore di riduzione per resistenza a compressione del calcestruzzo in una zona incrinata

Progetto delle staffe di armatura per taglio e torsione

La progettazione dell'armatura è basata su tre valori della resistenza per taglio:

$V_{Rd,c}$ La forza di taglio massima che può essere trasmessa senza la rottura delle bielle compresse di calcestruzzo.

$V_{Rd,s}$ La resistenza per taglio della sezione trasversale con armatura per taglio

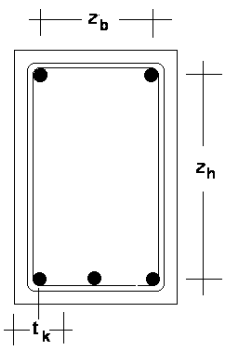
La resistenza massima al taglio è $V_{Rd,c} = b_w z k_c f_{cd} \sin\alpha \cos\alpha$

La distanza delle staffe è calcolata dall'espressione

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{sd} \cdot \cot\alpha$$

La spaziatura delle staffe è $s = \frac{A_{sw}}{V_d} \cdot z \cdot f_{sd} \cdot \cot\alpha$

Forza longitudinale per taglio: $F_{td} = V_{Rd} \cdot \cot\alpha$



Armatura longitudinale aggiuntiva:

$$\Delta A_{sl} = \frac{V_{Rd} \cdot \cot\alpha}{f_{sd}}$$

di cui ½ è posizionata nella zona di trazione, ½ nella zona di compressione.

Sforzo di taglio da torsione: $V_{d,i} = \frac{T_d}{2 \cdot A_k} \cdot z_i$

Forza di Taglio in una fibra verticale: $V_{d,h} = \frac{T_d}{2 \cdot z_b}$

Forza di Taglio in una fibra orizzontale: $V_{d,b} = \frac{T_d}{2 \cdot z_h}$

Il programma controlla la seguente espressione $\frac{V_d}{V_{Rd,c}} + \frac{V_{di}}{V_{Rd,ci}} \le 1$

Dove $V_{Rd,ci} = t_k \cdot z_h \cdot k_c \cdot f_{cd} \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$

Distanza delle staffe da torsione: $s = A_{sw} \cdot \frac{2 \cdot z_h \cdot z_b}{T_d} \cdot f_{sd} \cdot \cot\alpha$

Armatura longitudinale da torsione:

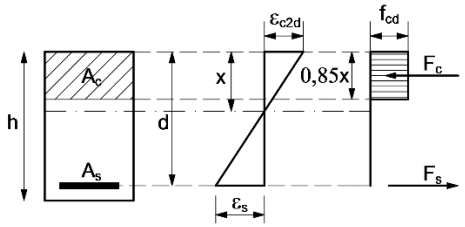
$$A_{slT} = \frac{\sum V_{d,i} \cdot \cot\alpha}{f_{sd}} = \frac{\frac{T_d}{z_h \cdot z_b} \cdot (z_h + z_b) \cdot \cot\alpha}{f_{sd}}$$

da porre regolarmente lungo il contorno della sezione trasversale.

La distanza effettiva delle staffe è considerata dalla somma della distanza delle staffe per torsione e della distanza di staffa per taglio**:**

$$s_w = \frac{1}{\frac{1}{s_{w,V}} + \frac{1}{s_{w,T}}}$$

Armatura longitudinale della Trave basata su SIA 262



Durante la progettazione dell' armatura delle travi in calcestruzzo, si presume che la resistenza delle barre di armatura e la zona del calcestruzzo compresso raggiunga il limite di deformazione alla compressione.
Nella zona compressa è considerata una distribuzione rettangolare delle sollecitazioni (SIA262 4.2.1.4).

Il software progetta barre longitudinali compresse se l' altezza della zona compressa è superiore all'altezza limite. Al di là di questo limite, la sollecitazione non raggiunge il limite di snervamento dell' armatura tesa e non si può ipotizzare un cedimento.
A fronte delle fessure inclinate, l' armatura di trazione è progettata per una forza maggiore di quella calcolata a partire da M / z.
Questo aspetto viene tenuto in considerazione modificando il diagramma del momento.
Sono determinati i valori minimo (Mmin ≤ 0) e massimo (Mmax ≥ 0) del diagramma del momento e l' armatura corrispondente sul lato di trazione e compressione. L' armatura in trazione viene visualizzata in blu, l' armatura in compressione in rosso, l' armatura di trazione minima richiesta dal codice di progettazione appare in grigio.
Nel caso di barre longitudinali compresse , la distanza tra le staffe non può essere superiore a 15 volte il diametro delle barre principali compresse.

Regole di costruzione considerate nel programma

Le regole di dettaglio sono verificate in base ai codici di progettazione e agli annessi nazionali elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

☞ ***AXISVM invia un messaggio di avviso e non disegna nessun diagramma di armatura nei seguenti casi:***

Messaggio

La sezione trasversale non è accettabile per taglio/torsione

Eventi

Se l'efficienza della sezione trasversale di calcestruzzo è maggiore di 1.

Soluzione

Aumenta la sezione trasversale del calcestruzzo, e/o la qualità del calcestruzzo.

6.5.13. Progettazione antincendio di elementi in cemento armato – Moduli RC8

La progettazione antincendio di pilastri e travi in cemento armato può essere eseguita nel software secondo le linee guida dell'Eurocodice 2 e i codici di progettazione SIA 262 se il modulo RC8-B è disponibile. Il progetto antincendio è basato sul progetto convenzionale, **quindi il modulo RC2 è un prerequisito per l'utilizzo del modulo RC8-B e il modulo RC1 è un prerequisito per l'utilizzo del modulo RC8-S**. In questa descrizione vengono illustrate solo le parti, le regole e le procedure che sono diverse o non utilizzate nel corso della progettazione convenzionale.

La progettazione antincendio di travi e pilastri in cemento armato può essere eseguita in AXISVM se la combinazione di carico selezionata include un caso di carico d'incendio (*4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*) e un effetto incendio è stato assegnato a uno qualsiasi degli elementi s*elezionati* (*4.10.34 Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B, 4.10.35 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S*) in quel caso di carico d'incendio. Se agli elementi selezionati sono stati assegnati effetti di incendio diversi, appare un messaggio di errore e non è possibile eseguire la progettazione antincendio.

La progettazione antincendio deve essere attivata nella finestra di dialogo dei parametri di progettazione (vedi sotto).

Normativa di progetto

Il calcolo può essere eseguito secondo l'Eurocodice 2 e la SIA 262. Per una lista degli allegati nazionali dell'Eurocodice supportati, si veda il capitoli precedente sulla definizione del carico d'incendio (***vedere...*** *4.10.34 Effetto del fuoco su elementi lineari in calcestruzzo - modulo RC8-B, 4.10.35 Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S*).

Analisi delle membrature

La norma EN 1992-1-2 illustra diversi metodi: analisi delle membrature, analisi di una parte della struttura e analisi dell'intera struttura. L'analisi delle membrature è il metodo di verifica più diffuso grazie alla sua semplicità. L'analisi di una parte o dell'intera struttura di solito richiede complessi modelli numerici non lineari e un'analisi statica non lineare.

Principi guida dell'analisi dell'elemento secondo la norma EN1992-1-2:

- Le forze interne dell'elemento di progetto possono essere calcolate con l'analisi statica lineare;
- "Vanno considerati solo gli effetti delle deformazioni termiche risultanti dai gradienti termici attraverso la sezione trasversale. Gli effetti delle espansioni termiche assiali o nel piano possono essere trascurati." (EN1992-1-2, 2.4.2 (4));
- "Le condizioni limite agli appoggi e alle estremità dell'elemento, applicabili al tempo t = 0, vengono assunte per rimanere invariate durante l'esposizione al fuoco." (EN1992-1-2, 2.4.2 (5)).

RC8-B esegue l'analisi degli elementi. Bisogna controllare se la struttura/parte della struttura attuale può essere verificata con l'analisi degli elementi secondo le linee guida del codice di progettazione.

In alcuni casi, l'analisi di una parte della struttura può essere eseguita anche in AXISVM se

- le condizioni di contorno sono impostate attentamente,
- gli effetti del fuoco sono presi in considerazione come carico termico e
- si considerano le linee guida della sezione 2.4.3 della EN1992-1-2.

Base della progettazione antincendio

La base della progettazione antincendio in AXISVM è il metodo di calcolo semplificato della EN 1992-1-2. I metodi prescrittivi combinati con l'analisi delle membrature permettono la progettazione antincendio di elementi strutturali esposti a un incendio standard o parametrico.

Il calcolo semplificato utilizza il cosiddetto metodo dell'isoterma a 500°C, per cui le sezioni di calcestruzzo con temperature superiori a 500°C sono considerate come zone danneggiate e vengono ignorate nel calcolo della resistenza della sezione trasversale. Il nucleo di calcestruzzo sotto i 500°C viene considerato con la sua forza e rigidezza a temperatura normale. La rigidezza e la resistenza dell'acciaio d'armatura sono ridotte in base alla loro temperatura.

6.5.13.1. Progettazione antincendio di colonne e travi in calcestruzzo armato - Modulo RC8-B

Possibili messaggi di errore e di avvertimento

La progettazione antincendio di travi e colonne in cemento armato può essere eseguita in AXISVM se

- la combinazione di carico selezionata include un caso di carico d'incendio e
- un effetto incendio è stato assegnato a uno qualsiasi degli elementi selezionati in quel caso di carico d'incendio.

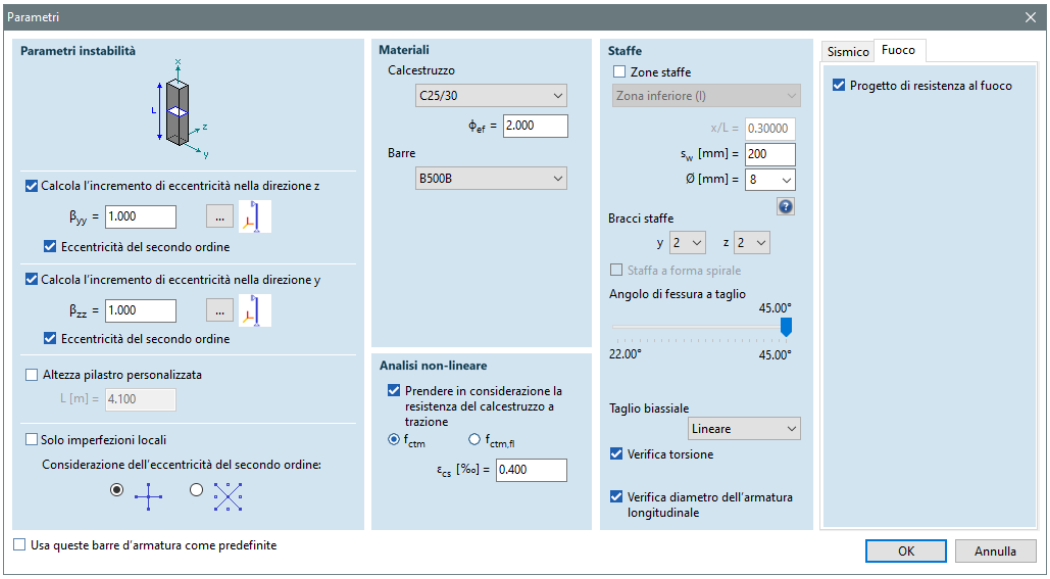
Inoltre, se agli elementi sono stati assegnati effetti d'incendio diversi, la progettazione antincendio non può essere eseguita. Se uno di questi criteri non è soddisfatto, appare un messaggio di errore. Nel caso dei pilastri in cemento armato, il progetto antincendio può essere eseguito per la sezione originale dell' elemento. Questo porta anche a un errore se le combinazioni selezionate (inviluppo o critico) provengono da diverse situazioni di progetto (per esempio accidentale, persistente, sismico) perché i loro fattori parziali sono diversi e la superficie di interazione N-M non può essere generata correttamente.

Nel caso delle travi in cemento armato, ci sono altri casi in cui la progettazione antincendio non può essere eseguita, ad esempio:

- travi a T rovescio: il carico d'incendio non può essere assegnato a questo tipo di sezioni,
- Travi a T: se non è stata selezionata un'esposizione a T tra i parametri di carico del fuoco,
- Travi a T e travi a T rovesciate: se è stato selezionato il progetto per le forze interne Vy-Mz nella finestra dei *Parametri di rinforzo delle travi*.

Se il progetto del fuoco non può essere eseguito, il software cancella le combinazioni accidentali con carico di incendio dalla lista ed esegue il progetto della colonna/trave per le rimanenti combinazioni convenzionali dell'inviluppo o dell'insieme critico.
Come nel caso degli elementi in acciaio e legno, la progettazione antincendio deve essere abilitata nella finestra di dialogo dei parametri di progettazione. Il software invia un avviso se la progettazione antincendio non è abilitata, anche se il carico antincendio è stato assegnato all'elemento.
Ci sono NA che non permettono l'uso dell'Allegato D della EN 1992-1-2. Il controllo della progettazione a taglio e torsione non è disponibile per questi allegati nazionali perché la progettazione a taglio e torsione è basata sulle indicazioni e linee guida di questo allegato. Il software visualizza un messaggio di avvertimento in questo caso. È importante sapere che ciò non significa che l'effetto del taglio e della torsione sia trascurabile.

Pilastri in cemento armato



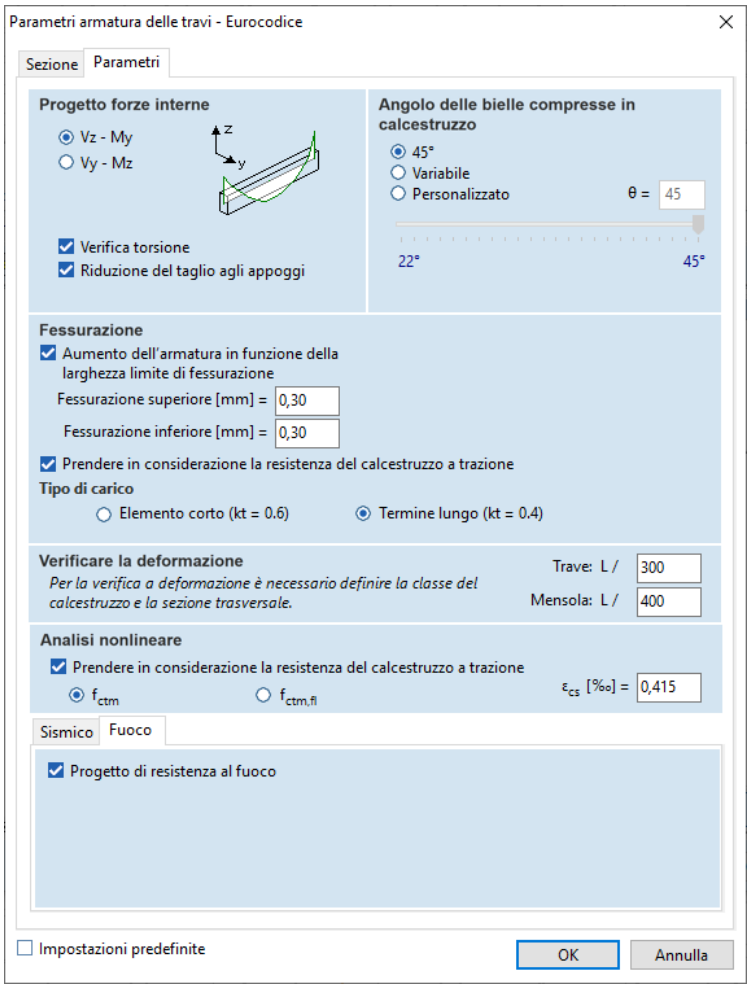
Verifica a flessione con o senza forza assiale

- Le raccomandazioni e le linee guida dell'allegato B della EN 1992-1-2 sono prese in considerazione nel calcolo della superficie di interazione Nx-My-Mz.
- Le eccentricità accidentali sono calcolate come descritto nella EN 1992-1-1 e nella SIA 262, tuttavia, con una resistenza e una rigidezza di sezione ridotta dovuta agli strati esterni di calcestruzzo danneggiati e al cambiamento delle proprietà del calcestruzzo e dell'acciaio a temperature elevate.

Verifica a taglio e torsione

- La verifica a taglio e torsione a temperatura elevata è basata sull'allegato D della norma EN 1992-1-2
- Viene considerata l'elevata temperatura delle staffe.
- Viene trascurata La resistenza al taglio e alla torsione senza armatura (EN 1992-1-1: $V_{Rd,c}$ = 0 e $T_{Rd,c}$ = 0; SIA262: V_{Rd} = 0 e T_{Rd} = 0).

Travi in cemento armato



Verifica a flessione

- Le raccomandazioni e le linee guida dell'allegato B della EN 1992-1-2 sono prese in considerazione durante la verifica o la progettazione dell'armatura longitudinale.
- Il progetto si basa sulle equazioni di equilibrio presentate nelle sezioni precedenti. Queste equazioni sono formulate con un'area trasversale ridotta. Il calcestruzzo danneggiato con temperatura superiore a 500°C viene trascurato nel calcolo. La forza modificata di ogni armatura è presa in considerazione in base alla temperatura dell'armatura.

Verifica a taglio e torsione

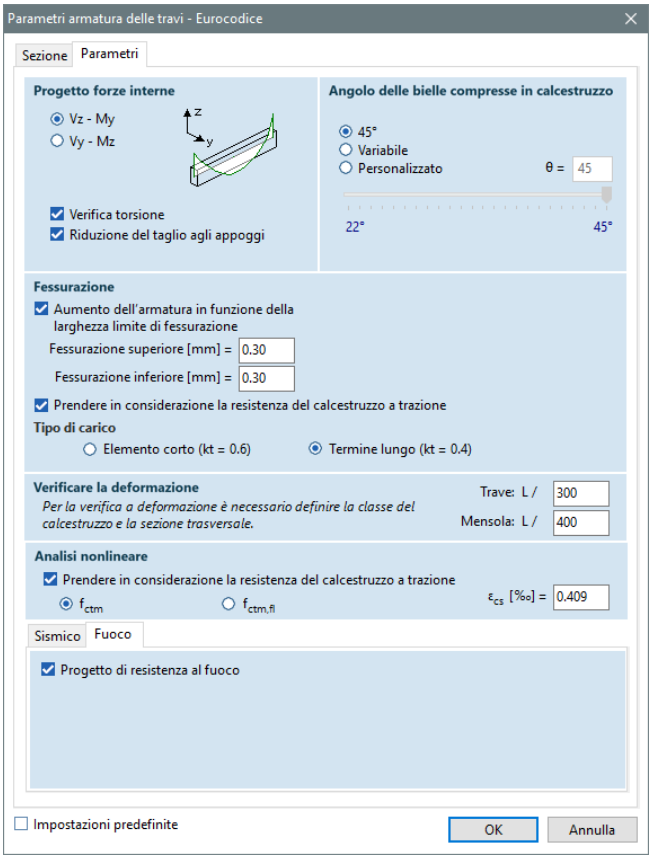
- La verifica a taglio e torsione a temperatura elevata è basata sull'allegato D della norma EN 1992-1-2.
- Viene considerata l'elevata temperatura delle staffe.
- Viene trascurata La resistenza al taglio e alla torsione senza armatura (EN 1992-1-1: $V_{Rd,c}$ = 0 e $T_{Rd,c}$ = 0; SIA262: V_{Rd} = 0 e T_{Rd} = 0).

6.5.13.2. **Progettazione antincendio di superfici in calcestruzzo armato - Modulo RC8-S**

Possibili messaggi di errore e di avvertimento

Il progetto antincendio deve essere attivato tra i parametri di progetto in modo analogo ai pilastri e alle travi. Il software invia un messaggio di avvertimento se il progetto antincendio non è attivato o se più casi di carico antincendio sono inclusi nella combinazione e più carichi antincendio sono stati assegnati all'elemento.

Parametri dell'armatura di superficie



L'armatura necessaria può essere calcolata per le superfici in calcestruzzo armato con il modulo RC8-S in situazioni di progettazione antincendio. L'analisi tiene conto della riduzione della sezione trasversale dovuta allo spalling e della resistenza ridotta di ciascuna armatura in base alla temperatura dell'acciaio. Nel modulo sono implementati metodi semplificati secondo l'Allegato B della norma EN 1992-1-2. Nell'analisi sforzo-deformazione (*6.5.17 Analisi sforzo-deformazione di strutture in C.A. - modulo RC6*) e nella verifica dell'armatura effettiva (*6.5.3 Verifica dell'armatura effettiva delle superfici in calcestruzzo*) il software considera le regole di progettazione antincendio insieme al degrado della rigidezza e della resistenza dell'armatura in acciaio e allo spalling del calcestruzzo danneggiato, analogamente al calcolo dell'armatura necessaria.
Nei seguenti casi, il software non tiene conto delle regole di progettazione antincendio nei calcoli:

- Il software non calcola l'ampiezza delle fessure considerando le condizioni di incendio e non considera le regole di progettazione antincendio per il calcolo della resistenza al taglio e dell'armatura a taglio.
- L'analisi statica non lineare delle superfici in cemento armato non tiene conto dell'effetto dell'incendio.
- L'analisi di punzonamento e la progettazione dei nuclei e delle pareti rinforzate sono sempre eseguite secondo le regole della progettazione a temperatura normale e non considerano le regole di progettazione antincendio e l'effetto del fuoco.

6.5.14. Analisi di punzonamento – modulo RC3

Normative

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è possibile eseguire l'analisi di punzonamento sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Sono incluse le seguenti verifiche di progettazione:

- - colonna e solaio in cemento armato (comprese i solai di base),
- - estremità/angolo della parete e solaio in cemento armato (comprese i solai di base).

Come caso particolare, il programma può analizzare la situazione in cui una o due travi sono collegate al pilastro. Si consiglia di utilizzare l'analisi dell'estremità/angolo della parete, poiché questo metodo può tenere conto delle linee di contorno delle nervature quando si trova il perimetro di controllo. Trascurare le nervature ed eseguire una semplice analisi di punzonamento della colonna non è soddisfacente e può portare a una sottostima della progettazione. Le nervature in cemento armato devono essere controllate separatamente per il taglio.



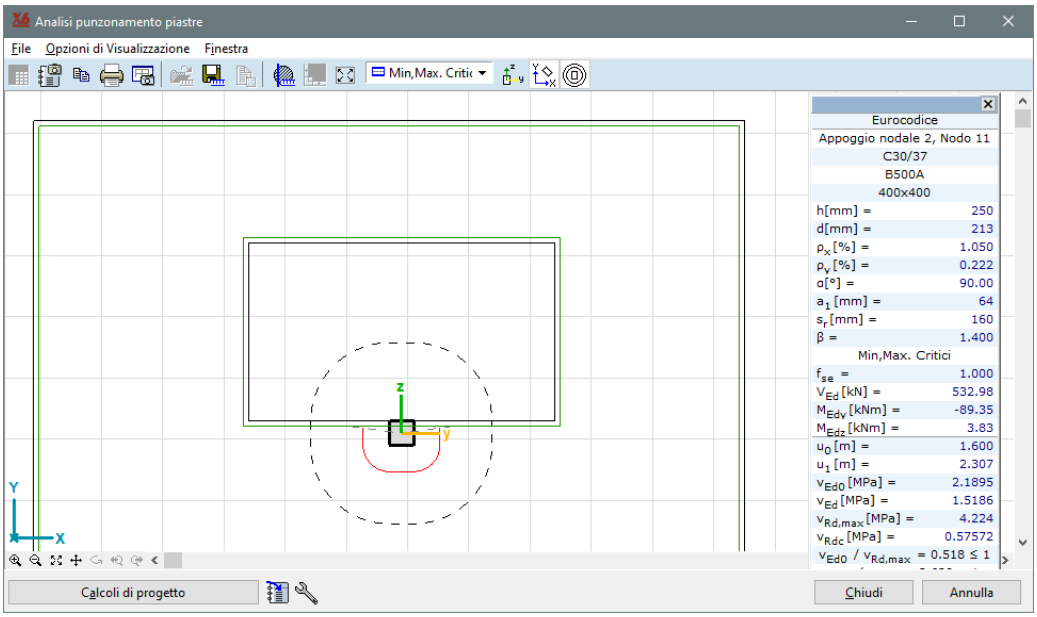
Se una parete e/o una trave è collegata a una colonna (o più pareti o travi si incontrano formando un angolo), e questi elementi possono essere presi in considerazione, si raccomanda di utilizzare l'analisi dell'estremità della parete/angolo.
Vedere... *6.5.14.1.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo l'Eurocodice* o *6.5.14.2.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo SIA 262*
Per analizzare il punzonamento di un'estremità o di un angolo della parete, selezionare il nodo. Per analizzare il punzonamento dei pilastri, selezionare il pilastro. Se non vengono selezionati elementi aggiuntivi, verranno analizzati tutti i domini di collegamento. È possibile restringere il campo di analisi selezionando elementi aggiuntivi (domini, pareti o nervature). Verranno presi in considerazione solo gli elementi selezionati.
Vengono incorporati il controllo della resistenza dei montanti di compressione e il calcolo del rinforzo del taglio richiesto.
Questa funzione è disponibile per i seguenti tipi di dominio (***vedere...*** *4.9.6 Dominio*):

- domini normali,
- domini nervati compositi,
- domini con nervature parametriche,
- domini con matrice di rigidezza personalizzata,
- solette AIRDECK,
- lastre composite con lamiera grecata (se l'opzione Lamiera grecata usata solo come cassaforma è selezionata).

☞ ***L'analisi del punzonamento non tiene conto delle regole di progettazione antincendio, delle temperature elevate nella sezione trasversale, dello spalling del calcestruzzo e del degrado della rigidezza e della resistenza.***

Bordi di aperture e di solette

Il modulo RC3 riconosce automaticamente i domini che si trovano più vicini di 6d dall'estremità della colonna/parete selezionata. Quando si trova il perimetro di punzonatura è importante decidere se un'apertura deve essere considerata come un'apertura o se le sue dimensioni rendono necessario trattarla come un bordo della soletta. I bordi di aperture superiori a 2 m^2 ul bordo della soletta e i bordi di aperture interne superiori a 5 m^2 sono considerati come bordo della soletta.
Se più domini sono collegati alla colonna o più domini di collegamento sono selezionati, verrà analizzato quello con lo spessore minore. Se c'è solo un dominio selezionato, quello sarà scelto per l'analisi di punzonamento.



Rapporto di armatura e direzioni di armatura

I rapporti di armatura (ρ_x, ρ_y) possono essere ricavati dall'armatura effettiva o calcolata o impostando un rapporto personalizzato e specificandolo manualmente.
Il software mostra un messaggio di avvertimento se ci sono più domini con sistemi locali diversi o direzioni di armatura diverse entro 6d di distanza dall'estremità/angolo della colonna o del muro invetigato. I sistemi locali e le direzioni di armatura differenti sono problematici per il calcolo dei rapporti di armatura e delle sollecitazioni della membrana. In caso di direzioni di armatura diverse, i rapporti di armatura devono essere forniti dall'utente come valori personalizzati.

6.5.14.1. **Analisi di punzonamento secondo l'Eurocodice**

6.5.14.1.1 **Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice**

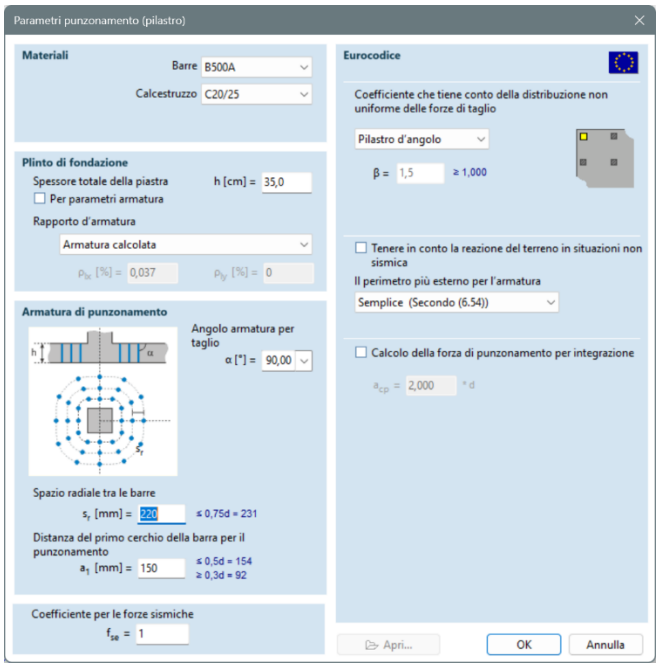


Il perimetro di controllo per il punzonamento si ricava dalla sezione trasversale della colonna e dallo spessore efficace della piastra. I bordi e i fori della piastra sono considerati se sono più vicini alla colonna di sei volte lo spessore efficace della piastra.
Se la sezione trasversale di colonna è concava è utilizzata una sezione convessa.

Parametri punzonamento

Alla fine di eseguire quest'analisi i parametri dell'armatura e l'armatura effettiva deve essere definita per la piastra di cemento armato.

Dopo avere fatto clic sul pulsante per l'analisi di punzonamento, scegliere una colonna o un supporto. La rigidezza per l'analisi è calcolata dai parametri della colonna (se un elemento di nervatura è collegato alla colonna all'interno del piano della piastra, l'analisi non può essere eseguita). Devono essere definiti i seguenti parametri:



Materiali

Calcestruzzo, Barre d'acciaio

Parametri di calcolo per il calcestruzzo e l'acciaio per le armature. Questi parametri sono ricavati dal modello effettivo per default e possono essere cambiati qui.

Lastra

Spessore totale della piastra (h)

Lo spessore della piastra è assunto dal modello effettivo per default e può essere modificato, se il parametro delle armature non è attivo.
Nella finestra delle informazioni lo spessore minimo principale del ringrosso a fungo viene indicato come H1. La testa minima del fungo senza armatura di rinforzo viene indicata come H2.

Rapporto di armatura

ρ_{ly} e ρ_{lz} si riferiscono alla tensione dell'acciaio nelle rispettive direzioni y e z . I valori ρ_{ly} e ρ_{lz} devono essere calcolati come valori medi tenendo conto di una larghezza della soletta pari alla larghezza della colonna più 3d per lato. (EN 1992-1-1 6.4.4 (1))
È possibile selezionare l'armatura applicata o calcolata, oppure inserire un valore personalizzato.

Armatura di Punzonamento

Angolo delle armature di rinforzo

L'angolo tra la piastra e le barre di armatura al taglio (45°-90°).

Spaziatura radiale barre di armatura

La spaziatura radiale delle barre di armatura è la differenza fra i raggi di due cechi vicini di barre.
Il pulsante **OK** non è disponibile fino a quando non viene soddisfatto il criterio di progettazione di base: $s_r \leq 0.75 \cdot d$. (sezione 9.4.3. (1))

Distanza del primo cerchio della barra per il punzonamento

Distanza del primo cerchio di barre di armatura per punzonamento dal bordo convesso della colonna

Coefficiente di forza sismica

È possibile vedere il coefficiente delle forze sismiche al paragrafo *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*

Coefficiente che tiene conto della distribuzione non uniforme delle forze di taglio (fattore β)

Calcolato (6.4.3. (3) (6.39))	$1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$	
Valore approssimato della posizione della colonna (6.4.3. (6))*	Colonna interna	1,15
	Colonna di bordo	1,4
	Colonna di angolo	1,5
Definito	Usa il valore introdotto	

*Per le strutture dove la stabilità laterale non dipende dalle azioni della struttura tra le lastre e le colonne e dove le estensioni adiacenti non sono diverse in lunghezza di più del 25%.

Tenere in conto la reazioni del terreno

Se questa opzione è attiva sono considerate le reazioni del terreno nel calcolo delle forze di punzonamento. Questo effetto aumenta con il raggio e può ridurre la dimensione dell'area di armatura necessaria. I valori dei cerchi di armatura sono elencati nella finestra di presentazione dei risultati. Il programma verifica la resistenza a taglio di punzonamento secondo la norma EN 1992-1-1 6.4.4. (2) lungo i perimetri di controllo entro 2d di distanza dal bordo della colonna.

Perimetro più esterno per l'armatura

Il perimetro u_{out} n corrispondenza del quale non è richiesta l'armatura a taglio può essere determinato secondo la formula (6.54) della EN 1992-1-1 6.4.5 (4) oppure può essere calcolato con due metodi aggiuntivi:

Per sommatoria di sollecitazioni degli elementi finiti
La forza di punzonamento per u_{out} è calcolata mediante la sommatoria delle sollecitazioni di taglio lungo il perimetro.

Riduzione della forza di taglio grazie al peso proprio della soletta
Riduzione della forza di punzonamento dell'appoggio grazie al peso proprio della lastra all'interno del perimetro di controllo.

☞ ***I metodi sopra descritti sono raccomandati per situazioni con una geometria speciale (aperture della soletta e bordi della piastra), in cui la lunghezza dei perimetri di controllo non aumenta significativamente con la distanza dal supporto. In questo caso u_{out} non può essere determinato con la (6.54) perché fornirebbe risultati non realistici.***

Calcolo della forza di punzonamento

Per default la forza di punzonamento viene calcolata dalla differenza delle forze assiali delle colonne collegate.
Selezionare *Calcolo della forza di punzonamento per integrazione* per trovare la forza di punzonamento integrando le forze di taglio della soletta. La linea di integrazione è a *2d* dal contorno convesso della colonna per impostazione predefinita. Questo valore può essere impostato dall'utente.

☞ ***Nel caso di platee di fondazione, la forza di punzonamento è integrata a 0,5d di distanza dal contorno convesso della colonna (VEd,0). Questo valore viene utilizzato per verificare la resistenza dei puntoni di compressione del calcestruzzo (rispetto al valore di progetto della massima resistenza al taglio di punzonamento).***

Caricamento...

Carica i parametri salvati per il punzonamento

Dopo avere immesso tutti i parametri di controllo appaiono i perimetri ed è visualizzato il n. di barre per il punzonamento nella finestra di informazioni.

AXISVM calcola le parti efficaci del perimetro sul controllo dei bordi e dei fori. Le linee continue mostrano che è necessaria armatura. AXISVM mostra la quantità richiesta di armatura per ogni linea. La finestra di informazioni mostra la quantità di armatura critica per punzonamento.
Calcolando la lunghezza del perimetro critico è assunto che lo spazio tra le armature sul perimetro non sia superiore a 2d ma la realizzazione di questo requisito non è controllata. Se questo requisito non è soddisfatto, l'utente dovrebbe scegliere un diametro più piccolo o aggiungere un numero maggiore di barre.

Processo di calcolo

L'armatura di punzonamento richiesto è calcolata secondo i seguenti principi:
il collegamento colonna-piastra è sufficiente se la tensione di taglio è minore o uguale al valore massimo di progetto della resistenza al taglio per punzonamento lungo la sezione di controllo ed al valore di progetto della resistenza al taglio per punzonamento della piastra con armatura di rinforzo:

$$v_{Ed} \le v_{Rd,\max} \qquad \text{e} \qquad v_{Ed} \le v_{Rd,cs}$$

v_{Ed} valore di progetto della tensione di taglio.

$v_{Rd,max}$ valore massimo della resistenza di progetto al taglio per punzonamento lungo la sezione di controllo

$v_{Rd,cs}$ valore di progetto della resistenza al taglio per punzonamento della piastra con armatura di rinforzo al taglio

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d},$$

dove u_i è la lunghezza del perimetro di controllo, d è lo spessore efficace medio della piastra.
β un fattore che esprime la tensione aggiuntiva a causa di forze eccentriche:

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_i}{W_1}$$

L'Eurocodice assume che la sezione critica sia ad una distanza di 2d dal bordo della sezione trasversale. La lunghezza del perimetro critico e del momento statico è calcolata considerando i bordi e i fori della piastra della geometria effettiva.

Il valore di progetto di resistenza al punzonamento del collegamento senza armatura di rinforzo è:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \ge (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp})$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_x \rho_y} \quad (\rho_1 = \sqrt{\rho_\xi \rho_\eta} \text{ in caso di armature obliqua})$$

Se $v_{Ed} > v_{Rd,c}$, allora l'armatura di punzonamento è determinata secondo il perimetro critico.

$$v_{Rd,cs} = 0.75 \cdot v_{Rd,c} + 1.5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot \frac{A_{sw} f_{ywd,ef}}{u_1 d} \sin\alpha \le k_{max} \cdot v_{Rd,c};$$
$$v_{Ed} \le v_{Rd,cs}$$

If $v_{Ed} > k_{max} \cdot v_{Rd,c}$, la giunzione del pilastro non è verificata a punzonamento
Il programma determina la distanza del perimetro più esterno dell'armatura a taglio dal bordo dell'appoggio.

Combinazione critica o caso di carico

Se il valore di progetto della resistenza massima al taglio per punzonamento lungo il perimetro di controllo non è sufficiente ($v_{Ed} > v_{Rd,max}$), il caso critico è quello dato dal massimo $v_{Ed} / v_{Rd,max}$. Altrimenti, se l'armatura a taglio punzonamento non è richiesta ($v_{Ed} \le v_{Rd,c}$), il caso critico è il caso di

$v_{Ed}/v_{Rd,c}$ massimo. Se l'armatura a taglio punzonamento non può essere verificata ($v_{Ed} > v_{Rd,cs}$), allora il caso critico è il caso di $v_{Ed}/v_{Rd,cs}$ massimo. Altrimenti, il caso critico è il caso di massima armatura a taglio (A_{sw}). La finestra informativa mostra la componente critica del risultato in **grassetto.**

Inizialmente sono calcolati i risultati per il perimetro critico (vengono mostrati nella finestra *Risultati di analisi di punzonamento*). Quindi la quantità necessaria di armatura è determinata per cerchi di armatura definiti nella finestra dei parametri. Il perimetro critico è rosso, i cerchi di armatura sono neri. La linea tratteggiata mostra il perimetro dove la distanza dalla colonna è sei volte lo spessore efficace della soletta.
Una linea blu sottile mostra il perimetro dove non è necessaria armatura di punzonamento. Questo è anche il profilo della testa di fungo con spessore $h_{min,2}$ e senza necessità di armatura di punzonamento.
Una linea blu spessa mostra il perimetro dove la forza di punzonamento critica supera la resistenza a compressione del calcestruzzo cosicché la soletta con lo spessore originale non può essere correttamente rinforzata. Questo è il profilo della testa di fungo che può essere progettata con lo spessore $h_{min,1}$ e con armatura per il punzonamento.
La capacità di punzonamento può essere aumentata incrementando lo spessore della soletta, utilizzando una resistenza migliore del calcestruzzo o colonne con area di sezione trasversale più grande.

Barra Icone


Salva il disegno nella Libreria di Immagini.


Carica i parametri di punzonamento salvati.

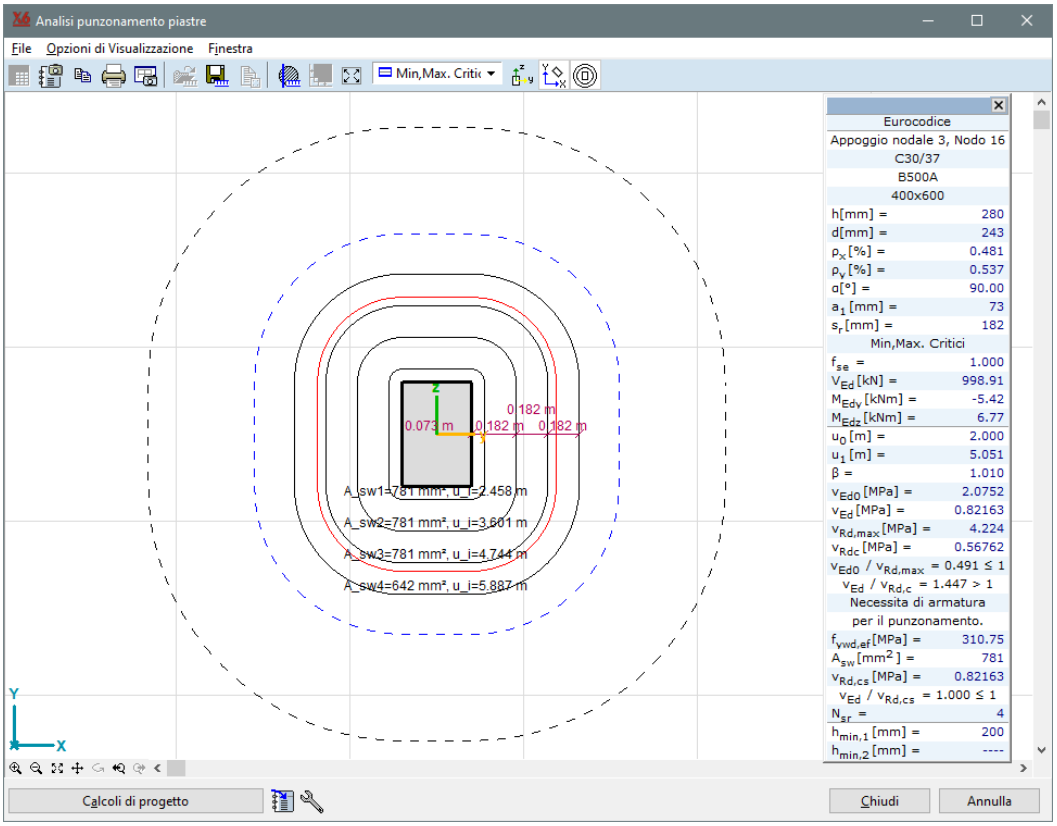

Salva i parametri di punzonamento correnti con un nome.


Finestra per introduzione parametri.


Aumenta il limite della piastra in modo che l'intera sezione della colonna sia all'interno del limite.

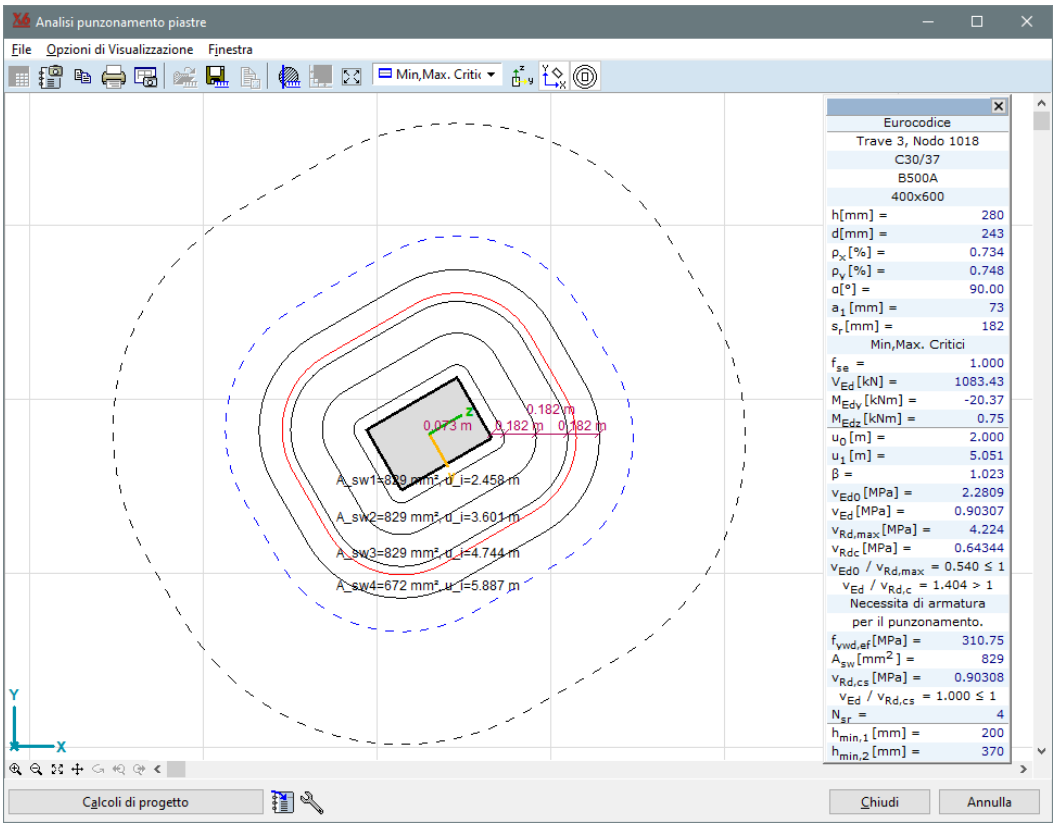

Adatta il diagramma alla finestra.


Sono utilizzate le coordinate locali della colonna.





Sono utilizzate le coordinate globali.





Accende e spegne la visualizzazione dei cerchi di armatura.



Per seguire calcoli di progettazione in dettaglio cliccare sul pulsante Disegno calcoli. Vedi anche *6.5 Progetto C.A.* e *6.6.1.3 Diagrammi e calcoli di progetto*



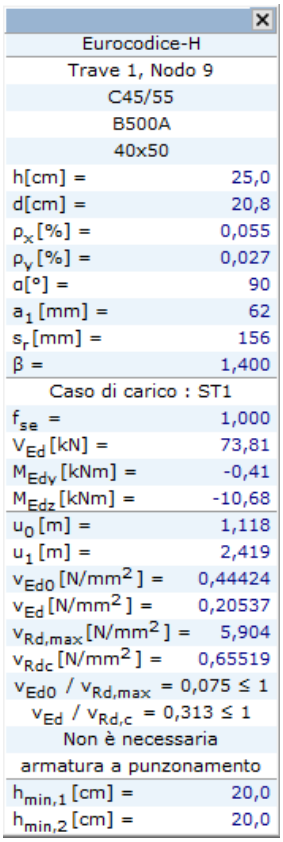
Cliccando su questa icona veine aggiunto il calcolo della progettazione per la relazione corrente.



Cliccando sull'icona *Impostazioni* accanto al pulsante *Calcoli di progettazione* consente di impostare le unità di misura per la forza e la lunghezza usata nei calcoli di progettazione.

Finestra informativa

Vengono mostrati i seguenti parametri secondo il codice di progettazione scelto, l'identificativo ed il materiale dell'elemento



h spessore della piastra

d spessore della piastra efficace

ρ_x, ρ_y indice di rinforzo longitudinale in direzione x e y

α angolo tra la piastra e l'armatura di rinforzo

a_1 distanza del primo perimetro d'armatura a taglio dal bordo convesso della colonna

s_r distanza tra i perimetri dell'armatura a taglio

f_{se} il fattore scala solo le forze interne dal carico sismico

v_{Ed} tensione di taglio lungo il perimetro u_1

V_{Ed} valore di progetto della forza di punzonamento

$V_{Ed,0}$ valore di progetto della forza di punzonamento integrata a 0,5d di distanza dal contorno convesso della colonna (solo per le platee di fondazione)

M_{Edy}, M_{Edz} valore di progetto del momento

u_0 perimetro di controllo della colonna

u_1 perimetro critico di controllo a *2d*

$ß^*$ calcolato il fattore di eccentricità

v_{Ed0} tensione di taglio lungo il perimetro u_0

v_{Ed} tensione di taglio lungo il perimetro u_1

$v_{Rd,max}$ il valore di progetto della massima resistenza a punzonamento

$v_{Rd,c}$ il valore di progetto della resistenza a taglio del punzonamento del solaio senza rinforzo a taglio e punzonamento

$v_{Ed0}/v_{Rd,max}$ efficienza sul perimetro u0

$v_{Ed}/v_{Rd,c}$ efficienza (trazione nel calcestruzzo)

$f_{ywd,ef}$ tensione nell'armatura di punzonamento

A_{sw} area armatura per il punzonamento sul perimetro critico di controllo

$v_{Rd,cs}$ il valore di progetto della resistenza a punzonamento e taglio del solaio con rinforzo a taglio e punzonamento

$v_{Ed}/v_{Rd,cs}$ utilizzazione della piastra con armatura di punzonamento

N_{sr} numero di cerchi di armatura di rinforzo

$h_{min,1}$ spessore minimo richiesto della piastra con armatura di rinforzo

$h_{min,2}$ spessore minimo richiesto della piastra senza armatura di rinforzo

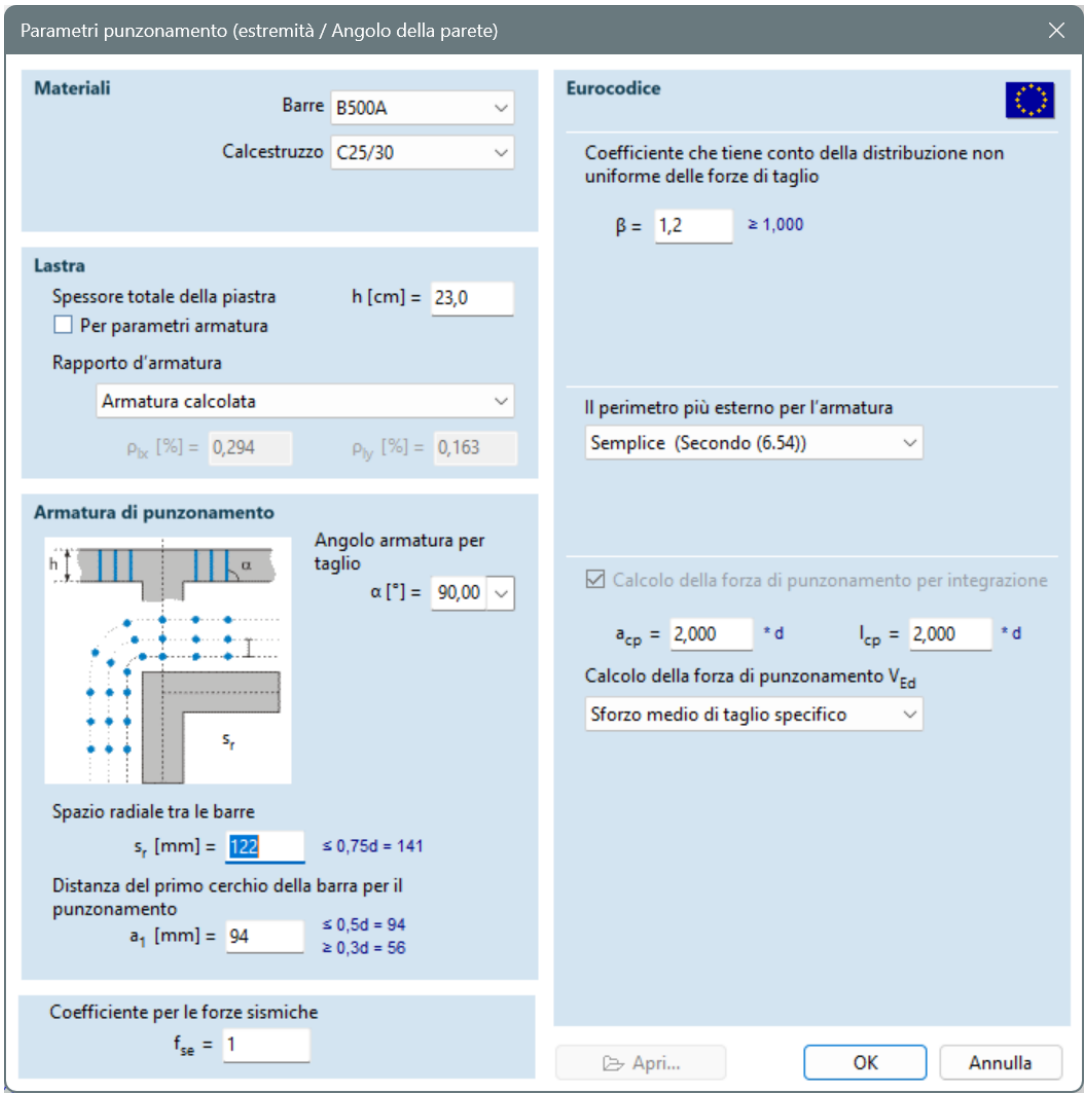
6.5.14.1.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo l'Eurocodice

L'analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti può essere eseguita utilizzando il modulo RC3 incluso il calcolo del rinforzo richiesto, se necessario. Il programma genera i perimetri di controllo del punzonamento in base alla posizione relativa delle pareti. I bordi e i fori della piastra vengono presi in considerazione se sono più vicini di sei volte allo spessore effettivo della piastra.

Dopo aver fatto clic sul pulsante dello strumento mostrato sopra, è necessario selezionare un nodo che identifica la fine del muro o l'angolo del muro. Il programma identifica automaticamente le pareti che si connettono al nodo. I muri possono essere rappresentati da domini verticali o appoggi lineari con sezione (con rigidezze calcolate dai parametri del muro). ***Vedere...*** *4.9.13 Appoggio lineari*
Il programma è in grado di identificare entrambi gli elementi.

I parametri di punzonamento possono essere definiti nella seguente finestra:

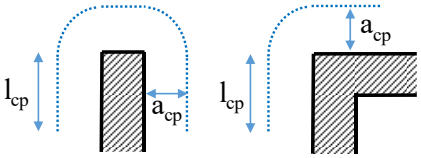
Parametri di punzonamento



La maggior parte dei parametri può essere impostata nella finestra di dialogo che è già stata presentata nelle sezioni precedenti (***vedere..*** *6.5.14.1.1. Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice*).

La forza di punzonamento viene generalmente calcolata in base a uno dei seguenti modi in caso di estremità e angoli della parete:

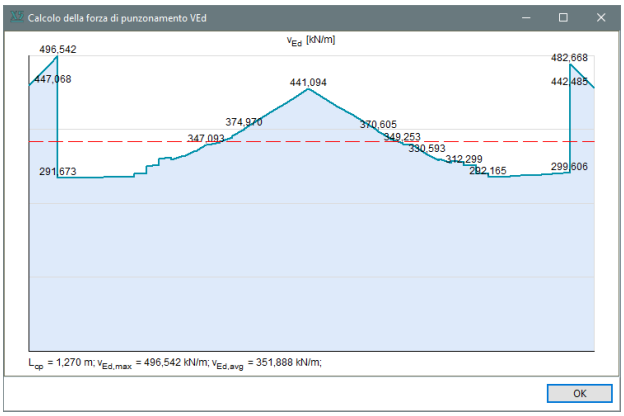
- mediante integrazione della forza di reazione lungo le pareti;
- mediante l'integrazione delle forze di taglio lungo un segmento attorno all'estremità/angolo della parete.



Il secondo metodo è implementato nel programma. I parametri a_{cp} e l_{cp} (usati per generare una linea di sezione) possono essere specificati dall'utente. La forza di punzonamento viene calcolata dalle forze di taglio lungo la linea nel seguente modo presentato di seguito.
I parametri a_{cp} e l_{cp} possono essere dati in termini di d (profondità effettiva) nella finestra dei Parametri di punzonamento. Nel caso di a_{cp}=2 e l_{cp}=2, a posizione della linea di integrazione sarà a 2d di distanza dal bordo del muro e le estremità della linea di integrazione saranno anche a 2d di distanza dall'estremità/angolo del muro.

☞ ***Nel caso delle platee di fondazione, la forza di punzonamento è integrata a 0,5d di distanza dal contorno dell'estremità/angolo della parete (VEd,0). Questo valore viene utilizzato per verificare la resistenza del puntone compresso in calcestruzzo (rispetto al valore di progetto della massima resistenza al taglio di punzonamento).***

La distribuzione delle forze di taglio lungo la linea di integrazione viene visualizzata facendo clic sul pulsante di questo strumento:



☞ ***Va notato che la linea data dai parametri a_{cp} e l_{cp} è uno strumento usato per calcolare la forza di punzonamento e non è considerata come perimetro di punzonamento. Il perimetro di punzonamento è definito in base alla normativa di progettazione (vedere…*** *6.5.14.1.1 Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice* e *6.5.14.2.1 Analisi di punzonamento delle colonne secondo SIA 262****).***

Calcolo della forza di punzonamento VEd

Calcolato dalla forza di taglio massima:

$$V_{Ed} = v_{Ed,max} \cdot L$$

dove

- $v_{Ed,max}$ è il valore massimo della forza di taglio lungo la linea di integrazione;
- L è la lunghezza della linea di integrazione.

Calcolato dalla forza di taglio media:

$$V_{Ed} = \beta \cdot v_{Ed,avg} \cdot L$$

dove

- β è un coefficiente che tiene conto dell'effetto del momento flettente;
- $v_{Ed,avg}$ è il valore medio della forza di taglio lungo la linea di integrazione;

v_{Ed} è calcolato nel modo seguente:

$$v_{Ed} = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$$

Reazione del terreno

Nel caso dell'analisi di punzonamento dell'estremità/angolo del muro, la forza di reazione del terreno viene ignorata poiché i perimetri di punzonamento non sono poligoni chiusi e la forza di punzonamento è tipicamente integrata a *2d* dal contorno del muro, quindi la maggior parte dell'interazione del terreno è già trascurata.

Interfaccia grafica e risultati

L'interfaccia grafica ei pulsanti sono descritti e presentati in dettaglio nella sezione precedente (vedere… 6.5.14.1.1 Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice). I risultati del progetto sono elencati in una finestra informativa e visualizzati graficamente nella finestra Analisi punzonamento piastra. Se è necessario il rinforzo al punzonamento, i rinforzi calcolati vengono scritti sui perimetri di punzonamento. Dopo aver fatto clic sul pulsante Calcoli di progetto, viene visualizzato una relazione di dettagli del calcolo. I calcoli di progettazione e disegni possono essere salvati nella documentazione.

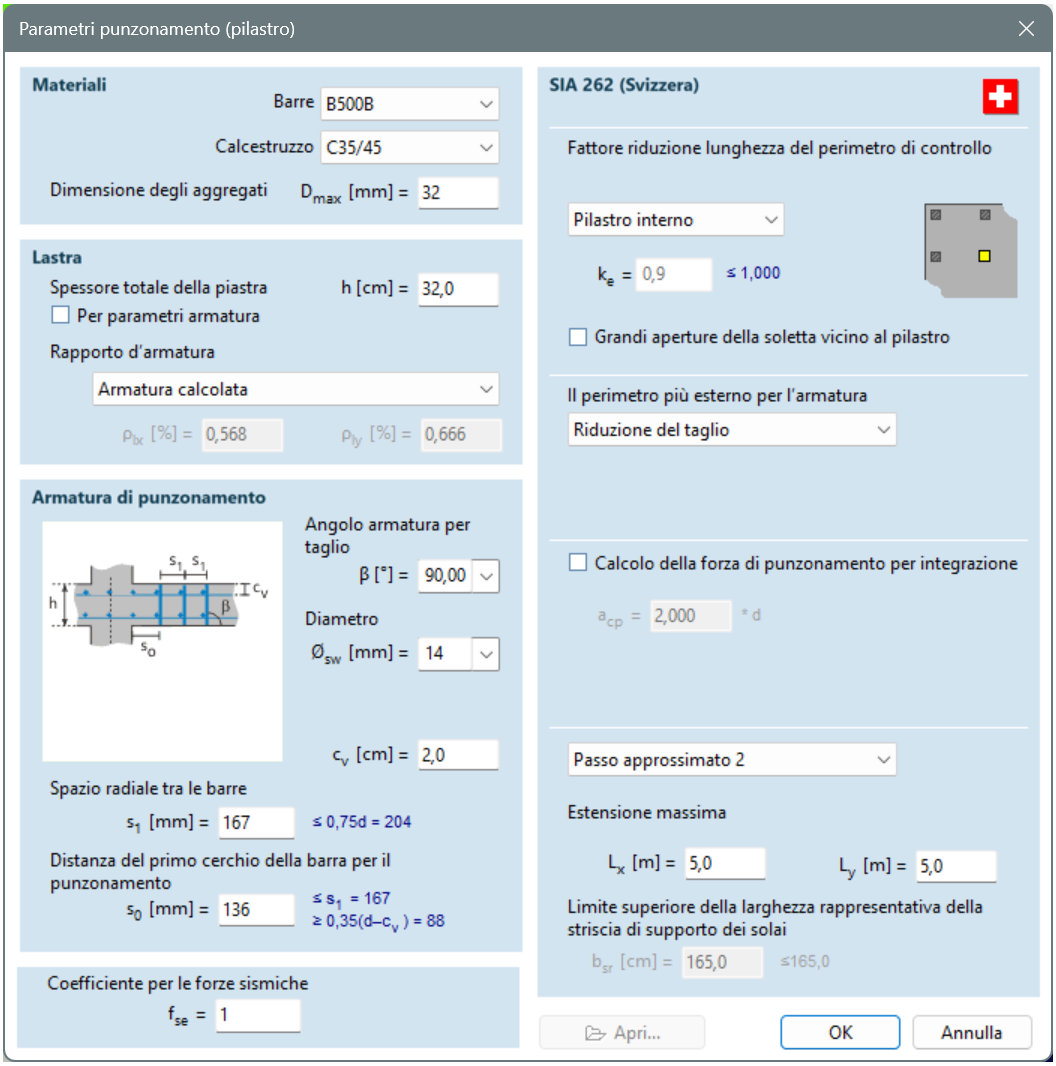
6.5.14.2. **Analisi di punzonamento secondo SIA 262**

6.5.14.2.1 **Analisi di punzonamento delle colonne secondo SIA 262**



L'analisi di punzonamento è abilitata se i parametri di rinforzo e il rinforzo effettivo sono definiti e assegnati al solaio di cemento armato.
Dopo aver fatto clic sul pulsante dello strumento, selezionare una colonna o un appoggio con rigidezze calcolate dai parametri della colonna per l'analisi.
Alcuni dettagli del processo di progettazione sono discussi nella sezione *6.5.14.1.1 Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice* e non ripetute qui.

I parametri relativi alla verifica del progetto di punzonamento possono essere specificati nella finestra seguente in modo simile al progetto conforme all'Eurocodice.



Materiali

Classe di calcestruzzo, acciaio per le barre d'armatura — Classe di calcestruzzo e acciaio utilizzato nel calcolo. Innanzitutto, questi parametri vengono selezionati automaticamente in base alle impostazioni del modello, ma possono essere modificati nella finestra.

Dimensione dell'aggregato — Dimensione massima della grana dell'aggregato (D_{max}) er il coefficiente k_g nell'espressione (37).

Lastra

Spessore della piastra (h) — Lo spessore della piastra viene selezionato automaticamente ma può essere modificato in questa finestra se l'opzione *Per parametro di rinforzo* è disattivato.

Rapporto di armatura — ρ_{ly} e ρ_{lz} si riferiscono all'acciaio di trazione legato rispettivamente nelle direzioni y e z. La resistenza a flessione della soletta (m_{Rd}) è determinata dal rapporto di armatura.

Armatura di punzonamento

Approssimazione del passo — Il livello di approssimazione può essere selezionato in base a *SIA 262 (sezione 4.3.6.4.2*). I passi di approssimazione 1 e 2 possono essere selezionati.

β — Angolo tra la piastra e le barre di rinforzo (45°-90°).

Φ_{sw} — Diametro delle barre di rinforzo per punzonamento.

c_v — Copriferro del rinforzo a punzonamento sul lato di compressione.

Passo dell'armatura radiale s_1 — I passo dell'armatura radiale è la differenza tra i raggi di due perimetri vicini del rinforzo a taglio.

Distanza del primo perimetro di armatura a taglio s_0 — Distanza del primo perimetro di punzonamento del rinforzo a taglio dal bordo convesso della colonna.

Fattore di riduzione della lunghezza del perimetro di controllo k_e — Si può scegliere che il programma tenga conto del fattore k_e con il valore calcolato secondo la formula (56) del paragrafo 4.3.6.2.4 oppure, a seconda della posizione della colonna, con il valore approssimativo secondo il paragrafo 4.3.6.2.5.

Perimetro più esterno per l'armatura — Il perimetro esterno u_{out} nel quale non è richiesta l'armatura a taglio può essere determinato in base alla formula (57) in 4.3.6.3.1 riorganizzando la formula: $u_{out} = \frac{V_d}{k_r \tau_{cd} d_v}$, oppure può essere calcolato con due metodi aggiuntivi:

Per sommatoria di sollecitazioni degli elementi finiti
La forza di punzonamento per u_{out} è calcolata mediante la sommatoria delle sollecitazioni di taglio lungo il perimetro.

Riduzione della forza di taglio grazie al peso proprio della soletta
Riduzione della forza di punzonamento dell'appoggio grazie al peso proprio della lastra all'interno del perimetro di controllo.

☞ ***Gli ultimi due metodi sono raccomandati per situazioni con una geometria speciale (aperture della soletta e bordi della piastra), in cui la lunghezza dei perimetri di controllo non aumenta significativamente con la distanza dal supporto. In questo caso u_{out} non può essere determinato con la (57) perché fornirebbe risultati non realistici.***

l_x, l_y — campata nelle direzioni x-, y (sezioni 4.3.6.4.2 e 4.3.6.4.4)

b_{sr} — Valore limite per la larghezza delle fasce di colonna (per colonne di bordo o d'angolo) per la determinazione delle resistenze a flessione.

Posizione della colonna — Il fattore di riduzione k_e può essere specificato in base alla sezione 4.3.6.2.4 di SIA 262: 2013. Se è selezionata l'opzione Automatica, $k_e$viene calcolata nel modo seguente:

$$k_e = \frac{1}{1 + \frac{e}{b}}$$

Calcolo della forza di punzonamento

La forza di punzonamento può essere calcolata dalla differenza delle forze assiali delle colonne collegate o dall'integrazione delle forze di taglio della lastra (***vedere...*** *6.5.14.1 Analisi di punzonamemto di colonne secondo l'Eurocodice*).

Principi di progettazione

Il programma determina il perimetro di punzonamento a una distanza di $0{,}5d_v$ (sezione 4.3.6.2.2) dal bordo convesso della colonna dove è necessario verificare la resistenza di punzonamento. La resistenza dei montanti di compressione è calcolata secondo la sezione 4.3.6.5.7:

$$V_{Rd,max} = 2 \cdot k_r \cdot \tau_{cd} \cdot d_v \cdot u$$

Se $V_d > V_{Rd,max}$, la resistenza dei montanti di compressione non è adeguata. In questo caso, è necessario modificare lo spessore della piastra o la resistenza del calcestruzzo.
La resistenza a taglio per punzonamento senza rinforzo a taglio viene calcolata nel modo seguente (sezione 4.3.6.3.1):

$$V_{Rd,c} = k_r \cdot \tau_{cd} \cdot d_v \cdot u$$

Se $V_d \leq V_{Rd,c}$, il rinforzo del punzonamento non è necessario, altrimenti il rinforzo del taglio richiesto viene calcolato come segue (sezioni 4.3.6.5.2 (65) e 4.3.6.5.3 (66)):

$$\Sigma A_{sw} = \frac{V_d}{k_e \cdot \sigma_{sd} \cdot sin\beta},$$

dove

$$\sigma_{sd} = \frac{E_s \cdot \psi}{6} \cdot \left(1 + \frac{f_{bd}}{f_{sd}} \cdot \frac{d}{\phi_{sw}}\right)$$

$$\psi = 1{,}5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{sd}}{E_s} \cdot \left(\frac{m_{sd}}{m_{Rd}}\right)^{3/2} \text{ e } f_{bd} = \frac{1{,}4 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c}$$

Ciò ha richiesto da applicare l'armatura tra $0{,}35 \cdot d_v$ e d_v secondo la normativa. In base ai parametri di progetto indicati, il numero di perimetri del rinforzo a taglio è calcolato e può essere posizionato tra $0{,}35 \cdot d_v$ e d_v. Il rinforzo richiesto per un perimetro viene calcolato dividendo ΣA_{sw} con il numero di perimetri. Questo rinforzo richiesto da A_{sw} viene posizionato (fuori dalla distanza d_v) su ciascun perimetro finché non è necessario.

Finestra informativa — Vengono mostrati i seguenti parametri secondo il codice di progettazione scelto, l'identificativo ed il materiale dell'elemento

h — spessore della piastra

d — spessore della piastra efficace

ρ_x, ρ_y — rapporti di rinforzo longitudinale in direzione x e y

β — angolo tra la piastra e l'armatura di rinforzo

s_0 — distanza del primo perimetro d'armatura a taglio dal bordo convesso della colonna

s_1 — distanza tra i perimetri dell'armatura a taglio

$\varnothing_{sw}$ — diametro del rinforzo a taglio

d_v — effective plate thickness

l_x, l_y — Campata nelle direzioni x-, y

f_{se} — il fattore scala solo le forze interne dal carico sismico

V_d — valore di progetto della forza di punzonamento

$V_{d,0}$ — valore di progetto della forza di punzonamento integrata a 0,5d di distanza dal contorno convesso della colonna (solo per le platee di fondazione)

M_{dy}, M_{dz} — valore di progetto del momento

k_e — fattore di riduzione per il perimetro di punzonamento

u — lunghezza del perimetro di punzonamento

u' — $u' = k_{e\,u} \cdot u$

$V_{Rd,max}$ — il valore di progetto della massima resistenza al punzonamento

$V_{Rd,c}$ — il valore di progetto della resistenza a punzonamento del solaio senza rinforzo a punzonamento

$V_{Ed}/V_{Rd,max}$ — utilizzo per $V_{Rd,max}$

$V_{Ed}/V_{Rd,c}$ — utilizzo per $V_{Rd,c}$

$V_{d,s}$ — forza di punzonamento per il calcolo del rinforzo a taglio

σ_{sd} — valore di progetto dello sforzo di trazione nel rinforzo a taglio

ΣA_{sw} — rinforzo del taglio richiesto

A_{sw} — richiesta armatura a taglio per un perimetro

$V_{Rd,s}$ — valore di progetto della forza di taglio a punzonamento per il calcolo del rinforzo

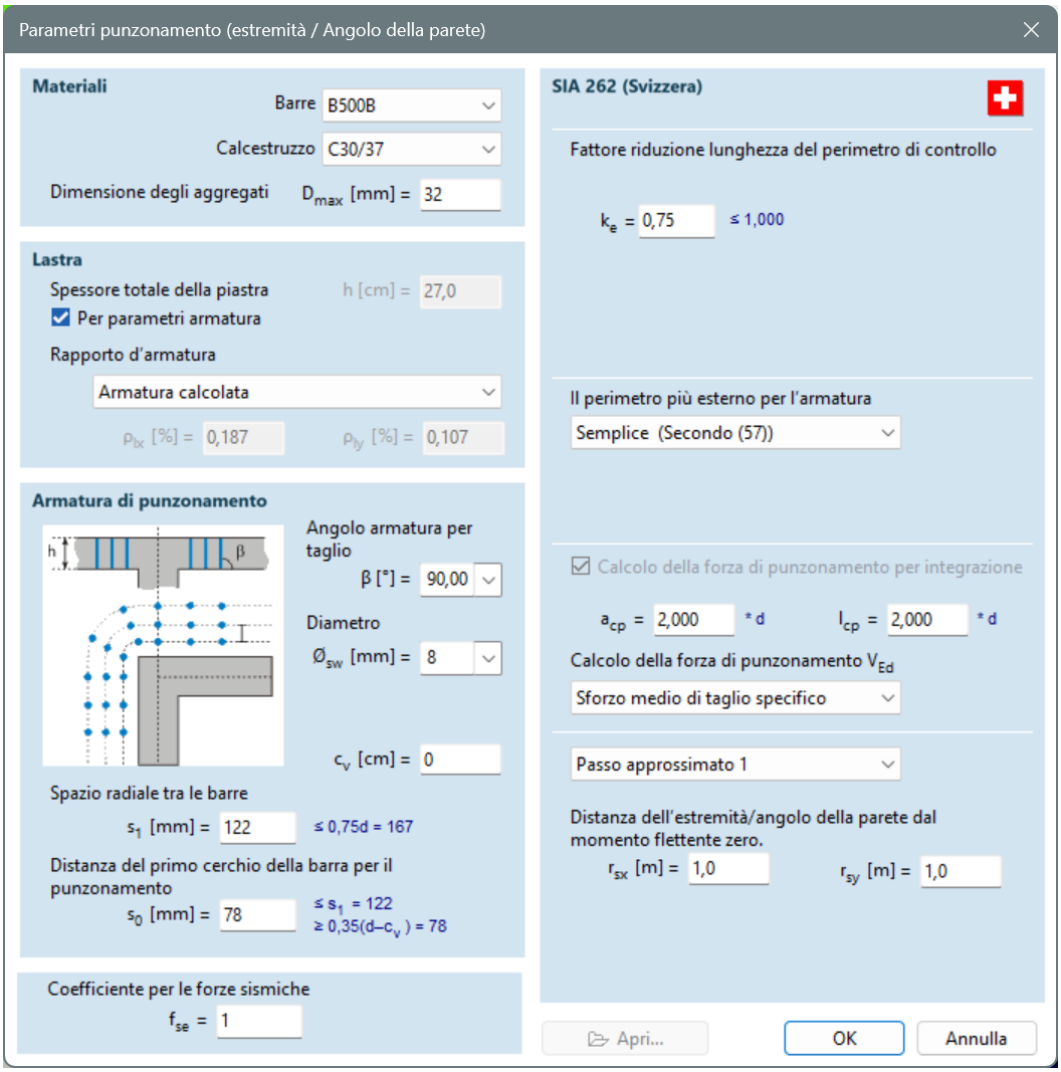
N_{sr} — numero di cerchi di armatura di rinforzo

SIA 26x (Svizzera)	
Appoggio nodale 3, Nodo 16	
C30/37	
B500A	
400x600	
h[mm] =	280
d[mm] =	236
ρ_x[%] =	0.483
ρ_y[%] =	0.511
β[°] =	90
s_0[mm] =	118
s_1[mm] =	177
Ø[mm] =	6
d_v[mm] =	216.0
l_x[m] =	5.0
l_y[m] =	5.0
Min,Max. Critici	
f_{se} =	1.000
V_d[kN] =	998.91
M_y[kNm] =	-5.42
M_z[kNm] =	6.77
u[m] =	2.678
k_e =	0.989
u'=k_e·u[m] =	2.649
$V_{Rd,max}$[kN] =	1011.43
$V_{Rd,c}$[kN] =	505.72
V_d / $V_{Rd,max}$ = 0.988 ≤ 1	
V_d / $V_{Rd,c}$ = 1.975 > 1	
Necessita di armatura	
per il punzonamento.	
$V_{d,s}$[kN] =	499.45
σ_{sd}[MPa] =	434.78
Σ A_{sw}[mm^2] =	1161
A_{sw}[mm^2] =	1161
$V_{Rd,s}$[kN] =	499.45
N_{sr} =	2

6.5.14.2.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo SIA 262

Il programma determina la forza di taglio del punzonamento come descritto nell'*Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo l'Eurocodice*. In caso di progettazione conforme SIA, il fattore β non viene utilizzato. Il fattore di riduzione per la lunghezza del perimetro (k_e) può essere specificato dall'utente.

Dopo aver fatto clic sul pulsante dello strumento mostrato sopra, è necessario selezionare un nodo che identifica l'estremità del muro o l'angolo del muro. Il programma identifica automaticamente le pareti che si connettono al nodo. I muri possono essere rappresentati da domini verticali o appoggi lineari con sezione (con rigidezze calcolate dai parametri del muro) (***vedere...*** *4.9.13 Appoggio lineari*). Il software è in grado di identificare entrambi gli elementi.
Alcuni dettagli del processo di progettazione sono discussi *6.5.14.1.2 Analisi di punzonamento delle estremità delle pareti e degli angoli delle pareti secondo l'Eurocodice* e non sono ripetuti qui.



Dettagli dei principi di progettazione e delle equazioni sono discussi nella sezione precedente. ***vedere...*** *Analisi di punzonamento delle colonne secondo SIA 262*. In caso di estremità e angoli della parete, non è possibile selezionare il livello di approssimazione (capitolo 4.3.6.4.2 di SIA 262), il programma utilizza il livello di approssimazione 1, quindi si presume che $m_{sd}/m_{Rd} \cong 1.0$ e la distanza r_s possano essere specificati dall'utente.

6.5.14.3. **Componenti del risultato della punzonatura**

Componenti di risultato

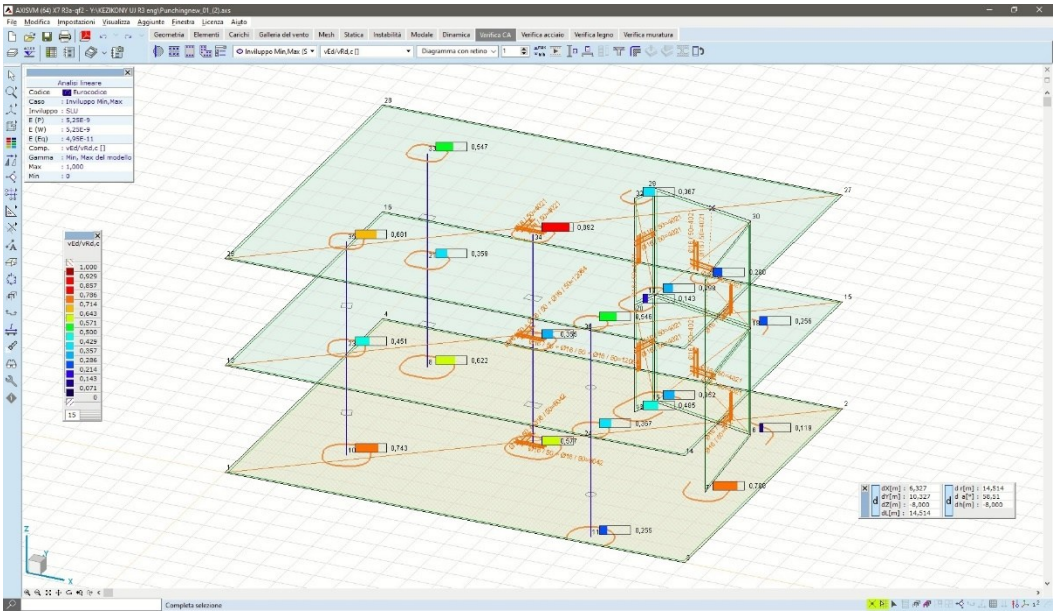
Se nel modello sono presenti colonne, appoggi, estremità di pareti o angoli di pareti con parametri di progetto di punzonamento e sono disponibili risultati statici (lineari/non lineari) o dinamici, nella scheda R. C. Design sono disponibili nuovi componenti di risultato relativi ai risultati della verifica di punzonamento. Con l'aiuto di questi nuovi componenti di risultato, i risultati della punzonatura possono essere facilmente visualizzati e documentati per ogni elemento e nodo.

Eurocode

- V_{Ed} – valore di progetto della forza di punzonatura
- u_1 – perimetro di controllo critico a 2d
- v_{Ed} – sollecitazione di taglio lungo il perimetro u_1
- $v_{Rd,c}$ – il valore di progetto della resistenza al taglio per punzonamento della soletta senza armatura per taglio per punzonamento
- $v_{Ed,0}$ – sollecitazione di taglio lungo il perimetro u_0
- $v_{Rd,max}$ – il valore di progetto della resistenza massima al taglio da punzonamento
- $v_{Ed}/v_{Rd,c}$ – utilizzo per $v_{Rd,c}$
- $v_{Ed,0}/v_{Rd,max}$ – utilizzo per $v_{Rd,\max}$ lungo il perimetro di u_0
- A_{sw} – area di rinforzo della punzonatura sul perimetro di controllo critico
- $v_{Rd,cs}$ – il valore di progetto della resistenza al taglio per punzonamento della soletta con armatura a taglio per punzonamento
- $v_{Ed}/v_{Rd,cs}$ – utilizzo per $v_{Rd,cs}$

SIA

- V_d – valore di progetto della forza di punzonatura
- u – lunghezza del perimetro di taglio punzonato
- k_e – fattore di riduzione per il taglio punzonante perimetrale
- u' – lunghezza effettiva del perimetro di taglio punzonato
- $V_{Rd,c}$ – il valore di progetto della resistenza al taglio per punzonamento della soletta senza armatura per taglio per punzonamento
- $V_{Rd,max}$ – il valore di progetto della resistenza massima al taglio da punzonamento
- $V_d/V_{Rd,c}$ – utilizzo per $V_{Rd,c}$
- $V_d/V_{Rd,max}$ – utilizzo per $V_{Rd,max}$
- A_{sw} – armatura a taglio richiesta per un perimetro
- $V_{Rd,s}$ – valore di progetto della forza di taglio punzonante per il calcolo dell'armatura
- $V_d/V_{Rd,s}$ – utilizzo per $V_{Rd,s}$



Risultati nel Navigatore tabelle

I risultati del progetto sono disponibili anche nel Navigatore tabelle (***vedi...*** *2.9 Esplora Tabella*), dove i risultati delle analisi di punzonamento di colonne, appoggi, estremità delle pareti e angoli sono disponibili in tabelle riassuntive.

6.5.15. Progettazione delle fondazioni – modulo RC4

6.5.15.1. Progettazione del piede della fondazione



AXISVM è in grado di determinare la dimensione necessaria e l'armatura delle fondazioni rettangolari o circolari (con o senza basamento), e può eseguire la verifica di scorrimento e punzonamento in base all' Eurocode7. Esso determina il calcolo del cedimento della fondazione.

Geometria

Le dimensioni della fondazione possono essere inserite oppure calcolate in modo automatico da AXISVM. Nel caso in cui il programma AXISVM calcola in modo automatico le dimensioni, l'utente deve specificarne un valore massimo.
Utilizzando il profilo del terreno e le forze interne, questo modulo determina la dimensione necessaria della fondazione in un processo iterativo. Poi si calcola l'area efficace della fondazione per i casi e le combinazioni di carico, le reazioni di progetto, i momenti e le resistenze, determinare il cedimento (per i casi di carico e le combinazioni allo Stato Limite di Esercizio [SLE], efficienza e l'armatura a taglio, se è necessaria.
Il modulo, verifica anche la stabilità della fondazione.
Il lato del gradone non deve essere più grande del lato rispettivo della fondazione.

☞ ***Il sistema di riferimento utilizzato nei calcoli della fondazione, è il sistema di riferimento del vincolo. Le eccentricità sono calcolate dal centro della fondazione.***

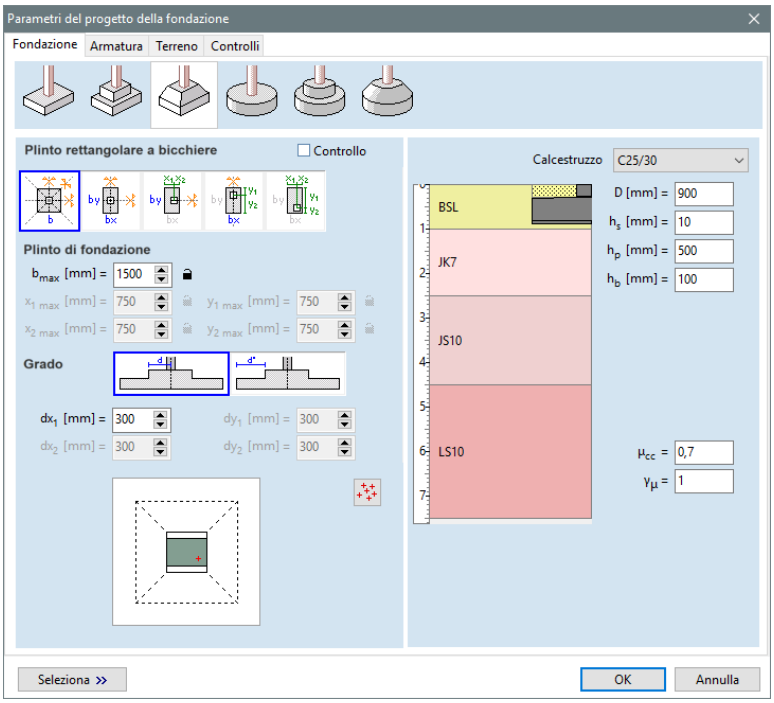
Parametri del progetto della fondazione secondo l'Eurocodice



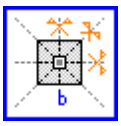
Fare clic sull'icona Progetto della fondazione e selezionare uno o più appoggi elastici nodali con una colonna verticale o inclinata. (Se gli appoggi sono stati già selezionati, la finestra di dialogo viene visualizzata con il primo click).
I parametri del progetto della fondazione devono essere specificati in una finestra di dialogo.

Fondazione

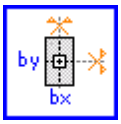
Nella tab *Fondazione*, selezionare il tipo di fondazione (plinto / plinto a gradoni / plinto rastremato, rettangolare o circolare) e settare i parametri della geometria e il coefficiente d'attrito tra il plinto ed il massetto di base e il fattore parziale per il coefficiente di attrito.
Attivare la casella di *Calcolo armatura* se è necessario. In questo caso specificare le posizioni delle barre(la distanza tra il centro della barra e il piano superiore o inferiore della piastra di base) e il diametro delle barre.



Vincoli di simmetria e parametri geometrici per una fondazione rettangolare:



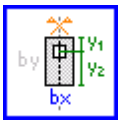
Plinto quadrato
b è la lunghezza,
la colonna è centrata,
deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del b



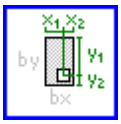
Plinto rettangolare
bx e *by* sono i lati del plinto,
la colonna è centrata,
deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del *bx* e *by*



Plinto rettangolare con una sola eccentricità
la colonna presenta una eccentrica in direzione x, e non presenta alcuna eccentricità in direzione y
x1 e *x2* sono le distanze tra i assi della colonna e il bordo del plinto
deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del *x1* e *x2*

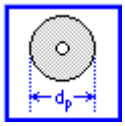


Plinto rettangolare con una sola eccentricità la colonna presenta una eccentrica in direzione y, e non presenta alcuna eccentricità in direzione y
y1 e *y2* sono le distanze tra i assi della colonna e il bordo del plinto
deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del *y1* , *x2* e *bx*



Plinto rettangolare con doppia eccentricità
la colonna è centrata in entrambe le direzioni
x1 e *x2* sono le distanze tra i assi della colonna e il bordo del plinto in direzione *x*
y1 e *y2* sono le distanze tra i assi della colonna e il bordo del plinto in direzione *y*
deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del *x1* , *x2* , *y1* e *y2*

Parametri per una fondazione circolare:



Fondazione circolare
la colonna è concentrica
d_p è il diametro del fondazione
d_p o il suo limite superiore ($d_{p,max}$) deve essere inserito



Se il tasto di blocco vicino al campo di modifica è verso il basso (chiuso), il valore inserito è dato (è stato selezionato).
Se il tasto di blocco è verso l'alto (aperto) il valore inserito è il limite superiore (il valore sarà calcolato dal programma). Dopo aver premuto e chiuso il pulsante del lucchetto grande *(verifica di una base con dimensioni predefinite)*, tutti i valori vengono bloccati e possono essere sbloccati solo dopo aver aperto il lucchetto grande.



Progettazione:

Se la fondazione è sicura per tutte le verifiche e il pulsante del lucchetto grande è aperto, il programma esegue un processo di iterazione per ottimizzare l'area (dimensioni) della fondazione eseguendo le prove di verifica. La verifica della resistenza dei cedimenti e dell'eccentricità viene sempre eseguita, ma la progettazione per l'eccentricità è facoltativa.

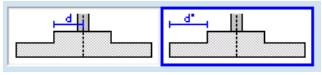
Plinti a gradoni / rastremati

Ci sono due opzioni per definire la dimensione del passo.



dx_1 e *dx_2* sono la distanza dei bordi del gradino o la base superiore del tronco **dall'asse della colonna** in direzione x. dy1 e dy2 sono gli stessi in direzione y. Questi sono sempre dati valori

Per le fondazioni circolari: d_s è il diametro del gradino cilindrico concentrico o della base superiore del cono troncato. Il valore del raggio *$d_s / 2$* deve essere inserito.



dx^*_1 e *dx^*_2* sono la distanza dei bordi del gradino o la base superiore del tronco perpendicolare **dal perimetro della fondazione** in direzione x. *dy_1* e *dy_2* sono uguali in direzione y.
Per le fondazioni circolari: *d_s* è il diametro del gradino cilindrico concentrico o della base superiore del cono troncato. Valore di *$d_s / 2' = (d_p - d_s) / 2$* deve essere inserito.

Nel primo caso la dimensione del passo è sempre fissa. Nel secondo caso le dimensioni del passo aumenteranno o si ridurranno con la dimensione del basamento se la dimensione non è bloccata.

Parametri della fondazione

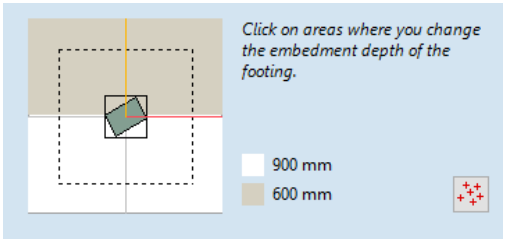
Calcestruzzo Materiale della fondazione

Diverse profondità di riempimento

La profondità della fondazione può avere due valori diversi (D_1, D_2). Questi possono essere assegnati ai quarti (per i plinti) o ai lati (nel caso di travi di fondazione) facendo clic sul diagramma del plinto.. Per convenzione, D_1 il valore misurato dal livello del suolo, quindi la posizione degli strati di terreno sarà determinata di conseguenza.. Se $D_2 > D_1$, lo strato superiore verrà esteso verso l'alto..
La capacità portante viene calcolata in base alla minore profondità di interramento, D = min (D_1, D_2). Il volume del rinterro è calcolato in base alla profondità di interramento, quindi valori diversi rendono eccentrico il peso proprio di una fondazione simmetrica.

D o D_1	Profondità di riempimento (distanza tra il fondo della piastra di base la parte superiore del profilo del suolo)
D_2	Profondità di riempimento nei quarti o nei lati selezionati
h_2	Altezza gradone (altezza del passo)
h_1	Spessore della piastra di base
h_b	Spessore del massetto di base
φ_{cvk}	Coefficiente d'attrito fondazione-massetto di base

È possibile vedere il coefficiente delle forze sismiche al paragrafo *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*



Sotto i campi di modifica sul lato sinistro vengono visualizzati la fondazione e la colonna nella vista dall'alto.
Le dimensioni date sono disegnate come linee continue, e i limiti superiori come linee tratteggiate.
Le forze sono state segnate come croci rosse collocati secondo la loro eccentricità.
Questo diagramma aiuta all'orientamento perché le eccentricità attuali sono calcolate tenendo conto del peso proprio del plinto e della parte di sottofondo riducendo l'eccentricità.
Se l'opzione *Profondità di riempimento diverse* è attivata, l'area intorno alla colonna viene divisa in quarti e facendo clic su di essi si modifica la profondità di riempimento in quel quarto. In questo modo è possibile impostare una diversa profondità di riempimento nella metà superiore/inferiore o sul lato destro/sinistro. Questa divisione segue le direzioni local *x* e *y* dell'appoggio (assi rosso e giallo nel sistema).

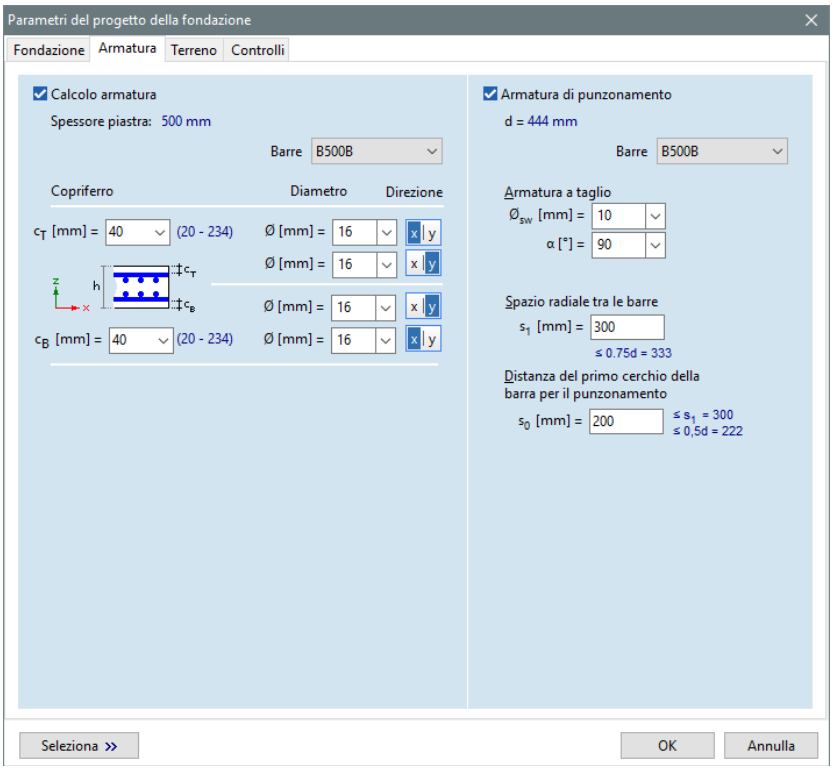


Se il tasto *Visualizza tutte le reazioni vincolari* è stato attivato, la vista viene scalata in modo tale di mostrare tutte le croci rosse delle forze.
Se il tasto *Visualizza tutte le reazioni vincolari* è stato disattivato, vengono visualizzate solo le croci di color rosso all'interno del rettangolo di delimitazione del plinto. Queste forze agiscono nella parte superiore della fondazione e non includono il peso del riempimento.

Armatura

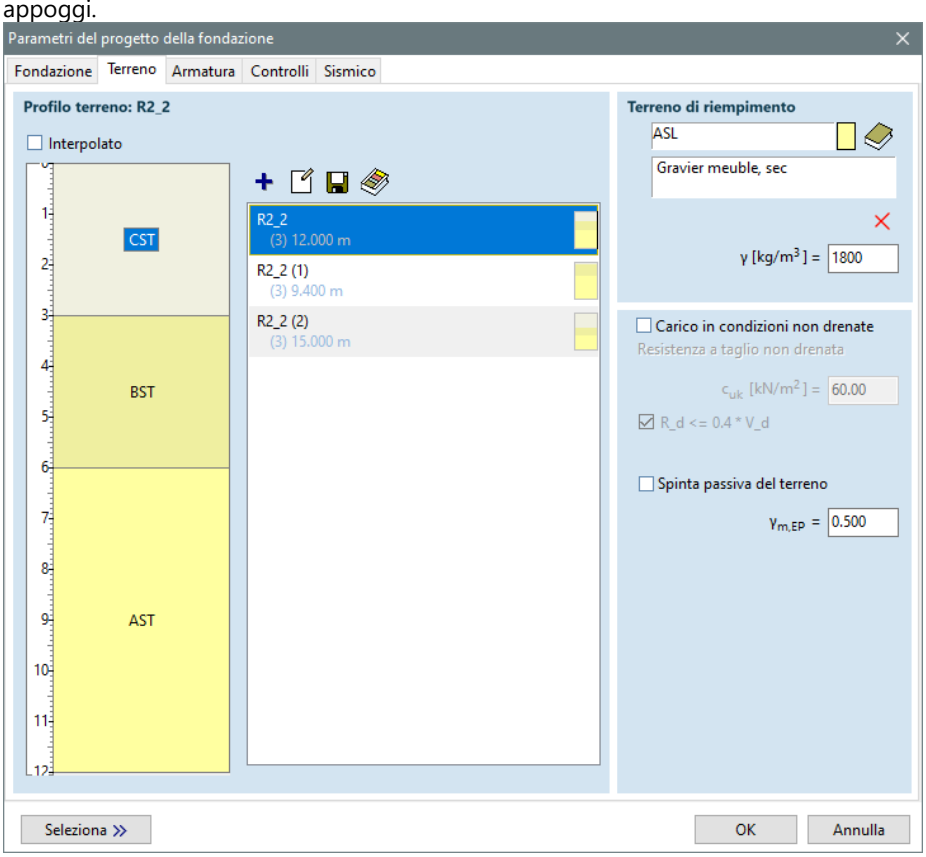
Nel tab *Armatura* possono essere attivate i calcoli dell'armatura.
Specificare il tipo di acciaio da utilizzare nei rinforzi alla voce Barre, definire i copriferri cT superiore e cB inferiore (ovvero la minima distanza tra la superficie esterna del rinforzo e la superficie esterna del calcestruzzo). Le prime due righe sotto Diametro e Direzione rappresentano le armature superiori (la prima riga è quella esterna, la seconda riga è quella interna), le ultime due righe rappresentano le armature inferiori (3 ° fila è quella interna, 4 ° fila è quello esterno). Lo schema che visualizza le armatura è rappresentato nel piano locale zx.

Armatura punzonamento è possibile attivare questa opzione solo per le fondazioni a plinto semplice.
Per i parametri ***vedere...*** *6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3*



Terreno Nella scheda *Terreno* è possibile specificare il profilo del terreno e le proprietà del riempimento.

Profilo del terreno Il profilo del terreno può essere selezionato dall'elenco dei profili definiti nel modello, importato da una libreria di profili del terreno indipendente dal modello (*6.5.15.4 Libreria dei profili del terreno*) o creato da zero (*6.5.15.3 Editor del profilo del terreno*).
Se nel modello sono stati definiti dei campioni di trivellazione (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*). l'opzione di *Interpolazione* può essere utilizzata per calcolare il profilo del terreno sotto gli appoggi dal modello stratigrafico.. Se si selezionano più fondazioni, il modulo esegue le verifiche richieste con i parametri inseriti nella finestra di dialogo. Se l'opzione di *Interpolazione* è attivata, l'algoritmo di verifica tiene conto dei diversi profili del terreno sotto gli appoggi.





Creare un nuovo profilo di terreno
Visualizza l'*Editor del profilo del terreno* dove il profilo del terreno può essere inserito e aggiunto ai profili disponibili nel modello.



Modifica il profilo del terreno
Visualizza l'*Editor del profilo del terreno* con il profilo del terreno corrente da modificare. Il profilo del terreno esistente può essere sovrascritto o il profilo del terreno modificato può essere aggiunto alla lista.



Memorizza il profilo del terreno nella libreria
Il profilo del terreno selezionato viene salvato nella libreria dei profili del terreno indipendente dal modello. Se c'è già un profilo di terreno nella libreria con questo nome, (1), (2), …. viene aggiunto.



Libreria dei profili del terreno
Questa libreria è disponibile da qualsiasi modello. Più profili di terreno possono essere selezionati e importati.
Se c'è già un profilo di terreno con lo stesso nome (1), (2), ... viene aggiungto

I profili del terreno possono essere cancellati nel *Browser delle tabelle*. Selezionare Profili di terreno per vedere i profili di terreno definiti nel modello. Poiché l'eliminazione dei profili di terreno può cancellare le molle Winkler e/o le fondazioni, il nome dei profili di terreno usati viene visualizzato in grassetto. L'eliminazione di un profilo di terreno usato fa scattare un messaggio di avvertimento.

Riempimento

Inserire i parametri del terreno utilizzato come riempimento.



Apre la libreria dei terreni per selezionarne uno predefinito.

Carico in condizioni non drenate

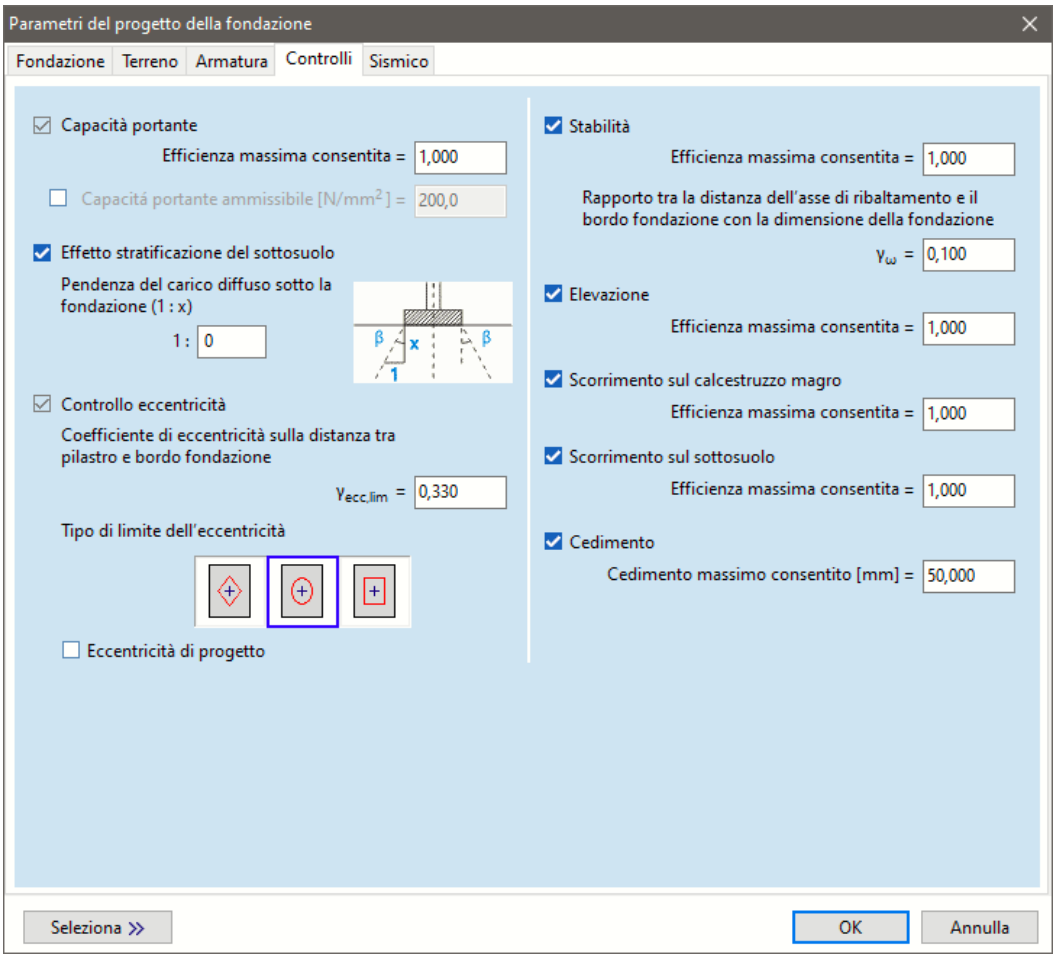
Quando il terreno trattiene l'acqua non c'è una variazione di volume. Il valore di taglio in questi casi risulta costante e può essere determinato attraverso delle prove. L'utente deve specificare la resistenza a taglio in condizioni non drenate c_{uk}

Spinta passive del terreno

Attivando questa opzione la resistenza allo scorrimento aumenta tenendo conto della pressione esercitata dalla spinta passiva del terreno. Questi effetti vengono in genere trascurati a favore di sicurezza. Attivando questa opzione è richiesta quindi un'attenzione supplementare.
$\gamma_{m,\,EP}$ è il fattore di mobilitazione della pressione generata dalla spinta passiva.

Controlli

I diversi metodi di verifica possono essere configurati nella scheda *Controlli*. La verifica della resistenza dei cedimenti e dell'eccentricità è sempre effettuata (non può essere ignorata).



Capacitá portante

La capacità portante è calcolata secondo la norma EN 1997-1 Allegato D.
Condizione drenata:

$$R_{V,d} = \left(c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0{,}5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma\right) \cdot A'$$

Condizione non drenata:

$$R_{V,d} = \left((\pi + 2) c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q\right) \cdot A'$$

Capacitá portante ammissibile

La sollecitazione calcolata viene confrontata con il valore dato della capacitá portante ammissibile.

Esame del sottosuolo stratificato

L'effetto del sottosuolo stratificato: Se ci sono diversi strati di terreno sotto il basamento, lo strato critico può essere più in profondità con meno resistenza. L'utilizzo viene calcolato in base alla sollecitazione e alla resistenza nella parte superiore dello strato, utilizzando l'angolo di distribuzione del carico sotto il basamento e le seguenti formule:

$$q_{E,d,i} = \frac{V_d}{A_i'} + (q_i' - q')$$

dove

$$A_i' = B_i' \cdot L_i'$$

dove $B_i' = B' + 2 \cdot Cot\beta \cdot (|z_i| - D)$ e $L_i' = L' + 2 \cdot Cot\beta \cdot (|z_i| - D)$

$|z_i| - D$ è la distanza tra il fondo della fondazione e la parte superiore dello strato.

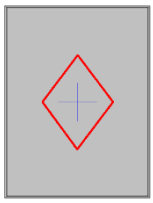
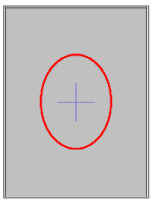
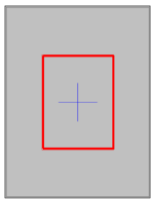
In caso di progettazione, il programma ottimizza le dimensioni dei basamenti utilizzando un processo di iterazione fino a quando l'utilizzo non scende al di sotto del valore massimo consentito.

$$\lambda_{R,v} = \frac{V_d}{R_{V,d}} \leq \lambda_{R,v,lim}$$

Il programma considera le dimensioni massime come limiti superiori nell'iterazione. Pertanto, può accadere che la fondazione non soddisfi i requisiti con le dimensioni massime.
Se la dimensione calcolata della fondazione è maggiore dello spessore della fondazione, il programma visualizza un messaggio di avvertimento.

Per fondazioni rettangolari $\gamma_{ecc} = 0.5$ significa che il rettangolo di delimitazione della curva limite di eccentricità ha le dimensioni b_x/2 e b_y/2, dove b_x e b_y sono le dimensioni del basamento. Il fattore di eccentricità viene calcolato in base al *Tipo del limite di eccentricità:*

Lineare (rombo), *Quadratico* (ellisse) *Asse di rotazione* (rettangolo)

$$\gamma_{ecc} = \left|\frac{e_x}{b_x}\right| + \left|\frac{e_y}{b_y}\right| \qquad \gamma_{ecc} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2} \qquad \gamma_{ecc} = \max\left(\frac{|e_x|}{b_x}; \frac{|e_y|}{b_y}\right)$$

Per fondazioni circolari la curva limite di eccentricità è un cerchio, $\gamma_{ecc} = e/r$, dove $r = d_p/2$

Controllo dell'eccentricità

La casella di controllo del progetto Eccentricità può essere disattivata indipendentemente dallo stato del blocco principale.
Procedura di progettazione: le dimensioni della fondazione vengono aumentate fino a quando il fattore di eccentricità (γ_{ecc}) calcolato in base alle eccentricità della combinazione di carico non scende al di sotto del limite consentito: $\gamma_{ecc} \leq \gamma_{ecc,lim}$.

Stabilitá

AXISVM calcola le forze di momento attorno all'asse di ribaltamento, sommando i momenti di stabilizzazione e instabilizzazione si verifica quanto segue:

$$\Delta_{EQU} = \left|\frac{M_{dst}}{M_{stb}}\right| \leq \Delta_{EQU,lim}$$

Ribaltamento

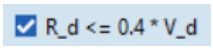
Se la forza di trazione agisce verso l'alto, il programma verifica se il peso proprio della fondazione può controbilanciare la forza interna: $G_{dst} \leq G_{stb}$

Scorrimento della fondazione (o del sottofondo) sul terreno

Si verifica se la forza orizzontale applicata al basamento provoca un cedimento di scorrimento tra il basamento e il terreno secondo la seguente formula:

$$H_d \leq R_{d,Hs} + R_{p,d}$$

Dove la resistenza a scorrimento è
Condizione drenata: $R_{d,Hs} = V_d tan\delta_d$
Per il calcestruzzo *gettato in opera* il valore di progetto dell'angolo di attrito fra struttura e terreno può essere considerato pari all'angolo di stato critico della resistenza al taglio: $\delta_d = \varphi_{cv,d}$
Condizione non drenata: $R_{d,Hs} = A' c_{u,d}$ and $R_{d,Hs} \leq 0{,}4 V_d$*
* Se l'acqua o l'aria possono penetrare tra il terreno e il suolo EN 1997-1 6.5.3. (12)P è necessario un controllo supplementare. Può essere attivato nella scheda Suolo selezionando la seguente opzione



Scorrimento della fondazione sul sottofondo

Si controlla se il basamento scorre sul sottofondo con la seguente formula:

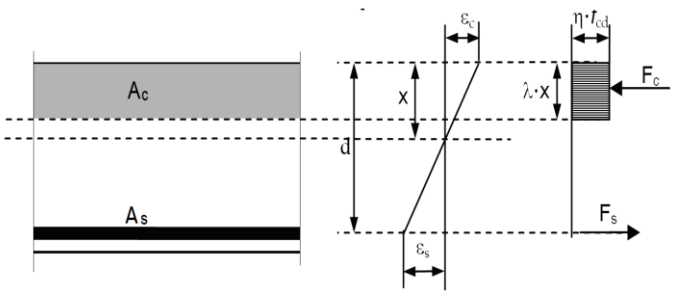
$$H_d \leq R_{d,Hb} + R_{p,d}$$

La resistenza allo scorrimento è $R_{d,Hb} = V_d \frac{\mu_{cc}}{\gamma_\mu}$

dove μ_{cc} è il coefficiente di attrito tra fondazione e sottofondo, γ_μ è il fattore parziale per il coefficiente di attrito.

Armatura della piastra di base di fondazione

Se le posizioni e il diametro delle barre sono specificati, il modulo determina la quantità necessaria di armatura superiore e inferiore in direzione X e Y, secondo il seguente schema.
Il minimo necessario è sempre preso in considerazione.



L'interasse tra le barre è calcolato dal diametro della barra.
Avvertimenti ed errori:
Se è richiesta l'armatura a compressione o l'armatura calcolata è superiore al massimo consentito ($A_s > A_{s,max}$) il programma invia un avviso.

Calcolo secondo l'EC7

L'EC7 offre diversi metodi di calcolo (DA) attraverso varie combinazioni di fattori parziali per azioni, proprietà dei materiali e resistenza. Il set di fattori parziali applicato alle azioni sono indicizzati con A1, A2, il set di fattori applicati alle proprietà dei materiali sono indicizzati con M1, M2, e il set di fattori applicati alle resistenze come R1, R2, R3. (vedi EN 1997-1, Allegato A). Ogni metodo di calcolo combina set di fattori parziali.

Metodo di calcolo		*Combinazione*	*Azioni*	*Proprietà dei materiali*	*Resistenze*
DA1	Combinazione 1	SLU	A1	M1	R1
	Combinazione 2	SLE	A2	M2	R1
DA2		SLU	A1	M1	R2
DA3		SLE	A2	M2	R3

Il programma verifica che A1+M1+R1 (DA1 / 1) e A1+M1+R2 (DA 2) per combinazioni critiche agli SLU, A2+M2+R1 (DA1 / 2) e A2+M2+R3 (DA3)) per combinazioni critiche agli SLE. Quindi per ogni combinazione critica vengono calcolati due risultati.
Se la progettazione viene realizzata con una combinazione definita dall'utente bisogna impostare quest'ultima come SLU o SLE per evitare un sovradimensionamento della fondazione.
La capacità portante è:

$$q_{Rd} = s_\gamma \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot 0{,}5 + s_q \cdot q \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q + s_c \cdot c \cdot N_c \cdot i_c \cdot b_c$$

Verifica Punzonamento

Il modulo, verifica la resistenza a taglio della fondazione ($v_{Rd,\max}$), nel perimetro della colonna e determina la quantità necessaria di armatura a taglio.
Il calcolo riduce la forza di punzonamento dalla reazione del terreno nell'area efficace (entro la linea critica di punzonamento).
La verifica di punzonamento è soddisfatta se:

$$v_{Ed} \le v_{Rd}$$

Senza armature a taglio $v_{Rd} = \min \begin{cases} v_{Rd,c} \\ v_{Rd,\max} \end{cases}$, con armature a taglio. $v_{Rd} = \min \begin{cases} v_{Rd,cs} \\ v_{Rd,\max} \end{cases}$

Avvertimenti ed errori:
Se $v_{Ed} \le v_{Rd,c}$, Non è necessaria l'armatura a taglio.
Se $v_{Rd,\max} > v_{Ed} > v_{Rd,c}$, è necessaria l'armatura a taglio.
Se $v_{Ed} > v_{Rd,\max}$, la piastra di base non si verifica a punzonamento. Lo spessore della piastra deve essere aumentato.

Se è stato progettato un plinto a gradoni oppure a bicchiere, la dimensione del basamento è determinata, controllando i requisiti per il punzona mento, quindi la efficienza per punzona mento non viene calcolata.

Previsione del cedimento della fondazione

AXISVM calcola il cedimento elastico generato da ulteriori tensioni nei strati di terreno.
I carichi generano la seguente tensione ad una profondità z sotto il centro del rettangolo centrale di carico della fondazione (dopo Boussinesq-Steinbrenner):

$$\sigma_{z,a} = \sigma_{z,I} + \sigma_{z,II} + \sigma_{z,III} + \sigma_{z,IV}$$

$$\sigma_z = \frac{\sigma_0}{2\pi}\left\{\arctan\left[\frac{b}{z}\cdot\frac{a(a^2+b^2)-2az(R-z)}{(a^2+b^2)(R-z)-z(R-z)^2}\right]+\frac{bz}{b^2+z^2}\cdot\frac{a(R^2+z^2)}{(a^2+z^2)R}\right\}$$

dove
la distanza tra il punto caratteristico e gli assi centrali sono 0.37B 'e 0.37L'.
A e B sono le dimensioni dei quattro lati del rettangolo caricato secondo la seguente tabella:

	a	b
I.	$(0{,}5 - 0{,}37) \cdot L'$	$(0{,}5 - 0{,}37) \cdot B'$
II.	$(0{,}5 + 0{,}37) \cdot L'$	$(0{,}5 - 0{,}37) \cdot B'$
III.	$(0{,}5 + 0{,}37) \cdot L'$	$(0{,}5 + 0{,}37) \cdot B'$
IV.	$(0{,}5 - 0{,}37) \cdot L'$	$(0{,}5 + 0{,}37) \cdot B'$

Se *a* < *b*, i due valori vengono invertiti.

σ_0 è la tensione alla base del plinto generato dai carichi (compreso il peso proprio della fondazione e il sottofondo meno il peso del terreno rimosso al di sopra del piano di base), ed $R = \sqrt{a^2 + b^2 + z^2}$.

Questo calcolo della tensione è valida per un semispazio omogeneo. In caso di strati di suolo gli spessori effettivi devono essere calcolati:

$$h_{i,eq} = h_i \cdot \left(\frac{E_{s,i}}{E_{s,ref}} \right)^{1/3}$$

dove
$h_{i,eq}$ è lo spessore effettivo dello strato di terreno i
h_i è lo spessore dello strato di terreno i
$E_{s,ref}$ è il modulo di Young dello strato di base
E_{Si} è il modulo di Young dello strato di terreno i-esimo

AXISVM divide i strati di terreno definiti dall'utente in sottostrati di 10cm e calcola le tensioni dovute al peso del terreno e la tensione generata dal caricamento nella parte inferiore dei sottostrati.

La variazione dello spessore di sottostrato è calcolato secondo la seguente formula:

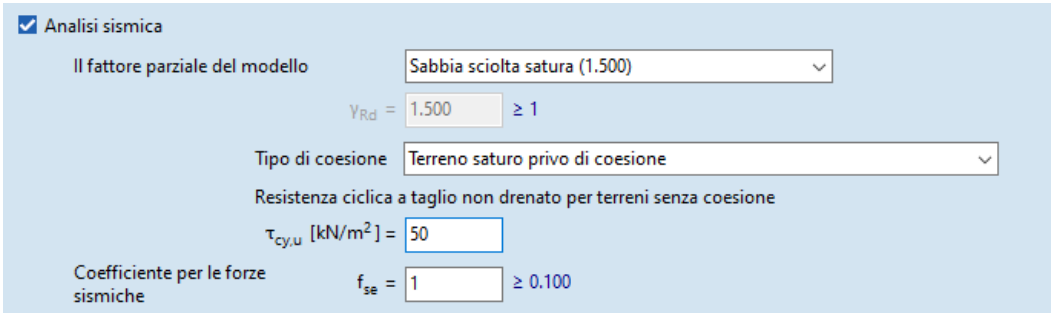
$\Delta h_i = h_i \cdot \frac{\sigma_{ai}}{E_{si}}$, dove $\sigma_{ai} = \frac{\sigma_{i-1} + \sigma_i}{2}$,

σ_{ai} è la tensione media generata dal carico dei sottostrati i-esimi
σ_{i-1} è la tensione media generate dal caricamento nella parte superiore dei sottostrati i
σ_i è la tensione media generate dal caricamento nella parte inferiore dei sottostrati i
E_{si}: il modulo di Young del sottostrato i-esimo i
Il cedimento previsto ad una profondità data è calcolato come la somma delle variazioni di spessore per i sottostrarti sopra il livello scelto.

$$s_m = \sum_{i=0}^{m} \Delta h_i$$

AXISVM calcola il limite di profondità, dove $\sigma = 0.2 \cdot \sigma_{ob}$ (per esempio la tensione massima generata dal carico che scende sotto il 20% della tensione dovuta al peso proprio del terreno. Se questa condizione non è soddisfatta al fondo dello strato strutturale il cedimento stimato viene fatto in base del cedimento in questo punto e viene calcolato il rapporto di tensione (>0.1).
Il cedimento non viene calcolato nel caso in cui la tensione generata dal carico nella base della fondazione è minore della tensione generata dai strati del terreno.
AXISVM calcola il cedimento per tutti i casi e le combinazioni di carico allo SLE. Vengono visualizzate le funzioni della tensione e del cedimento. La funzione del cedimento s(z) è il cedimento totale dei strati che si trovano sopra la z.

Sismico Se l'analisi delle vibrazioni è completata e vengono generati i carichi sismici, è possibile eseguire un controllo sismico delle fondazioni. Inserire i seguenti parametri nella scheda Sismica:



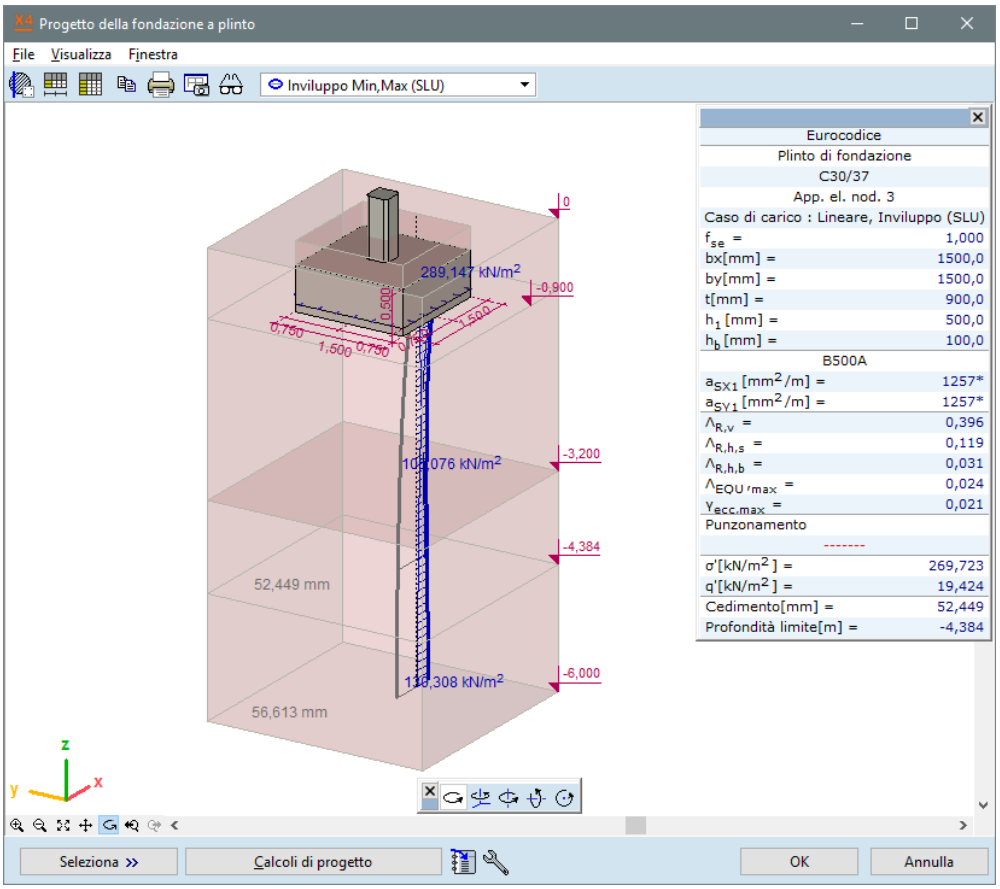
La resistenza sismica della fondazione è verificata secondo la norma EN 1998-5 Allegato F. In particolare il valore della *Resistenza a taglio ciclico per terreni non drenati privi di coesione* ($\tau_{cy,u}$) deve essere determinata accuratamente.

SIA

I calcoli geotecnici sono eseguiti secondo la norma EN 1997-1 utilizzando i fattori di sicurezza previsti dalla SIA. I calcoli strutturali sono conformi alla norma SIA 262, l'analisi di punzonatura viene eseguita secondo la *6.5.14 Analisi di punzonamento – modulo RC3*

Progetto della fondazione

La fondazione progettata apparirà nella vista in alto con i strati del terreno, i cerchi di punzonamento, e le relative quote messe in automatico. Il modello 3D può essere ingrandito e rimpicciolito, spostato e ruotato come nel modello principale.



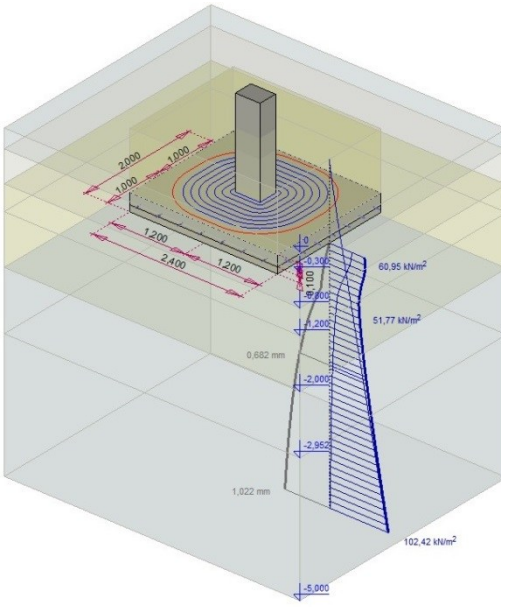
Se la visualizzazione del cedimento è attivata (***Vedi...*** *Parametri di visualizzazione*) viene visualizzato un diagramma di colore blu spesso con i valori della spinta totale del terreno in funzione della profondità.

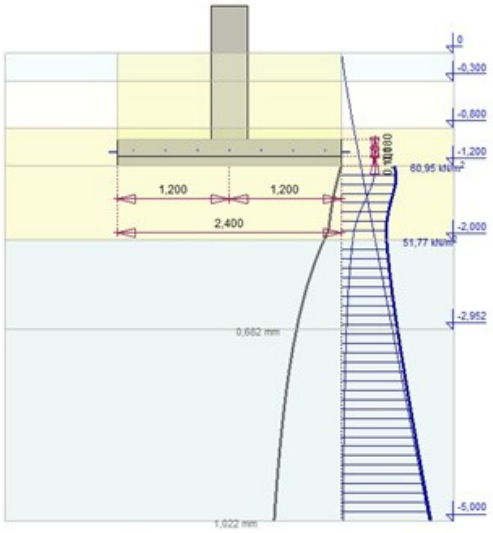
I diagrammi di colore blu sottile rappresentano le tensioni dovute al carico e al peso proprio del terreno.

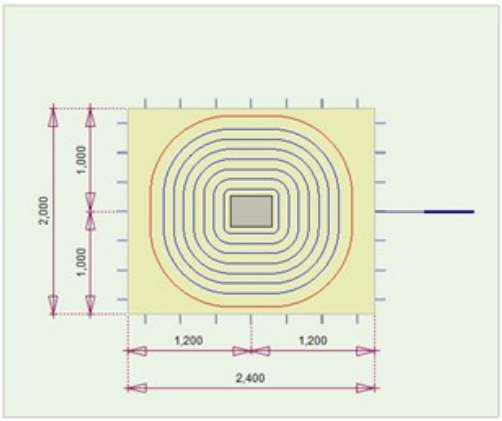
Il primo è decrescente, mentre il secondo è crescente con la profondità. Le linee orizzontali mostrano i sottostrati. Il diagramma di color grigio sul lato opposto dell'asse è la funzione di cedimento.

Il valore di cedimento visualizzato nella finestra di informazione è il valore della funzione di cedimento, alla profondità limite (dove la tensione generata dal carico è 10% della tensione dovuta dal peso proprio del terreno).

Se questa condizione non è soddisfatta al fondo dello strato strutturale il cedimento stimato viene fatto in base del cedimento in questo punto e viene calcolato il rapporto di tensione (>0.1).







Se la tensione generata dal carico al fondo dello strato strutturale è ancora maggiore di 10% della tensione dovuta dal peso proprio del terreno, la profondità limite non può essere determinata poichè la struttura ulteriore del terreno non è nota.
In questo caso nella finestra di informazione viene visualizzato il valore della funzione di cedimento nella parte inferiore dello strato strutturale come >*valore*.
Per migliorare la stima devono essere aggiunti.ulteriori informazioni sullo strato del terreno.

Forze interne della fondazione



Questa tabella mostra le forze interne del vincolo selezionato ed i risultati più importanti comprese le caratteristiche geometriche.
Siccome le reazioni dei vincoli vengono calcolate facendo riferimento al sistema locale del vincolo le direzioni x e y sono gli assi locali x e y del vincolo. Se i vincoli sono globali allora queste sono le direzioni X e Y globali.
Simboli:

	$R_x, R_y, R_z,$ R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}	support forces
	Tipo Progettazione	il tipo di combinazione (ULS o SLS) delle combinazioni di carico personalizzate secondo EN 1997-1, Sezione 2.4.7.3.4.
	γ_G	fattore parziale del peso del sottofondo, della fondazione e del riempimento
	V_d	azione verticale di progetto alla base della fondazione, compreso il peso del calcestruzzo non armato, della fondazione e del riempimento)
	R_d	resistenza della portanza di progetto
	q_{Ed}	pressione di progetto (V_d/A')
	R_d/A'	resistenza specifica della portanza di progetto
	$\Lambda_{R,V}$	fattore di utilizzazione del terreno (V_d/R_d)
	$\Lambda_{R,V,max}$	fattore di utilizzazione del terreno (effetto del sottosuolo stratificato)
	a_{sx1}	direzione x locale armatura inferiore (se calcolata)
	a_{sy1}	direzione y locale armatura inferiore (se calcolata)
	a_{sx2}	direzione x locale armatura superiore (se calcolata)
	a_{sy2}	direzione y locale armatura superiore (se calcolata)
	$\Lambda_{R,H,s}$	utilizzazione basata sullo scorrimento del sottofondo sul terreno
	$\Lambda_{R,H,b}$	utilizzazione in base allo scorrimento della fondazione sul sottofondo
	Λ_{EQU}	utilizzazione per la stabilità
	Λ_{UPL}	utilizzazione per il ribaltamento
EC, NTC	$v_{Ed0}/v_{Rd,max}$	
EC, NTC	$v_{Ed}/v_{Rd,c}$	
EC, NTC	$v_{Ed}/v_{Rd,cs}$	utilizzazione basata sul punzonamento (per i piedritti a piastra semplice)
SIA	V_d/V_{Rd}	
SIA	$V_d/V_{Rd,c}$	
SIA	$V_{d,s}/V_{Rd,s}$	
	affondamento	Cedimento previsto della fondazione
	Caso di cario	

Forze interne dettagliate



Mostra i dati nella tabella *Forze interne della fondazione* ed i seguenti risultanti:

	e_x, e_y	eccentricità del carico in direzione x e y
	B'	larghezza effettiva della fondazione
	L'	lunghezza effettiva della fondazione
	A'	area effettiva della fondazione
	H_d	valore di progetto dell'azione orizzontale
	$R_{d,H,s}$	resistenza allo scorrimento tra il terreno e il fondo della fondazione
	$R_{d,H,b}$	resistenza allo scorrimento tra il sottofondo e la fondazione
	γ_{ecc}	fattore di eccentricità
	M_{dst}	momento destabilizzante
	M_{stb}	momento stabilizzante
	V_{dst}	valore di progetto della combinazione di azioni destabilizzanti verticali permanenti e accidentali
	G_{stb}	valore di progetto delle azioni verticali permanenti stabilizzanti
	Rebars x_a	schema di armatura in direzione x inferiore (se calcolato)
	Rebars x_f	schema di armatura in direzione x superiore (se calcolato)
	Rebars y_a	schema di armatura in direzione y inferiore (se calcolato)
	Rebars y_f	schema di armatura in direzione y superiore (se calcolato)
	ΔV_{ed}	la forza netta verso l'alto all'interno del perimetro di controllo considerato
	u_0	lunghezza del perimetro dell'area di carico
	u_1	lunghezza del perimetro di controllo di base
EC, NTC	v_{Ed0}	sollecitazione di taglio massima sul perimetro del pilastro u_0
EC, NTC	v_{Ed}	massima sollecitazione di taglio sul perimetro di controllo
EC, NTC	$v_{Rd,max}$	massima resistenza di progetto a taglio senza armatura di rinforzo
EC, NTC	$v_{Rd,c}$	resistenza minima di progetto a taglio senza armatura di rinforzo
EC, NTC	$v_{Rd,cs}$	resistenza di progetto a taglio con armatura di rinforzo
EC, NTC	A_{sw}	armatura a taglio lungo il perimetro di controllo
SIA	V_d	forza di progetto a punzonamento
SIA	$V_{d,s}$	$V_d - V_{Rd,c} > V_d/2$
SIA	$V_{Rd,max}$	massima resistenza di progetto a taglio senza armatura di rinforzo
SIA	$V_{Rd,c}$	valore di progetto della resistenza a punzonamento in base alla resistenza a compressione del calcestruzzo
SIA	$V_{Rd,s}$	SIA 262 4.3.6.5.4
	Stress ratio	rapporto tra la sollecitazione causata dai carichi e la sollecitazione dovuta al peso proprio del terreno (se il cedimento limite è al di sotto del ultimo livello della stratigrafia il suo valore è determinato in quel punto ed è maggiore di 0,1, altrimenti è 0,1)



Copia immagine



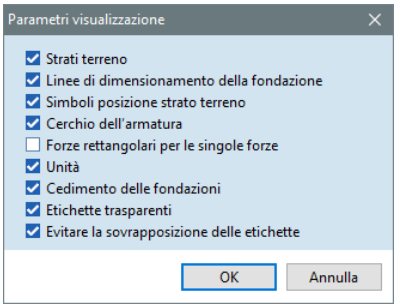
Stampa immagine



Salva le immagini nella Libreria delle Immagini



Mostra parametri
Spegne e accendei i simboli dell'immagine

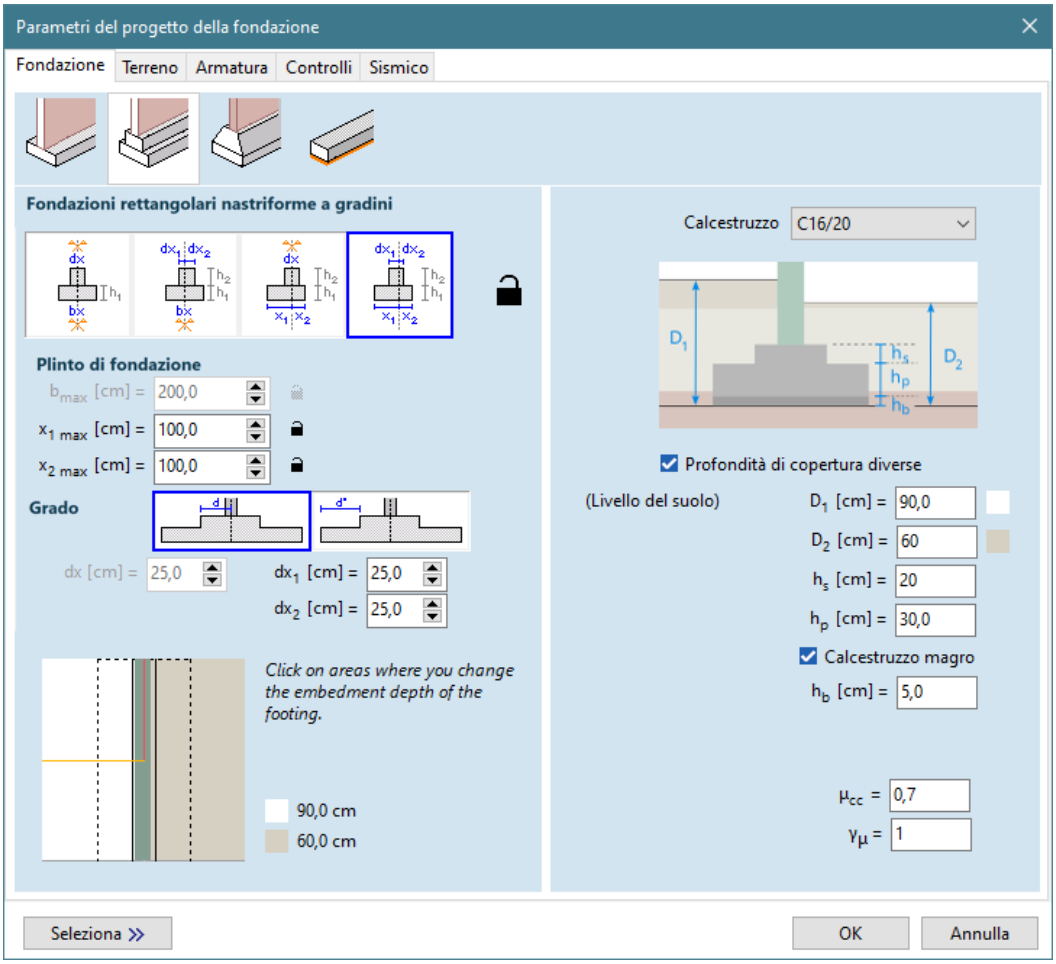


6.5.15.2. **Progettazione della fondazione continua**



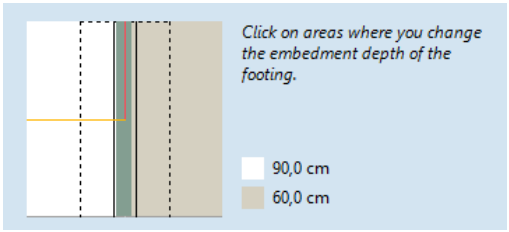
AXISVM può determinare la dimensione necessaria e l'armatura delle fondazioni continue (con o senza piede), e può verificare il piede della fondazione contro lo scorrimento e il punzonamento secondo l'Eurocode7 e MSZ. Esso determina l'insediamento della fondazione.
La progetazzione della fondazione continua è simile alla progettazione del plinto. Bisogna inserie i parameteri della geometria della fondazione continua.
Se nel modello è presente almeno un campione di trivellazione (***vedere...*** *4.9.3 Aggiungere campioni di trivellazione (modulo SOIL)*), è possibile selezionare Profilo del terreno *Interpolato* come per gli appoggi. In questo caso, le caratteristiche del terreno possono variare lungo la linea di fondazione. Per questo motivo, il programma mostrerà solo l'utilizzo massimo lungo gli appoggi.

hibás kép – szövegfordítás?

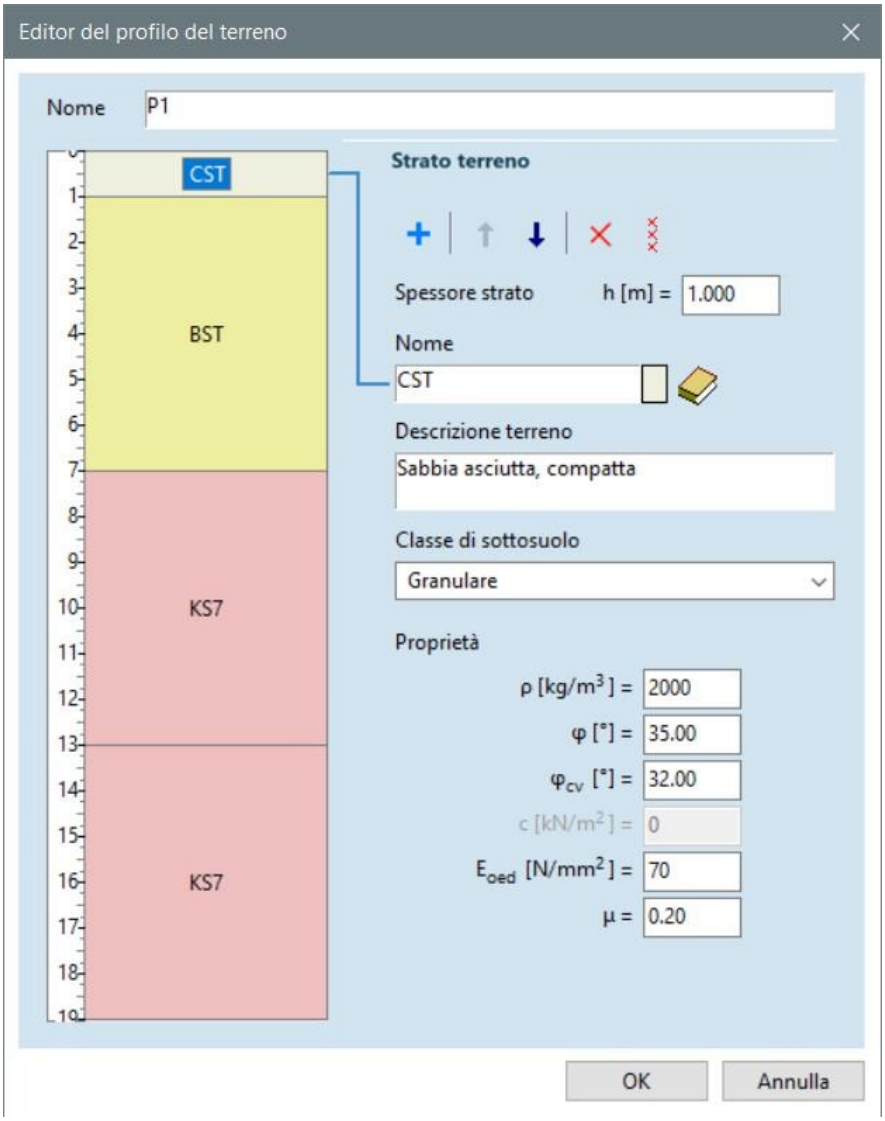


hibás kép

Se l'opzione *Diverse profondità di riempimento* è attivata, il supporto divide l'area in due metà e facendo clic sul lato sinistro o destro si modifica la profondità di riempimento. Sinistra o destra sono definite dalla direzione *y* locale dell'appoggio (asse giallo del sistema).



6.5.15.3. **Editor del profilo del terreno**



L'editor può essere usato per modificare o creare il profilo di un terreno.
La casella *Nome* può anche essere usata per rinominare un profilo di terreno esistente. Dopo aver modificato un profilo di terreno del modello (o della libreria) si può scegliere di sovrascrivere il profilo originale o aggiungerne uno nuovo al modello (o alla libreria). Cliccare sul diagramma del terreno sulla sinistra per selezionare un livello (o usare i tasti Su e Giù). I parametri dello strato selezionato possono essere modificati sulla destra.

Aggiungere un nuovo strato di terreno
Aggiunge un nuovo strato in basso con lo spessore e i parametri attuali. La posizione dello strato può essere impostata usando le frecce.

Sposta su
Sposta lo strato sopra lo strato precedente.

Sposta giu
Sposta lo strato sotto lo strato successivo.



Elimina lo strato
Cancella lo strato selezionato dal profilo del terreno.



Elimina tutti
Elimina tutti gli strati.

Proprietà dello strato del terreno

Inserire lo *Spessore dello strato (h),* un breve nome dello strato, il colore dello strato (cliccare sul rettangolo colorato per modificarlo), e una descrizione del terreno. Il diagramma del profilo del terreno visualizza solo il nome breve..

I parametri del terreno utilizzati nei calcoli sono:

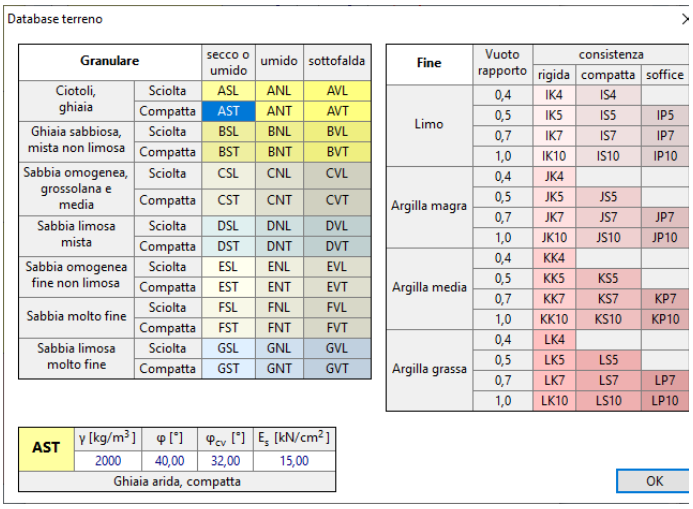
Tipo di terreno	Grana grossa, Grana grossa sommerso, o Grana fine
γ [kg/m3]	Densità della massa
φ [°]	Angolo di attrito
φ cv [°]	Angolo di stato critico della resistenza a taglio (usato nella verifica a scorrimento)
c [kN/m2]	Coesione (solo per terreni a grana fine)
E_{oed}	Modulo elastico

Soil database

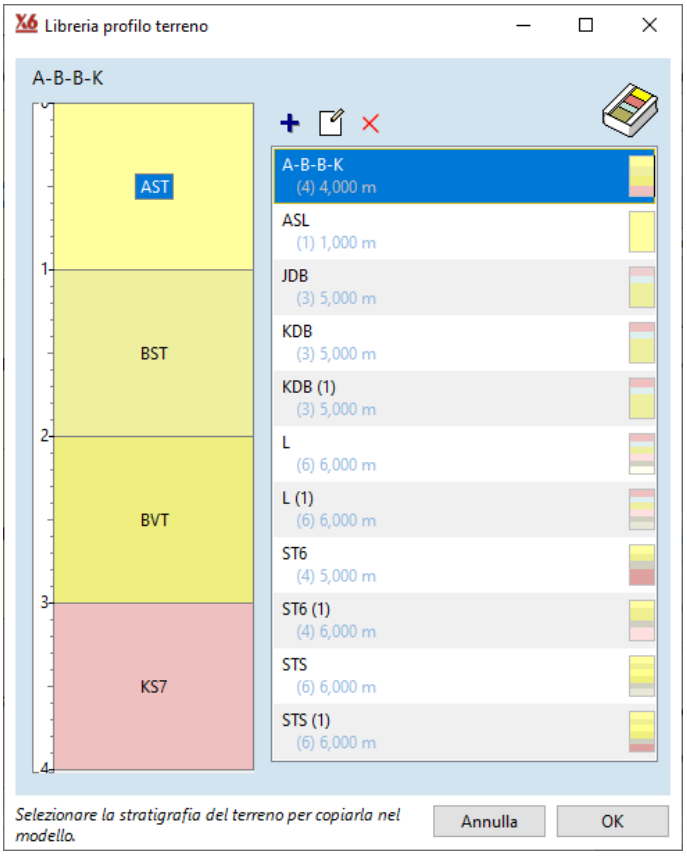


Facendo clic sul pulsante del *Database dei terreni* si apre una finestra di dialogo per selezionarne uno predefinito. Le proprietà del materiale selezionato sono visualizzate in basso.

Cliccando su *OK* o facendo doppio clic su una cella si copiano i parametri *del terreno selezionato nello strato corrente.*



6.5.15.4. **Libreria dei profili del terreno**



I profili del terreno salvati nella libreria dei profili del terreno sono disponibili per qualsiasi modello. L'elenco è in ordine alfabetico. Il numero di strati è mostrato tra parentesi sotto il nome del profilo, seguito dalla profondità del profilo del terreno. Un'anteprima del profilo viene visualizzata sulla destra. La selezione multipla è disponibile nel solito modo (Ctrl + click per aggiungere singoli elementi alla selezione, Shift + click per selezionare tutto ciò che è compreso).

Crea un nuovo profilo di terreno
Crea un profilo del terreno personalizzato con i parametri definiti dall' utente.

Modifica profilo del terreno
Consente la modifica nell'editor del profilo del terreno. Il profilo esistente può essere sovrascritto o il profilo modificato può essere aggiunto alla libreria.

Cancella il profilo del terreno dalla libreria
Rimuove i profili selezionati dalla libreria.

6.5.16. Progettazione di setti e pareti in cemento armato - modulo RC5

RC5 fornisce strumenti per assegnare l'armatura a setti e pareti e per eseguire verifiche di progetto di nuclei/pareti sottoposti a flessione e forza assiale.
Un'armatura diversa dall'armatura della superficie piana (***vedere...*** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*) può essere assegnata a travi virtuali o fasce virtuali (***vedere...*** *2.16.19 Travi virtuali*) facendo clic sull'icona del R.C. della barra degli strumenti di progettazione o facendo clic sull'asse di una trave/fascia virtuale. L'icona è disponibile solo se 1) il modello contiene un dominio di cemento armato, 2) contiene almeno una trave/fascia virtuale e 3) sono stati calcolati risultati statici o dinamici.

Prima seleziona una trave o una fascia virtuale esistente. La selezione non è corretta se

- Non è stato selezionato né una trave virtuale né una fascia virtuale.
- È stato selezionato più di una trave/fascia virtuale.
- La trave/fascia virtuale selezionata ha domini non in calcestruzzo.
- La trave/fascia virtuale selezionata non è continua.

- La sezione trasversale della trave/fascia virtuale non è supportata (ad esempio sezione variabile).
- La trave/fascia virtuale selezionata non è verticale (è consentito una deviazione massima di 15 °).
- La trave/fascia virtuale selezionata ha una sezione trasversale automatica ma una nervatura collegata a uno dei domini non è in calcestruzzo.

Dopo aver completato la selezione, viene visualizzata la finestra di dialogo *Nuclei e pareti in cemento armato*. Questa finestra di dialogo serve per assegnare livelli e armature a setti e muri e per eseguire delle verifiche di progettazione.
Questa finestra di dialogo ha tre schede: *Travi virtuali, Fascie virtuali, Utilizzo generale*.

Travi virtuali

Le travi virtuali possono essere utilizzate per progettare setti in cemento armato con l'ipotesi che le sezioni rimangano approssimativamente piane prima e dopo il caricamento. Questa ipotesi può essere errata in caso di setti grandi e corti e in presenza di un considerevole momento torsionale di deformazione se la sezione è sensibile agli effetti di deformazione.
Il modulo può verificare sezioni di pareti in calcestruzzo (strisce virtuali) o nuclei (travi virtuali) sottoposti a flessione con forza assiale (interazione *N-M*). La verifica a taglio è disponibile solo per le strisce virtuali, ma l'utilizzo a taglio non può essere sommato all'utilizzo *N-M* (flessione con forza assiale). Nel caso di nuclei complessi, il controllo di taglio può essere eseguito solo per le strisce virtuali separate. Per forze interne eccentriche *(N-M), la* verifica di progettazione delle anime in cemento armato è simile a quello delle colonne in cemento armato. Il diagramma di interazione della resistenza N_x–M_y–M_z della sezione viene calcolato e viene controllato se il punto che rappresenta le forze di progetto $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$, Ed è all'interno del diagramma di interazione. La verifica della progettazione dell'armatura del setto non consente la definizione di un coefficiente di lunghezza di instabilità, poiché i codici di progettazione moderni (ad esempio EN 1992-1-1) includono metodi per tenere conto dell'effetto delle **imperfezioni** e degli **effetti del secondo ordine** a livello strutturale. **Nel caso di setti in cemento armato, si presume che le forze interne del progetto integrato includano l'effetto delle imperfezioni e gli effetti del secondo ordine.**

Fascie virtuali

Le fasce virtuali possono essere utilizzate dalla verifica di progettazione delle estremità delle pareti o dei segmenti di parete considerando possibili rotture di instabilità del muro tra i livelli. Il programma è in grado di calcolare le eccentricità aggiuntive da imperfezioni e effetti del secondo ordine riguardanti un livello. Aggiungendoli alle eccentricità iniziali (calcolate dalle forze interne integrate), il programma calcola le forze di progettazione $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$. **Si presume che le forze interne del progetto integrato includano l'effetto di imperfezioni e effetti del secondo ordine a livello strutturale**. La verifica del progetto viene eseguita in modo simile al caso di setti in cemento armato nel quale viene generato il diagramma di interazione della resistenza N_x-M_y-M_z della sezione e viene controllato se il punto che rappresenta le forze di progettazione $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ è all'interno del diagramma di interazione.

Utilizzo generale

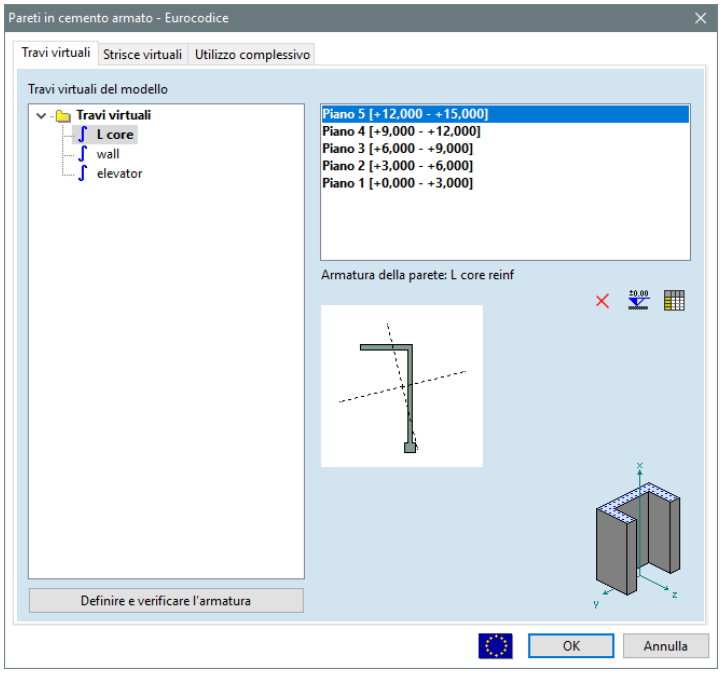
L'utilizzo generale consiste nel combinare l'utilizzo derivato dai risultati di progettazione di setti in cemento armato calcolati con travi virtuali e l'utilizzo derivato dai risultati di progettazione di estremità/segmenti di muro calcolati con fasce virtuali. La combinazione dei due valori di utilizzo è necessaria poiché il diagramma di interazione della resistenza N_x-M_y-M_z dei setti viene generato ignorando una possibile perdita di stabilità (e resistenza) delle estremità della parete compressa e dei segmenti della parete interna.
Per modellare un nucleo in cemento armato definire una trave virtuale e un'armatura per l'intero setto e calcolare il suo utilizzo. Quindi definire le fascie virtuali per le singole sezioni del setto e calcolare il loro utilizzo per quanto riguarda la perdita di stabilità. Il programma supporta l'uso di varie regole di sommatoria (vedere sotto).

☞ ***Nel caso di setti sensibili alla deformazione e la presenza di notevoli momenti torsionali di deformata, la sezione si deforma e non rimane piana dopo il caricamento. Si consiglia di eseguire il controllo del progetto per i segmenti di parete del nucleo separatamente in questi casi, poiché la sezione non può essere progettata nel suo complesso.***

Travi virtuali

Travi virtuali del modello

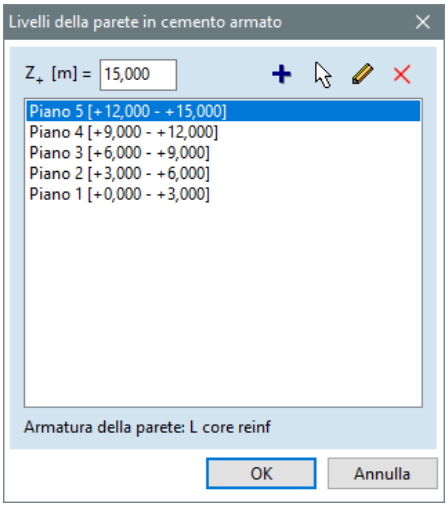
L'albero a sinistra mostra le travi virtuali del modello. Se i livelli di armature delle pareti sono state assegnate alla trave virtuale, il suo nome appare in grassetto. Se viene selezionato una trave virtuale di questo tipo, i livelli assegnati sono elencati a destra. I livelli con armature effettiva sono visualizzati in grassetto.



Se viene selezionata una trave virtuale senza livello, l'elenco rimane vuoto e solo il pulsante centrale è disponibile. Fare clic su quel pulsante per assegnare livelli alla trave virtuale.



Prima di definire l'armatura effettiva, i livelli devono essere assegnati alle travi/fasce virtuali. La suddivisione della trave virtuale in livelli rende l'armatura più economica ed efficiente in quanto può seguire i cambiamenti delle forze interne.
Un piano deve intersecare l'asse della trave/fascia virtuale selezionata. I livelli dei modelli esistenti che soddisfano questo criterio vengono automaticamente aggiunte all'elenco (***vedere...*** *3.3.4 Piani*, ma i livelli assegnati ad una trave o fasce virtuali non devono necessariamente essere identiche ai livelli del modello.



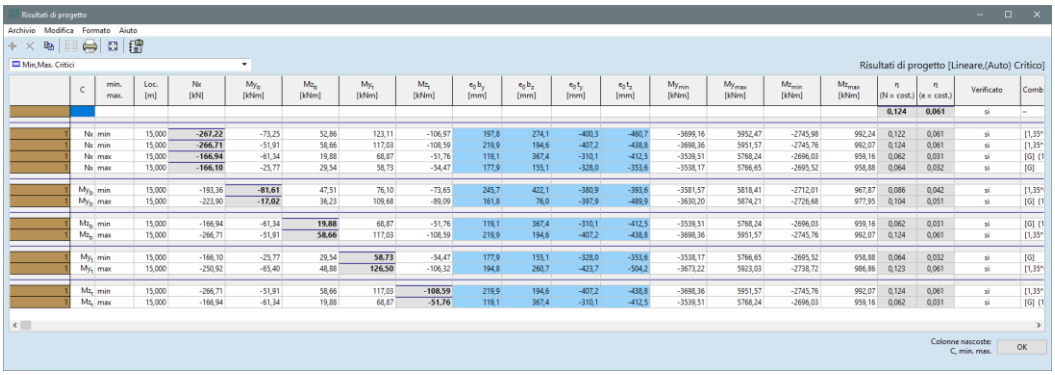
I livelli possono essere cancellati (icona cancella), modificate (icona matita) e possono essere aggiunti nuovi livelli (+ e freccia). I livelli vengono salvati nella trave/fascia virtuale. Se i livelli sono assegnati alla trave/fascia virtuale, la sua sezione trasversale verrà visualizzata con cerchi sull'asse della trave/fascia virtuale che indicano i confini del piano.



L'armatura può essere cancellata dal piano selezionato con questo pulsante. È disponibile solo se al piano è assegnata u'armatura.



I risultati del progetto del piano selezionato della trave virtuale selezionata possono essere visualizzati in una tabella riassuntiva (vedere sotto). Questo pulsante è disponibile solo se l'armatura è assegnata al piano.



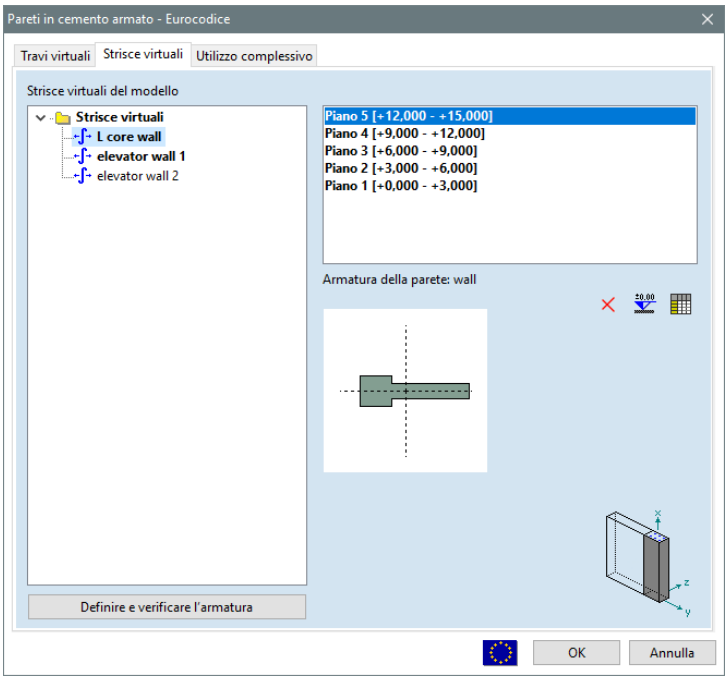
Definire e verificare l'armatura

Dopo aver fatto clic sul pulsante *Definire e verificare l'armatura* (o doppio click sul piano), si apre una nuova finestra di dialogo (***vedere...*** *6.5.16.1 Definire l'armatura del nucleo/parete*) in cui è possibile assegnare una nuova armatura al piano o modificarne una esistente.

☞ ***Invece di cliccare sul pulsante Definisci e controlla l'armatura, é possibile aprire la finestra per definire e controllare l'armatura facendo doppio clic sul piano selezionato.***

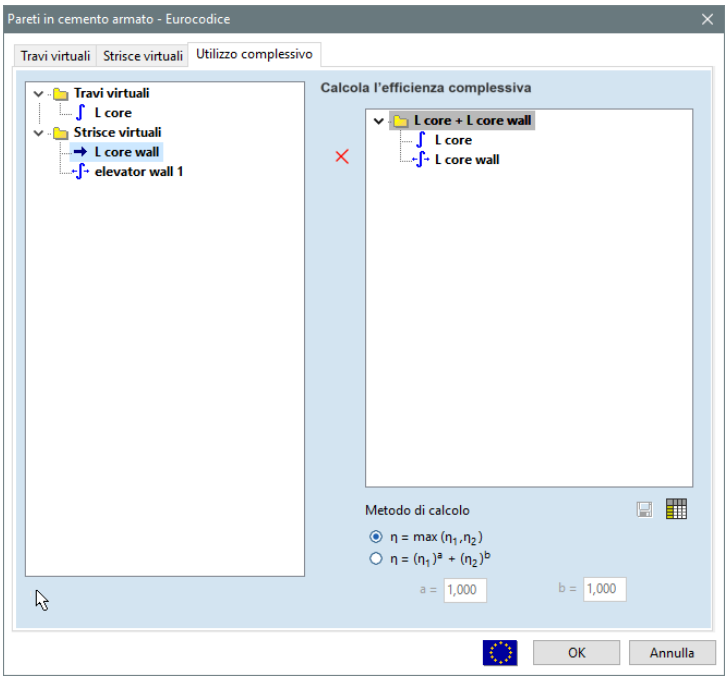
Fascie virtuali

Nella scheda *Fasce virtuali*, le stesse funzionalità e pulsanti sono disponibili come nella scheda *Travi virtuali*. Possono essere assegnati livelli e armature a delle fasce virtuali che possono essere utilizzate per modellare e progettare le estremità e i segmenti delle pareti.



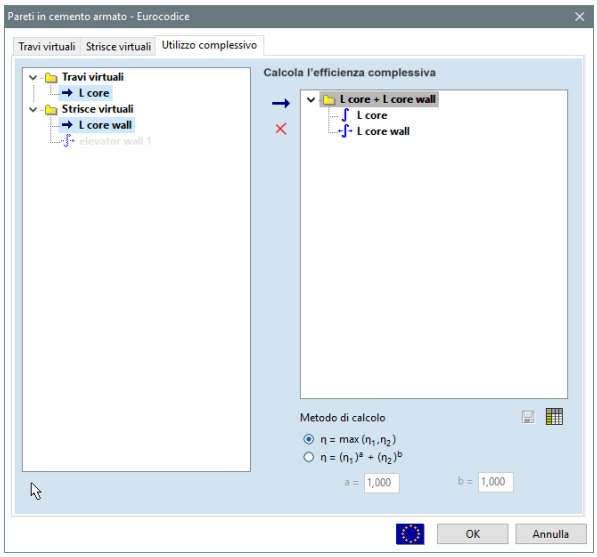
Utilizzo generale

Nella scheda *Utilizzo generale*, è possibile creare coppie di trave virtuale - fasce virtuale, eliminare e modificare quelle utilizzate per calcolare l'utilizzo generale di setti e pareti armati.



Travi virtuali e fasce virtuali nel modello

L'albero a sinistra mostra le travi virtuali e le fasce virtuali con i livelli di armature delle pareti assegnate. Travi e fasce virtuali con armature effettiva mancante su uno o più piani appaiono in rosso. In questo caso, l'utilizzo generale non può essere calcolato per ogni piano.
L'albero di sinistra supporta la selezione multipla. Tenere premuto il tasto Ctrl e fare clic sugli elementi per aggiungerli alla selezione. Una trave virtuale e una fascia virtuale possono essere associati solo se la trave virtuale e la fascia virtuale selezionati sono compatibili. Se viene selezionato una trave virtuale, tutte le fasce virtuali incompatibili diventeranno di colore grigio chiaro.



☞ ***Una trave virtuale e una fascia virtuale sono compatibili se hanno lo stesso numero di livelli e i loro livelli sono identici.***

Calcolo dell'utilizzo generale

Tutte le coppie virtuali di travi e fasce create sono elencate a destra.

Questo pulsante è disponibile solo se sulla sinistra sono selezionati una trave virtuale e una fascia virtuale compatibile. Fare clic su questo pulsante per aggiungere all'elenco una nuova coppia di trave virtuale-fascia virtuale. Il nome della coppia è composto dai nomi della trave virtuale e della fascia virtuale.

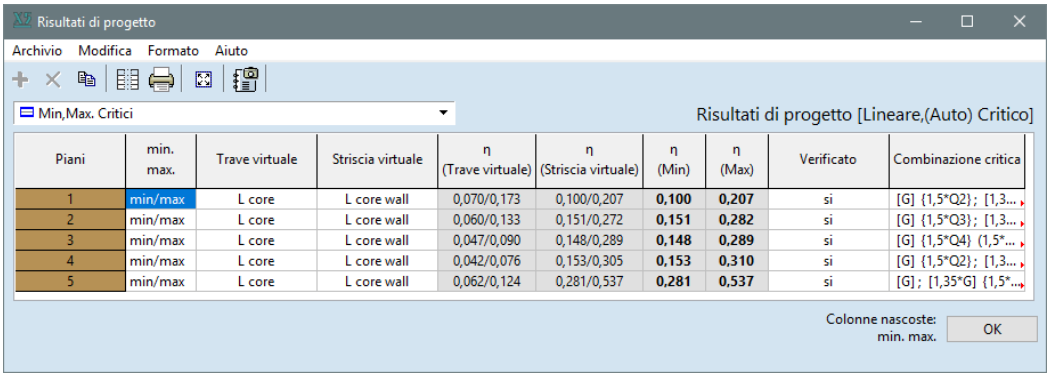
Questo pulsante può essere utilizzato per eliminare una trave virtuale - una coppia di fasce virtuali dall'elenco.

La regola di combinazione per calcolare l'utilizzo generale della coppia selezionata di trave virtuale e fascia virtuale può essere definita sotto l'elenco. Sono disponibili due diverse regole di combinazione.

$$\eta = \max(\eta_1, \eta_2) \quad \text{oppure} \quad \eta = \eta_1^a + \eta_2^b$$

La regola predefinita è la prima. Fare clic sul pulsante Salva per modificare la regola di combinazione della coppia selezionata della trave virtuale - fascia virtuale.

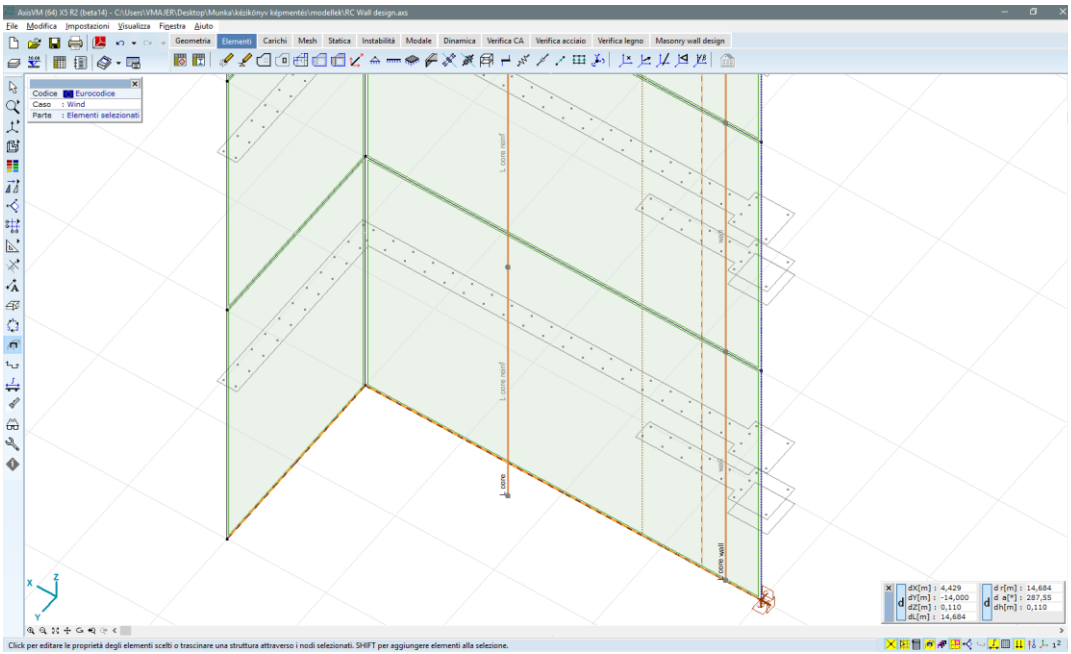
Fare clic sul pulsante della tabella per riepilogare i risultati di progettazione della coppia virtuale selezionata di trave virtuale – fascia virtuale in modo tabellare (vedere di seguito).



Piani	min. max.	Trave virtuale	Striscia virtuale	η (Trave virtuale)	η (Striscia virtuale)	η (Min)	η (Max)	Verificato	Combinazione critica
1	min/max	L core	L core wall	0,070/0,173	0,100/0,207	**0,100**	**0,207**	si	[G] {1,5*Q2} ; [1,3...
2	min/max	L core	L core wall	0,060/0,133	0,151/0,272	**0,151**	**0,282**	si	[G] {1,5*Q3} ; [1,3...
3	min/max	L core	L core wall	0,047/0,090	0,148/0,289	**0,148**	**0,289**	si	[G] {1,5*Q4} (1,5*...
4	min/max	L core	L core wall	0,042/0,076	0,153/0,305	**0,153**	**0,310**	si	[G] {1,5*Q2} ; [1,3...
5	min/max	L core	L core wall	0,062/0,124	0,281/0,537	**0,281**	**0,537**	si	[G] ; [1,35*G] {1,5*...

Visualizzazione

Se i livelli e l'armatura effettiva sono assegnati alla trave/fascia virtuale, la sezione trasversale con armatura verrà visualizzata con cerchi sull'asse della trave/fascia virtuale che indicano i confini dei livelli di armatura delle pareti. Il nome dell'armatura effettiva assegnata al piano viene visualizzato vicino al centro del piano sull'asse dela trave/fascia virtuale.



☞ ***Con l'unione dei livelli e le effettive armature di travi virtuali e fasce virtuali, praticamente, assegniamo armature a elementi non esistenti (trave virtuale e fascia virtuale) per integrare i sforzi in domini e superfici e per eseguire il controllo del progetto per le forze interne integrate. La larghezza data di fasce virtuali oppure i livelli definiti non corrispondono necessariamente ai confini dei domini o alla mesh degli elementi finiti. Per questo motivo, l'armatura effettiva è indipendente dai parametri di armatura*** (**vedere…** *6.5.1 Parametri e calcolo dell'armatura di elemento bidimensionali – modulo RC1*) ***e dall'armatura effettiva*** (***vedere…*** *6.5.2 Armatura effettiva*) ***assegnato alle superfici. Le statistiche della barra per il rapporto peso*** (***vedere…*** *3.2.13 Informazioni sul Peso*) ***non includono le armature effettive assegnate a travi e fasce virtuali.***

6.5.16.1. **Definire l'armatura del nucleo/parete**

Fare clic sul pulsante *Definisci e controlla l'armatura* nella tabella *Travi virtuali* o *Fasce virtuali* per definire i parametri di armatura di parete/nucleo e l'armatura effettiva nella finestra di dialogo seguente (*Verifica di progetto di setto/parete in cemento armato*). La finestra di dialogo è molto simile alla finestra di dialogo dell'armatura delle colonne (***vedere…*** *6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)* e *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*).

Barre di rinforzo

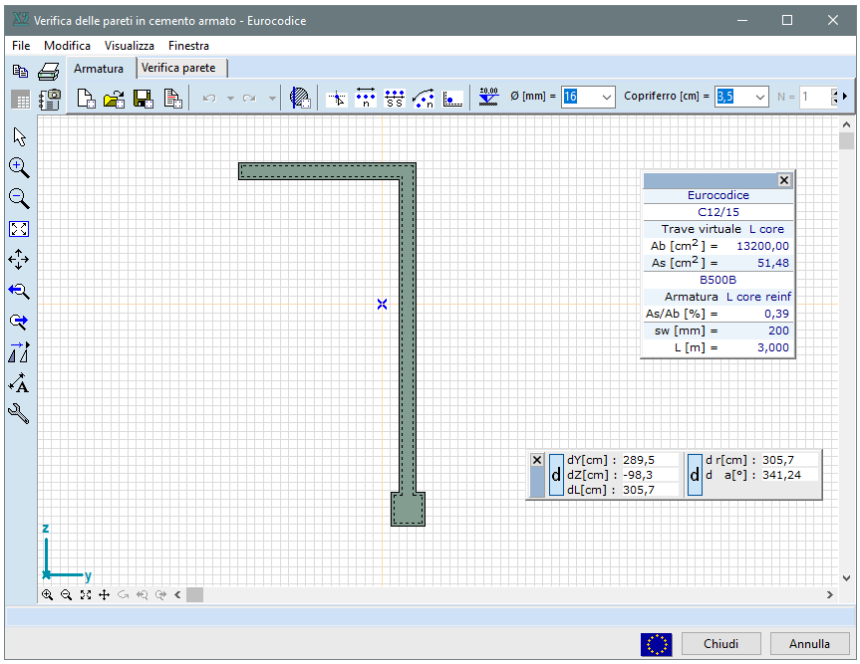
Questa opzione serve per impostare la classe delle barre d'acciaio per le armature e del calcestruzzo, i parametri di instabilità fuori piano (solo nel caso di fasce virtuali) e posizionare le armature all'interno della sezione trasversale del muro.

Sezione trasversale

La finestra principale mostra la sezione trasversale del progetto presa dalla trave/fascia virtuale. La sezione trasversale di travi e fasce virtuali può essere creata automaticamente dagli elementi di superficie intersecati o definiti dall'utente. La sezione trasversale non può essere modificata qui poiché è una caratteristica della trave/fascia virtuale. La sezione trasversale può essere modificata solo sulla finestra *Travi virtuali* (***vedere…*** *2.16.19 Travi virtuali*).

Sistema di coordinate locale

Il sistema di coordinate locale della trave/fascia virtuale svolge un ruolo importante nella procedura di controllo del progetto, poiché le forze interne sono integrate dalle sollecitazioni in questo sistema di coordinate. L'orientamento della sezione trasversale visualizzata nella *Verifica del progetto del nucleo/parete in cemento armato* è anche coerente con questo sistema di coordinate locale.



Aggiungi il disegno alla galleria

Salva il disegno corrente nella Libreria Disegni.

Nuovo rinforzo

Definisce un nuovo rinforzo.

Carica

Carica rinforzi definiti in precedenza.

Salva

Salva i rinforzi.

Elenco dei rinforzi

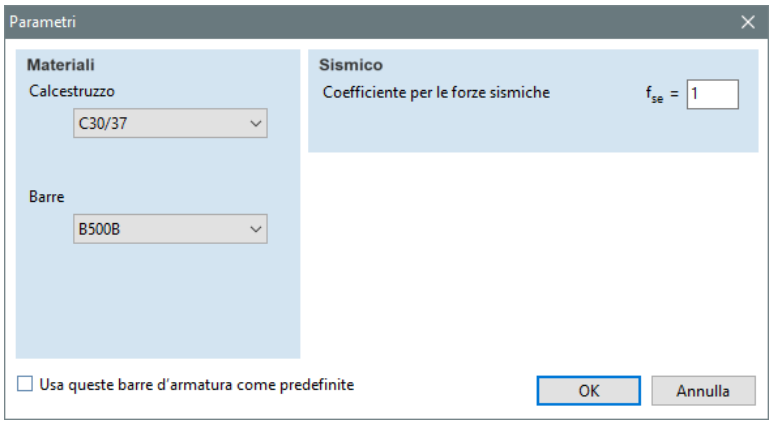
Elenco delle armature esistenti.

Parametri

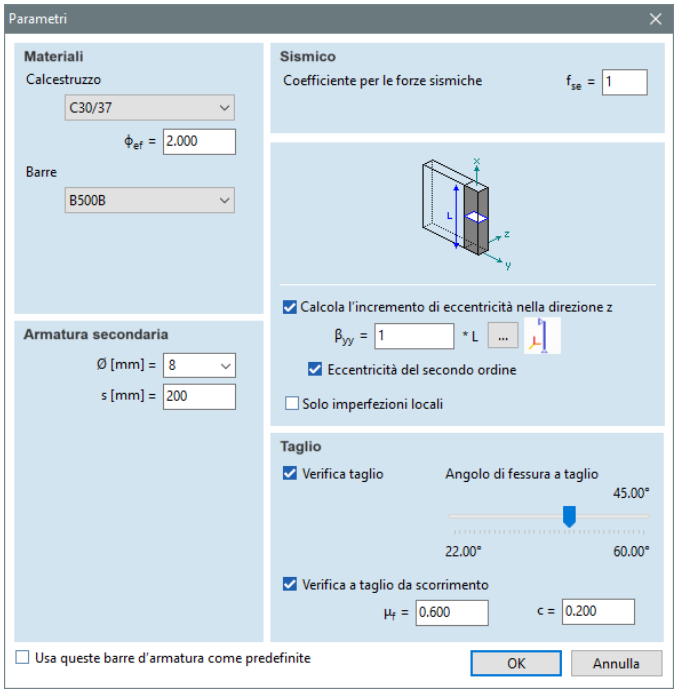
Consente di specificare i parametri utilizzati nel corso del controllo del progetto.
Per le fasce virtuali è possibile specificare un fattore di lunghezza di instabilità β_{yy}. (β_{yy} correlato all'instabilità nel piano *x-z*). È anche possibile selezionare la forma di instabilità. La lunghezza di instabilità è calcolata come l'altezza del muro nel piano selezionato, moltiplicata per il fattore della lunghezza di instabilità. La classe del calcestruzzo utilizzata nel calcolo può essere diversa dalla classe di calcestruzzo assegnato all'elemento strutturale. Permette all'utente di valutare la sicurezza strutturale con diversi tipi di calcestruzzo senza nuove analisi statiche. ϕ_{ef} è il cosiddetto indice di scorrimento efficace secondo la sezione 5.8.4 della norma EN 1992-1-1.
Si può vedere il coefficiente di forze sismiche in *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*.

Oltre alle impostazioni di cui sopra, nel caso delle strisce virtuali, è possibile impostare il diametro e la spaziatura dell'armatura secondaria, e richiedere la verifica del taglio. Oltre alla verifica a taglio della sezione trasversale, può essere selezionata anche la verifica del taglio a scorrimento. L'angolo di rottura a taglio può essere specificato. Selezionando la verifica a scorrimento per taglio, si possono impostare due parametri che dipendono dalla rugosità della superficie: μ_f e c.

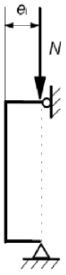
Trave virtuale



Fascia virtuale

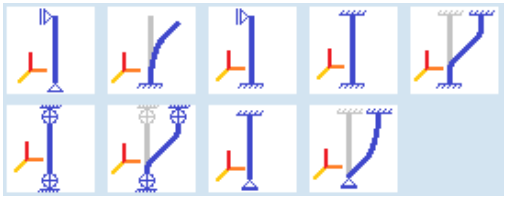


Se le imperfezioni globali vengono prese in considerazione dai carichi aggiuntivi che agiscono sulla struttura, devono essere ignorate nel calcolo delle armature. Per ottenere questo, controllare *solo le imperfezioni locali*. Se viene selezionata una forma di instabilità dell'oscillazione, viene considerata solo una imperfezione geometrica locale costante (***vedere...*** *6.5.16.3 Calcolo di eccentricità*).



Forma di instabilità

Le eccentricità del secondo ordine sono calcolate in base alla forma di instabilità selezionata (***vedere...*** *6.5.16.3 Calcolo di eccentricità*). I fattori di lunghezza di instabilità vengono modificati di conseguenza, ma possono essere ignorati.



Posizionamento / da copriferro

Genera una barra di rinforzo con il diametro specificato nella posizione del cursore.
Se il cursore si trova su un angolo o sulla linea di contorno, il rinforzo verrà posizionato considerando il copriferro.

Passo

Inserisce in modo uniforme *N+1* nuove barre d'armatura tra due punti selezionati.

Passo con distanza costante dalla barra d'armatura

Inserisce nuove barre d'armatura tra due punti selezionati considerando la distanza della barra di armatura *s* costante. Se la distanza tra i punti finali non è un multiplo della distanza della barra d'armatura *s*, ma una sola barra, la distanza tra quest'ultimi sarà inferiore a *s*.

Passo circolare su un arco



Inserisce in modo uniforme circolare *N+1* nuove barre d'armatura tra un punto iniziale selezionato e un punto finale di un arco. Se viene disegnato un intero cerchio, il programma inserisce *N* barre in modo uniforme attorno al cerchio.

Posizionamento delle barre d'armature agli angoli



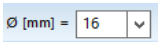
Posiziona le barre in angoli positivi e negativi (> 5 °) se non ci sono barre d'armatura nell'angolo.

Livelli



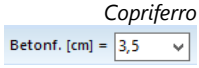
Apre una finestra di dialogo per selezionare il livello.

Diametro

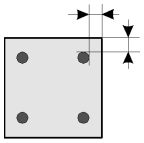


Consente di definire o modificare il diametro di una barra di armatura.
Per modificare, selezionare le barre e quindi inserire il diametro o selezionare un valore dall'elenco.

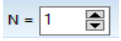
Copriferro



Consente di definire o modificare il copriferro.

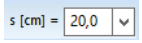


N (numero della divisione)



Il numero della divisione che definisce il numero di barre di armatura come N + 1.

s (distanza della barra)



La distanza della barra d'armatura considerata nel passo con una distanza di armatura costante.

Trasformazioni geometriche

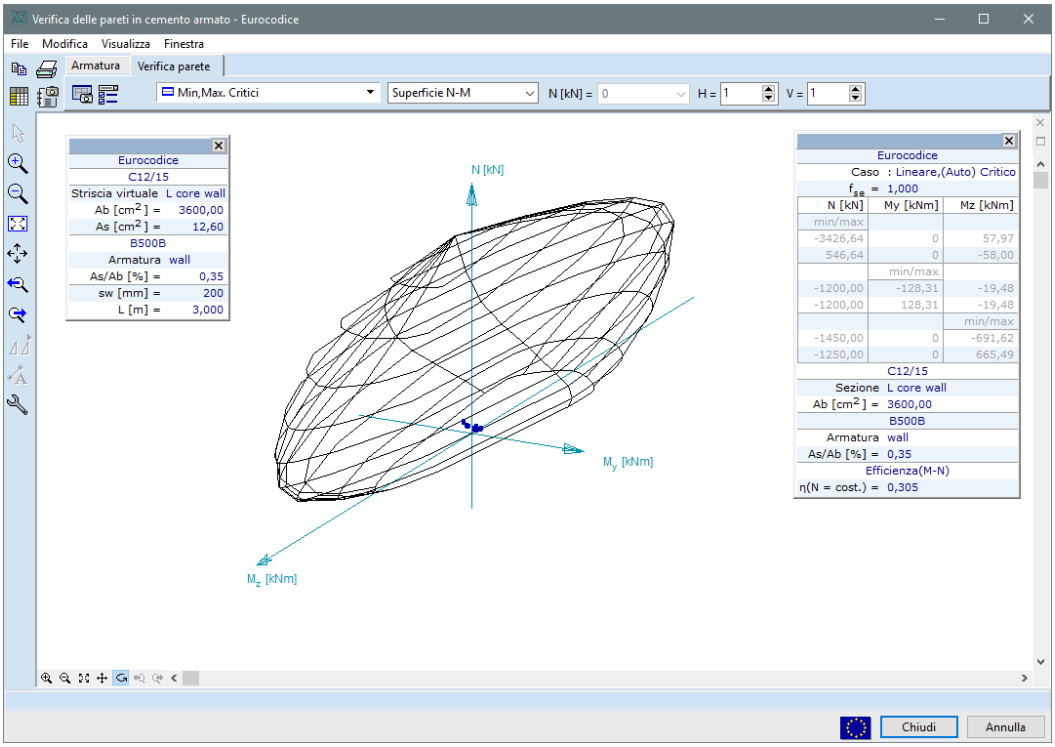
Traslazione  Crea nuove barre d'armature copiando quelle esistenti per traslazione.

Rotazione  Crea nuove armature copiando quelle esistenti per rotazione.

Specchiamento  Crea nuove barre d'armature rispecchiando quelle esistenti.

6.5.16.2. **Verifica dell'armatura del nucleo/parete**

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è possibile eseguire la progettazione di pareti e nuclei in cemento armato sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*



Verifica setto/parete

Selezionando la scheda *Verifica setto/parete*, il programma esegue la verifica contro la flessione con o senza forza assiale o la verifica a taglio in base alle proprietà della sezione trasversale e ai parametri di armatura. Nel caso di interazione *N-M*, l modulo determina le eccentricità provenienti da imperfezioni ed effetti del secondo ordine in base ai parametri di instabilità dati e secondo i requisiti della normativa di progetto corrente.

Il programma calcola le forze interne $N_{x,Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ (***vedere…*** *6.5.16.3 Calcolo di eccentricità*) e verifica se questi punti si trovano nel diagramma di interazione.

Il controllo del progetto dei setti e delle pareti in cemento armato viene eseguito in modo molto simile alla verifica del progetto delle colonne in cemento armato, quindi diagrammi, funzionalità e pulsanti sono molto simili o identici a quelli introdotti nelle sezioni precedenti (***per ulteriori dettagli vedere…*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*).

Il diagramma visualizzato e le sue proprietà possono essere impostati nella finestra Parametri di visualizzazione.

La verifica a taglio è disponibile solo per le strisce virtuali, se la verifica a taglio è richiesta nelle opzioni dei parametri di armatura del muro. I muri sono verificati solo per le forze di taglio parallele al piano del muro.

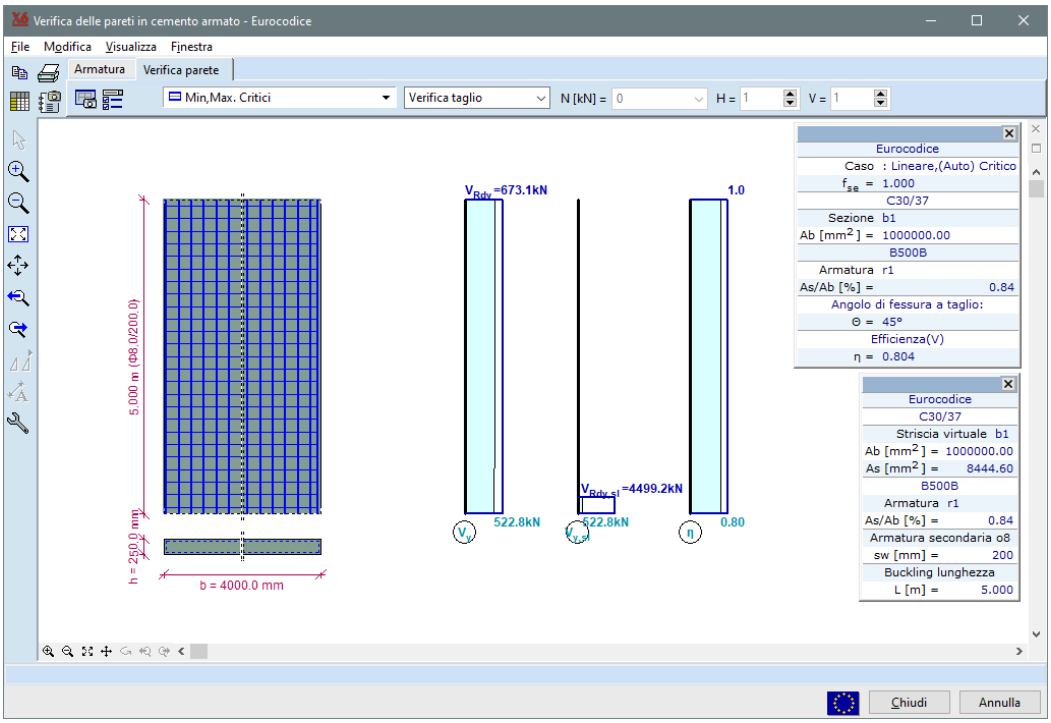
Nella finestra dei risultati, vengono presentate le seguenti figure e diagrammi:

a) la vista laterale della striscia di muro e la sua armatura (nel caso di muri a larghezza variabile, vengono mostrati solo i segmenti finali del muro)
b) la forza di taglio di progetto (V_y) e la resistenza al taglio (linea blu)
c) nel caso di taglio a scorrimento, la forza di taglio di progetto alla base del muro e la resistenza al taglio di scorrimento (linea blu)
d) l'utilizzo massimo (η) lungo l'altezza del muro.

☞ ***Nel caso di pareti nervate, per il calcolo della resistenza a taglio si considera solo la sezione trasversale del dominio della parete (senza nervature) e la sua armatura.***

☞ ***La verifica di progetto di pareti e nuclei non tiene conto delle regole di progettazione antincendio, delle temperature elevate nella sezione trasversale, dello spalling del calcestruzzo e del degrado della rigidezza e della resistenza.***

Risultato della verifica a taglio



Forze interne

La *tabella dei risultati* del progetto contiene le forze normali massime e i momenti flettenti nella parte superiore e inferiore del piano selezionato del nucleo/parete. Le forze interne sono integrate dalle sollecitazioni e sono associate al sistema di coordinate locale della trave/fascia virtuale.

Regole di dettaglio

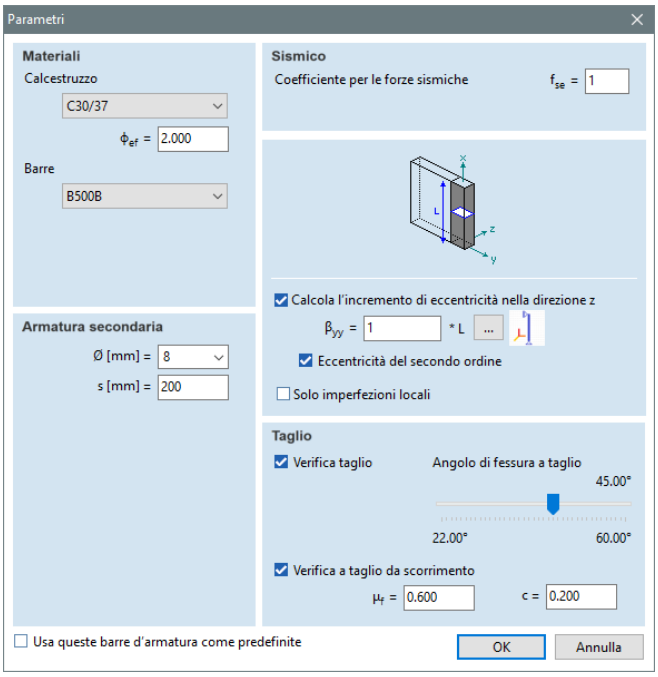
Il software controlla le regole di dettaglio più critiche secondo la normativa di progettazione corrente. Se una di queste regole non è rispettata, appare un messaggio di avvertimento.

6.5.16.3. **Calcolo di eccentricità**

Le eccentricità dovute a imperfezioni e effetti del secondo ordine vengono calcolate solo nel corso della verifica del progetto delle armature assegnate alle fasce virtuali. Queste eccentricità sono riassunte con le eccentricità iniziali calcolate dalle forze interne. In caso di armature assegnate a travi virtuali, il software non calcola le eccentricità a causa di imperfezioni e effetti del secondo ordine e le eccentricità iniziali sono eccentricità di progettazione perché i codici di progettazione moderni (ad esempio EN 1992-1-1) includono metodi per tenere conto dell'effetto di **imperfezioni** e **effetti del secondo ordine** a livello strutturale. Si presume che le forze interne rappresentino già questi effetti.

Il calcolo delle eccentricità dovute a imperfezioni e effetti del secondo ordine per l'armatura in fasce virtuali viene eseguito come il calcolo delle colonne in cemento armato (***vedere...*** *6.5.10 Armatura colonna – modulo RC2*). La differenza principale è che le eccentricità sono calcolate solo in direzione perpendicolare al piano del muro (si presume che questa direzione sia identica all'asse z locale).

☞ ***In caso di armature assegnate a fasce virtuali, si presume che l'asse z locale della fascia virtuale sia perpendicolare al muro. Per questo motivo, si presume che l'asse debole sia l'asse y locale. Tra i parametri di armatura, l'utente può specificare il coefficiente di lunghezza di instabilità relativo all'asse y debole. Si raccomanda di rivedere l'orientamento del sistema di coordinate locali prima di eseguire la verifica del progetto.***



6.5.16.3.1 Verifica dell'armatura secondo l'Eurocodice 2 (flessione con sforzo normale)

I momenti di progetto sono $M_d = N_d \cdot e_d$

dove N_d è la forza assiale e e_d è l'eccentricità del progetto.

- travi virtuali: $e_d = e_e$
- fasce virtuali parallele al piano: $e_d = e_e$
- fasce virtuali perpendicolarmente al piano: $e_d = e_e + e_i + e_2$

Eccentricità minima: $max\left(20mm, \frac{h}{30}\right)$.

e_e è **l'eccentricità iniziale** calcolata dalla forza assiale del primo ordine e dal momento flettente.
Eccentricità iniziale alle estremità della sezione presa in esame:

$$e_e = M_I / N_d$$

Eccentricità iniziale nella sezione intermedia della sezione presa in esame (eccentricità equivalente):

$$e_e = \text{massima}\begin{Bmatrix} 0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a \end{Bmatrix} \text{ e } |e_a| \geq |e_b|,$$

dove e_a e e_b sono le eccentricità iniziali alle estremità della sezione presa in esame.

e_i è **l'eccentricità dalle imperfezioni geometriche.**
$e_i = \alpha_h \Theta_0 \frac{l_0}{2}$, dove l_0 è la lunghezza di instabilità, $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$ e $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1$, dove l è l'altezza del piano. Θ_0 – secondo NA del codice selezionato.

e_2 è **l'eccentricità del secondo ordine**.
L'eccentricità del secondo ordine è considerata se $\lambda \geq \lambda_{lim} = 20\frac{ABC}{\sqrt{n}}$ dove

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}} \qquad A = \frac{1}{1+0.2\varphi_{ef}}, \qquad B = \sqrt{1+2\omega}, \qquad \omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}},$$

C è una costante che può essere cambiata nella finestra della *Normativa di progetto*.

☞ ***Il calcolo di λ_{lim} può essere diverso secondo NA del codice selezionato!***

Secondo la DIN EN 1992-1-1: $n < 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = \frac{16}{\sqrt{n}}; n > 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = 25.0$

Secondo la normativa italiana: $\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{n}}$

In caso di NS EN 1992-1-1 : $\lambda_n = \sqrt{\frac{n}{1+k_a\omega}} \geq \lambda_{n,lim} = 13A_\varphi$

Il metodo di calcolo prescritto di e_2 può essere il metodo di curvatura nominale o il metodo di rigidezza nominale secondo NA del codice selezionato. In alcune NA, è consentita l'applicazione di entrambi i metodi. In questi casi viene applicato il metodo di curvatura nominale.

Metodo di curvatura nominale $e_2 = \frac{1}{r}\frac{l_0^2}{c}$

dove $\frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'}$

$8 \le c \le \pi^2$ basato sul diagramma del momento flettente del primo ordine

$K_r = \min\left\{\frac{N_u' - N_{Ed}}{N_u' - N_{bal}}; 1.0\right\}$, $K_\varphi = \max\{1 + \beta\varphi_{ef}; 1.0\}$,

$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$, dove f_{ck} è in unità N/mm2

$d' = \frac{h}{2} + i_s$, dove i_s è il raggio di inerzia del rinforzo longitudinale

Metodo di rigidezza nominale $e_2 = (e_e + e_i)\left[1 + \frac{\beta}{N_B/N_d - 1}\right]$,

dove $\beta = \frac{\pi^2}{c}$

N_B è il carico di instabilità basato sulla rigidezza nominale

$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$ è la rigidezza nominale, dove

E_{cd} è il valore progettuale del modulo di elasticità del calcestruzzo, vedi 5.8.6 (3)

I_c è il momento di inerzia della sezione trasversale in calcestruzzo

E_s è il valore di progetto del modulo di elasticità del rinforzo, 5.8.6 (3)

I_s è il secondo momento dell'area di rinforzo, attorno al centro dell'area del calcestruzzo

K_c è un fattore per gli effetti della fessurazione, scorrimento ecc., vedi 5.8.7.2. (2), (3)

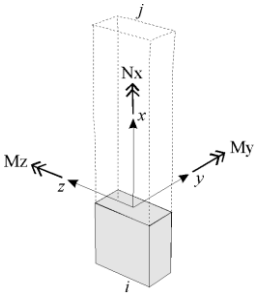
K_s è un fattore per il contributo del rinforzo, vedi 5.8.7.2. (2), (3)

Le eccentricità sono determinate in entrambi i piani di flessione. Il programma verifica le seguenti situazioni di progettazione

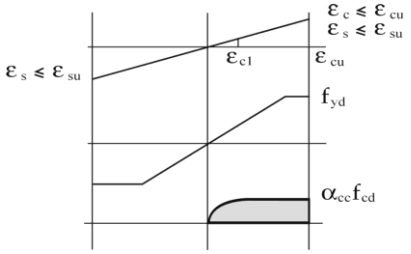
Travi virtuali	Fasce virtuali
$M_{dy} = N_d e_{ez}$	$M_{dy} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$
$M_{dz} = -N_d e_{ey}$	$M_{dz} = -N_d e_{ey}$

AXISVM controlla se i carichi di progetto calcolati *(M_{dy}, M_{dz}, N_d)* sono all'interno del diagramma di interazione della resistenza N-M. Se questo non viene soddisfatto in nessuna delle situazioni di progettazione, il nucleo/muro con la sezione e il rinforzo indicato non verifica.

Sui diagrammi di interazione della resistenza *N-M_R* e sulle curve di eccentricità critiche, i punti rappresentano questi carichi di progetto. I valori di forza e momento personalizzati possono anche essere inseriti nella tabella. Questi punti verranno visualizzati nei diagrammi di interazione della resistenza *N-M_R* e nelle curve di eccentricità critiche. I segni delle forze e dei momenti sono determinati in base alla figura.



Modelli di materiale σ, ε rapporti per calcestruzzo e acciaio:



6.5.16.3.2 **Verifica dell'armatura secondo SIA 262 (flessione con sforzo normale)**

I momenti di progetto sono $M_d = N_d \cdot e_d$

dove N_d è la forza assiale e e_d l'eccentricità del progetto.

- travi virtuali: $e_d = e_{1d}$
- fasce virtuali parallele al piano: $e_d = e_{1d}$
- fasce virtuali perpendicolarmente al piano: $e_d = e_{1d} + e_{0d} + e_{2d}$

e_{0d}: **incremento dovuto a imperfezioni geometriche**

$e_{0d} = \max\left\{\alpha_i \frac{l_{cr}}{2}; \frac{d}{30}\right\}$

dove $\frac{1}{200} \geq \alpha_i = \frac{0.01}{\sqrt{l}} \geq \frac{1}{300}$

l_{cr} è la lunghezza di instabilità, l è la lunghezza effettiva, d è l'altezza effettiva della sezione trasversale.

e_{1d}: è **l'eccentricità iniziale** calcolata dalla forza e dal momento del primo ordine.
Eccentricità iniziale alle estremità della sezione presa in esame:

$$e_{1d} = M_I / N_d$$

Eccentricità iniziale nella sezione intermedia della sezione presa in esame (eccentricità equivalente):

$$e_{1d} = \max\begin{Bmatrix} 0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a \end{Bmatrix} \; e\; |e_a| \geq |e_b|,$$

dove e_a e e_b sono le eccentricità iniziali alle estremità della sezione presa in esame.

$e_{2d} = \chi_d \frac{l_{cr}^2}{\pi^2}$,

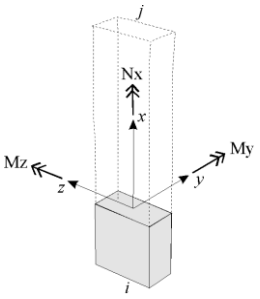
dove $\chi_d = \frac{2 f_{sd}}{E_s (d - d')}$ se è selezionata l'opzione di curvatura approssimativa, altrimenti $\chi_d = \frac{\varepsilon_{sd} - \varepsilon'_{sd}}{d - d'} + \frac{|\varepsilon_{c,\infty}|}{d}$.

Le eccentricità sono determinate in entrambi i piani di flessione. Il programma verifica le seguenti situazioni di progettazione:

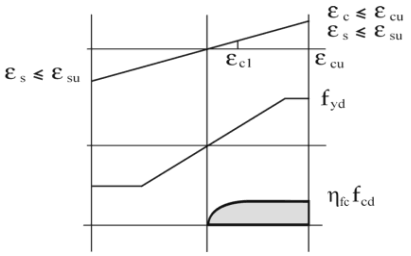
Travi virtuali	Fasce virtuali
$M_{dy} = N_d e_{1z}$	$M_{dy} = N_d (e_{1z} + e_{0z} \pm e_{2z})$
$M_{dz} = -N_d e_{1y}$	$M_{dz} = -N_d e_{1y}$

AXISVM controlla se i carichi di progetto calcolati *(M_{dy}, M_{dz}, N_d)* sono all'interno del diagramma di interazione della resistenza N-M. Se questo non viene soddisfatto in nessuna delle situazioni di progettazione, il nucleo/muro con la sezione e il rinforzo indicato non verifica.

Sui diagrammi di interazione della resistenza *N-M_R* e sulle curve di eccentricità critiche, i punti rappresentano questi carichi di progetto. I valori di forza e momento personalizzati possono anche essere inseriti nella tabella. Questi punti verranno visualizzati nei diagrammi di interazione della resistenza *N-M_R* e nelle curve di eccentricità critiche. I segni delle forze e dei momenti sono determinati in base alla figura.



Modelli materiali σ, ε rapporti per acciaio e calcestruzzo:



6.5.16.4. **Verifica a taglio di pareti in cemento armato**

Principi generali, limitazioni Nel caso di strisce virtuali, il modulo fornisce la possibilità di calcolare la resistenza al taglio e di determinare l'utilizzo a taglio delle strisce di parete. L'utilizzo a taglio non può essere sommato all'utilizzo proveniente dall'interazione N-M. Nel caso di nuclei composti da più strisce di parete, le strisce possono essere controllate solo separatamente.
Nel calcolo, si suppone che l'armatura verticale e orizzontale abbia un adeguato ancoraggio.

Il controllo del taglio è composto da due parti:

1) Il modulo calcola la resistenza al taglio della sezione del calcestruzzo e dell'armatura applicata, considerando l'angolo di rottura a taglio impostato tra i parametri dell'armatura.

L'area della sezione trasversale delle nervature collegate al dominio del muro e le loro armature non sono considerate nel calcolo.
L'analisi può essere applicata solo alle pareti per le quali l'angolo di rottura a taglio è considerato valido.

2) Il modulo calcola la resistenza al taglio di scorrimento alla base delle pareti, se si richiede questo tipo di verifica.

L'utilizzo massimo di taglio di un piano è calcolato in base al risultato dei due controlli precedenti.

Braccio di leva

Durante il calcolo della resistenza al taglio di una sezione di cemento armato, il braccio di leva (z) delle forze interne gioca un ruolo importante. Il braccio di leva è interpretato come la distanza tra il centro dell'armatura in tensione e il centro della zona di compressione. Nel caso delle travi, z è approssimativamente definito 0,9d, dove d è l'altezza utile. Tuttavia, se la forza assiale è presente, questa approssimazione non può essere usata. Il programma calcola automaticamente il braccio di leva delle forze interne con la considerazione della forza assiale nella sezione.

6.5.16.4.1 Verifica del taglio e del taglio a scorrimento secondo l'Eurocodice 2

Resistenza al taglio del calcestruzzo

$$V_{Rd} = k_d \tau_{cd} b_w d$$
$$k_d = \frac{1}{1 + 3\varepsilon_v d}$$
$$\varepsilon_v = 1.5 \frac{f_{sd}}{E_s}$$

dove:

- τ_{cd} è il limite dello sforzo di taglio ($\tau_{cd} = 0{,}3\sqrt{f_{ck}}/\gamma_c$),
- b_w è la larghezza più piccola della sezione trasversale nella zona di trazione (sezione circolare 0,8D),
- d è l'altezza utile.

Resistenza al taglio del calcestruzzo

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}\right] b_w d \geq \left(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}\right) b_w d$$

dove:

- ρ_{sl} percentuale di armatura tesa,
- b_w è la larghezza minima della sezione trasversale nella zona di trazione (sezione circolare 0,8D),
- d è l'altezza utile,
- σ_{cp} è la sollecitazione assiale nella sezione trasversale dovuta al carico o alla precompressione (la compressione è positiva)<0.2f_{cd},
- $C_{Rd,c}$, v_{min} e k_1 parametri che sono definiti nell'allegato nazionale. I valori di questi fattori possono essere impostati nella finestra Normativa sotto la scheda Calcestruzzo armato (***vedere...*** *3.3.7 Codici di calcolo*).

Resistenza al taglio dell'armatura orizzontale

Sezione trasversale rettangolare:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta$$

dove:

- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio,
- s è la spaziatura delle staffe o il passo della staffa a spirale,
- z è il braccio di leva,
- f_{ywd} è il limite di snervamento di progetto dell'armatura a taglio,
- θ è l'angolo di rottura a taglio (impostato tra i parametri dell'armatura).

Massima resistenza a taglio di progetto

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\theta}$$

dove:

- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dello stato della sollecitazione nelle membrature compresse,
- ν_1 è un fattore di riduzione della resistenza per il calcestruzzo fessurato a taglio,
- α è l'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio (in caso di staffe α=90°).

Resistenza di scorrimento a taglio

L'analisi si basa sulle regole della sezione 6.2.5 dell'Eurocodice 1992-1-1 considerando la formula e i parametri seguenti. La resistenza al taglio di scorrimento alla base del muro:

$$V_{Rd,sl} = A_w \left[c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin\alpha + \cos\alpha)\right] \leq 0.5 \nu f_{cd}$$

dove:

- A_w è l'area della sezione trasversale del dominio associato alla striscia virtuale
- (senza l'area della sezione trasversale delle nervature collegate al dominio)
- c e μ sono fattori che dipendono dalla rugosità della superficie
- f_{ctd} è la resistenza alla trazione di progetto
- σ_n è la sollecitazione per unità di superficie causata dalla minima forza normale esterna attraverso la superficie che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva per la compressione, tale che
  $\sigma_n < 0.6f_{cd}$, e negativo per la tensione. Quando σ_n è in trazione $c \cdot f_{ctd}$ dovrebbe essere assunto come 0

$\rho = A_{s0}/A_i$, dove:

- A_{s0} è l'area dell'armatura che attraversa la superficie, comprese le armature delle nervature collegate al dominio
- A_i è l'area del giunto, compresa la sezione trasversale delle nervature collegate al dominio
- f_{yd} è il carico di snervamento di progetto dell'armatura, α = 90° (armatura verticale)
- ν è un fattore di riduzione della resistenza

6.5.16.4.2 **Controllo del taglio e dello scorrimento secondo la norma SIA 262**

Resistenza al taglio dell'armatura secondaria

Sezione trasversale rettangolare:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{sd} \cot \alpha$$

Sezione trasversale circolare:

$$V_{Rd,s} = \lambda_1 \lambda_2 \frac{A_{sw}}{s} z f_{sd} \cot \alpha$$

dove:

- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio,
- s è la spaziatura delle staffe o il passo della staffa a spirale,
- z è il braccio di leva,
- f_{sd} è il limite di snervamento di progetto dell'armatura a taglio,
- α è l'angolo di rottura a taglio,
- λ_1 è il fattore di riduzione per le staffe circolari,
- λ_2 è il fattore di riduzione per le staffe a spirale.

Massima resistenza a taglio di progetto

$$V_{Rd,c} = b_w z k_c f_{cd} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$k_c = \frac{1}{1.2 + 55\varepsilon_1} \leq 0.65$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_x + (\varepsilon_1 + 0.002) \cot^2 \alpha$$

dove:

k_c è un fattore di riduzione della resistenza per il calcestruzzo fessurato a taglio.

Resistenza di scorrimento a taglio

L'analisi si basa sulle regole della sezione 4.3.4.3.2 della SIA 262 considerando la formula e i parametri seguenti. La resistenza di scorrimento a taglio alla base del muro:

$$V_{Rd,sl} = b_w \cdot z(k_{c\tau}\tau_{cd} - k_{c\sigma}\sigma_d) \leq 0.15 f_{cd}$$

dove:

- b_w è lo spessore del dominio associato alla striscia virtuale (spessore della parete),
- le sezioni trasversali delle nervature non sono considerate,
- z è il braccio di leva delle forze interne (considerando la sezione del dominio associato alla striscia virtuale, ma senza la sezione delle nervature)
- $k_{c\sigma}$ è il fattore di riduzione dello sforzo normale,
- $k_{c\tau}$ è il fattore di riduzione del limite di sforzo di taglio,
- τ_{cd} è il valore di dimensionamento del limite di sforzo di taglio,
- f_{cd} è il valore di dimensionamento della resistenza alla compressione del calcestruzzo,
- σ_d è la sollecitazione normale attraverso la superficie, calcolata con la seguente formula

$$\sigma_d = \frac{-|V_d| \cot \alpha}{z \cdot b_w} + \frac{N_d}{l_w b_w}$$

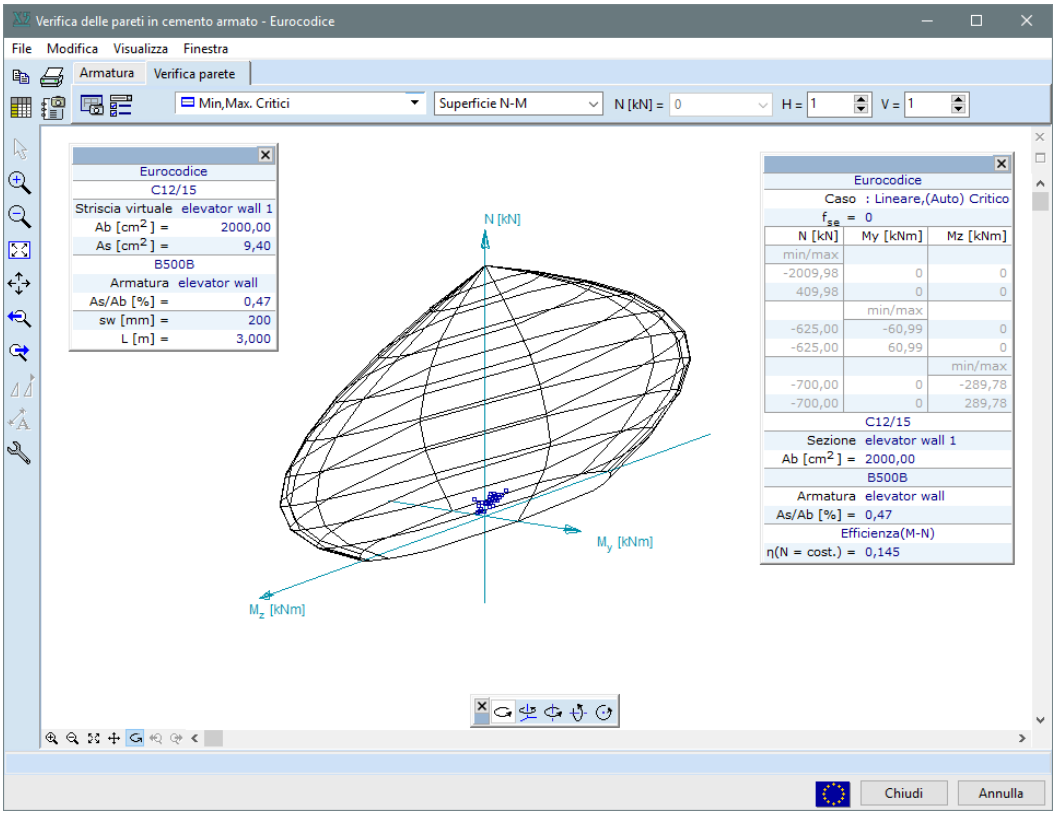
dove:

- N_d è il valore di dimensionamento della forza normale che agisce sulla sezione trasversale della striscia virtuale. È negativo in caso di compressione.
- V_d è il valore di dimensionamento della forza di taglio,
- α è l'inclinazione del puntone di compressione,
- l_w è la lunghezza del muro di taglio (lunghezza della striscia virtuale).

6.5.16.5. **Risultati**

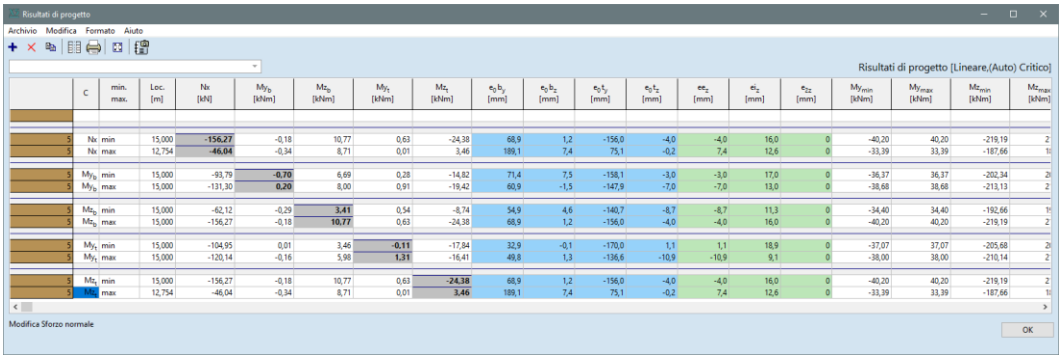
I risultati di progettazione di nuclei e pareti in cemento armato sono visualizzabili in diversi modi nel software.

Disegni



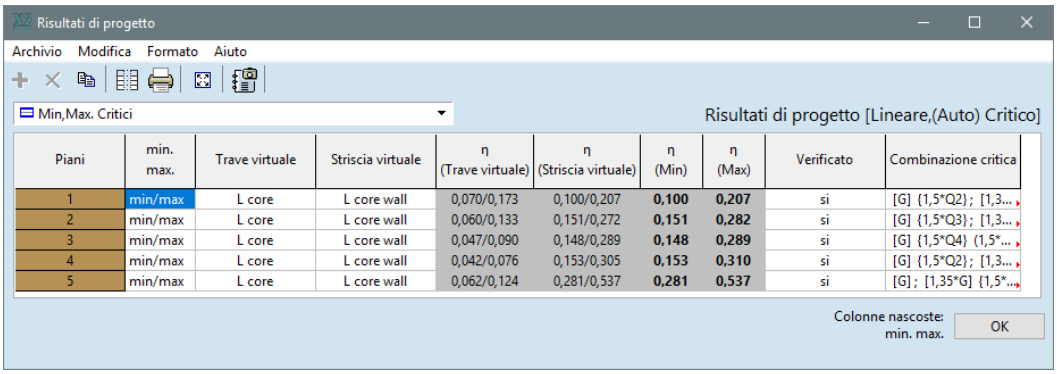
I disegni dei domini di resistenza (diagrammi di interazione della resistenza N_x-M_y-M_z, N_x-M_y, N_x-M_z e M_y-M_z curve di eccentricità critiche, verifica a taglio) possono essere salvati nella Libreria Disegni facendo clic sul pulsante *Salva nella Libreria Disegni* (***vedere***... *3.6.10 Libreria immagini*).

Tabelle



La *tabella dei risultati del progetto* è disponibile tramite le finestre di dialogo *Verifica del progetto del nucleo/parete in cemento armato* e *Nuclei e pareti in cemento armato*.
Se la tabella viene aperta dalla finestra di dialogo Verifica parete, i risultati presentati dipendono dal diagramma di progettazione attivo. (Se la vista attiva dei risultati è N_x-M_y-M_z, N_x-M_y, N_x-M_z e M_y-M_z vengono visualizzati i diagrammi di interazione o le curve di eccentricità critica, solo il risultato dell'interazione N-M è riassuntivo. Se la vista attiva dei risultati è Controllo del taglio (disponibile solo per le strisce virtuali), viene visualizzato solo l'utilizzo del taglio).
La tabella è personalizzabile se è aperta attraverso la finestra di dialogo *Verifica del progetto del nucleo/muro in cemento armato*. In questo caso, le colonne possono essere attivate/disattivate e nuovi valori personalizzati di forza e momento possono anche essere aggiunti alla tabella.
Se la tabella viene aperta dalla finestra di dialogo *Nuclei e pareti in cemento armato*, la tabella non è modificabile.
In questo caso, il caso/combinazione di carico, l'inviluppo o la combinazione di carico critico automatico considerato nella verifica del progetto può essere selezionato dall'elenco a tendina. Dopo aver cambiato la situazione di carico, i controlli di progettazione vengono eseguiti automaticamente, il che può richiedere alcuni secondi.

La *Tabella dei risultati di progetto* per gli utilizzi complessivi (disponibile solo per l'interazione *N-M*) può essere aperta solo attraverso la finestra di dialogo *Nuclei e pareti in cemento armato*. La tabella riepiloga i risultati del progetto per la trave virtuale e la fascia virtuale e mostra anche l'utilizzo complessivo.
Se l'utilizzo non può essere calcolato per qualsiasi motivo, è contrassegnato con il simbolo ***???***.
Se l'utilizzo calcolato supera 1,0, l'utilizzo viene visualizzato con il colore rosso. L'utilizzo complessivo è dato dall'interazione N-M. I risultati del controllo di taglio delle strisce non sono presi in considerazione.



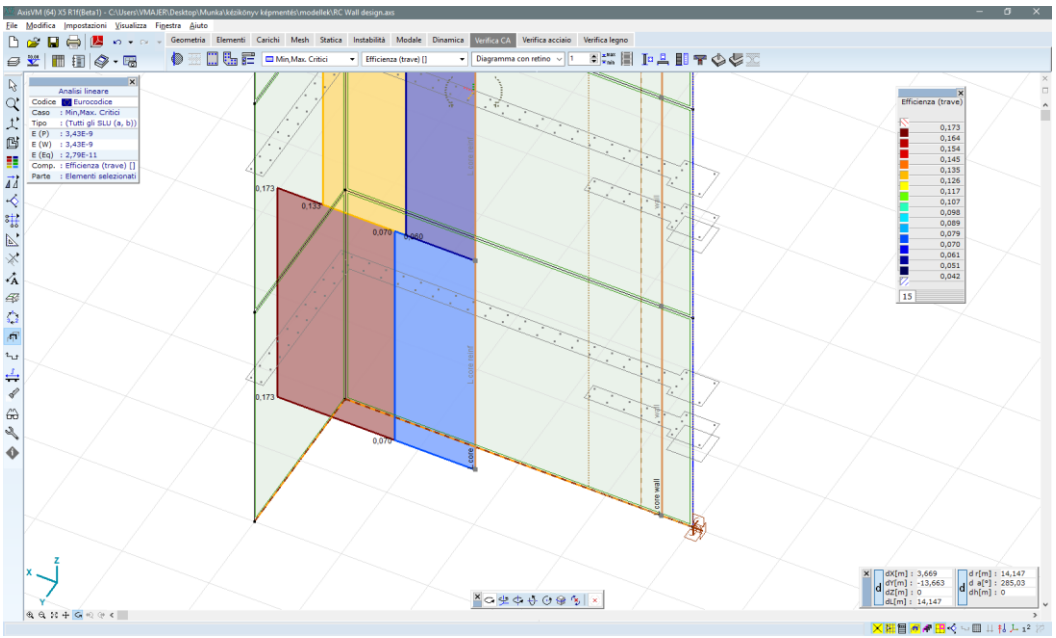
Piani	min. max.	Trave virtuale	Striscia virtuale	η (Trave virtuale)	η (Striscia virtuale)	η (Min)	η (Max)	Verificato	Combinazione critica
1	min/max	L core	L core wall	0,070/0,173	0,100/0,207	**0,100**	**0,207**	si	[G] {1,5*Q2}; [1,3...
2	min/max	L core	L core wall	0,060/0,133	0,151/0,272	**0,151**	**0,282**	si	[G] {1,5*Q3}; [1,3...
3	min/max	L core	L core wall	0,047/0,090	0,148/0,289	**0,148**	**0,289**	si	[G] {1,5*Q4} {1,5*...
4	min/max	L core	L core wall	0,042/0,076	0,153/0,305	**0,153**	**0,310**	si	[G] {1,5*Q2}; [1,3...
5	min/max	L core	L core wall	0,062/0,124	0,281/0,537	**0,281**	**0,537**	si	[G]; [1,35*G] {1,5*...

Componenti del risultato

Se sono disponibili livelli e effettivi rinforzi assegnati a travi/fasce virtuali nel modello e sono disponibili risultati statici (lineari/non lineari) o dinamici, i nuovi componenti del risultato diventano disponibili su C.A. Scheda Progettazione relativa ai risultati della verifica di progetto di nuclei e pareti:

- *Utilizzo (trave)* - se ci sono livelli e rinforzi effettivi assegnati a travi virtuali nel modello,
- *Utilizzo (fascia)* - se nel modello sono presenti livelli ed effettivi rinforzi assegnati alle fasce virtuali
- *Utilizzo complessivo* - se almeno la coppia di fasce virtuali - una trave virtuale - è definita nella finestra di dialogo *Nuclei e pareti in cemento armato*.
- *N-M utilizzazione (Trave virtuale)* - se ci sono piani e armature effettive assegnate a travi virtuali nel modello,
- *V utilizzazione (Striscia virtuale)* - se ci sono piani e armature effettive assegnate a strisce virtuali nel modello e si richiede la verifica del taglio.

(I risultati complessivi di utilizzo sono visualizzati sulla fascia virtuale della trave virtuale - coppie di fasce virtuali). L'utilizzo complessivo è dato dall'utilizzazione dell'interazione N-M. I risultati della verifica a taglio delle strisce non sono presi in considerazione.



Risultati nell'Editor delle tabelle

I risultati del progetto sono disponibili anche nell' Editor Tabelle (***vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*), dove i risultati di ogni parete in cemento armato sono disponibili in tabelle riassuntive.

6.5.17. Analisi sforzo-deformazione di strutture in C.A. - modulo RC6

Gli sforzi e le deformazioni all'interno degli elementi in cemento armato sono importanti in molti casi (per esempio, verifiche di servizio, analisi di fatica). Il modulo RC6 permette l'analisi sforzo-deformazione di pilastri, travi ed elementi di superficie e fasci virtuali con armatura effettiva per le forze interne, tenendo conto dell'effetto dell'armatura reale, delle fessure nel calcestruzzo e del comportamento non lineare dei materiali.
Lo scopo dell'analisi è quello di ottenere la deformazione e le curvature della sezione per determinate forze interne. A causa del fatto che questo problema non è lineare e continuo, è necessaria un'iterazione per trovare l'equilibrio.

☞ ***An Per l'analisi di travi e pilastri, il modulo RC2 è un prerequisito per l'uso del modulo RC6, perché è necessaria un'armatura effettiva del pilastro o della trave (vedere... 6.5.4 Parametri armatura della trave (flessione uniassiale) e 6.5.5 Parametri armatura della colonna (per flessione bi-assiale)).***

☞ ***Il modulo RC1 è un prerequisito per utilizzare il modulo RC6 per l'analisi degli elementi di superficie. Solo le lastre normali (solide), nervate, nervate composte e le lastre con matrice di rigidezza personalizzata possono essere analizzate con questo modulo.***

☞ ***L'analisi sforzo-deformazione non tiene conto delle regole di progettazione antincendio, delle temperature elevate nella sezione trasversale, dello spalling del calcestruzzo e del degrado della rigidezza e della resistenza.***

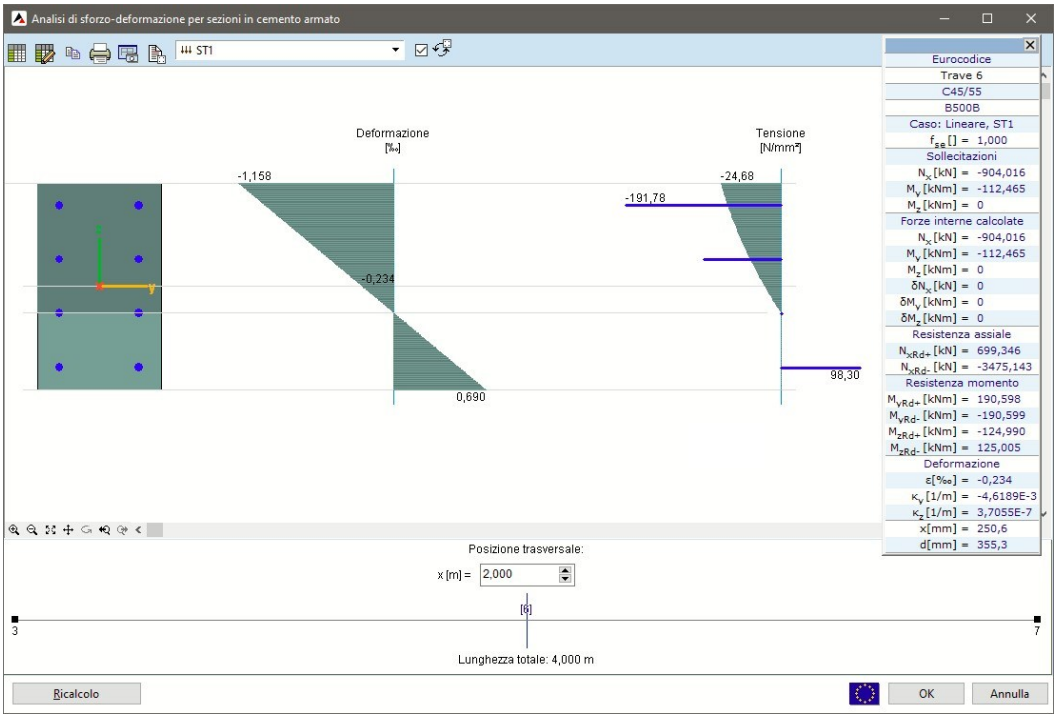
6.5.17.1. Analisi sforzo-deformazione di sezioni in cemento armato



Cliccare sull'icona, quindi selezionare un (e solo uno) elemento strutturale in cemento armato (***vedere...*** *2.16.1 Selezione*). L'icona è attiva se nel modello è presente almeno un elemento strutturale in calcestruzzo armato (trave, nervatura, travatura) o una trave/striscia virtuale costituita da domini e nervature in calcestruzzo con armatura effettiva. I seguenti problemi di selezione fanno apparire un messaggio di avvertimento

- Nessun elemento strutturale è stato selezionato.
- Sono stati selezionati più elementi strutturali.
- Il materiale dell'elemento strutturale selezionato non è cemento armato, o non è stata definita alcuna armatura effettiva per l'elemento.
- L'elemento strutturale selezionato ha una sezione trasversale composita.

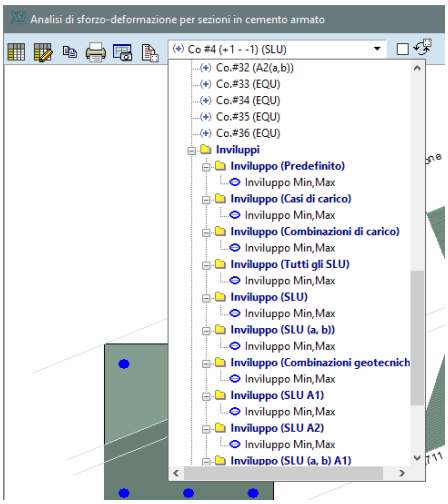
Se la selezione viene accettata, appare la finestra di dialogo *Analisi sforzo-deformazione per sezioni in cemento armato* dove l'analisi di sforzo-deformazione può essere eseguita in qualsiasi punto lungo l'elemento.



Caso di carico, combinazione di carico, inviluppo o combinazione critica

È possibile selezionare un caso dall'elenco a tendina per visualizzare:

- Caso di carico, combinazione di carico
- L'incremento di k-esimo di un'analisi non lineare
- Visualizzazione inviluppo
- Combinazione Critica



Posizione della sezione trasversale

L'analisi sforzo-deformazione viene eseguita per le forze interne in una determinata sezione trasversale. La posizione della sezione trasversale può essere impostata con il cursore nella parte inferiore della finestra.



Tabella dei risultati - ***vedere...*** *6.5.17.4 Resultati*



Tabella dei risultati (custom internal forces) - ***vedere...*** *6.5.17.4 Resultati*



Copia l'immagine negli Appunti.



Stampa l'immagine.



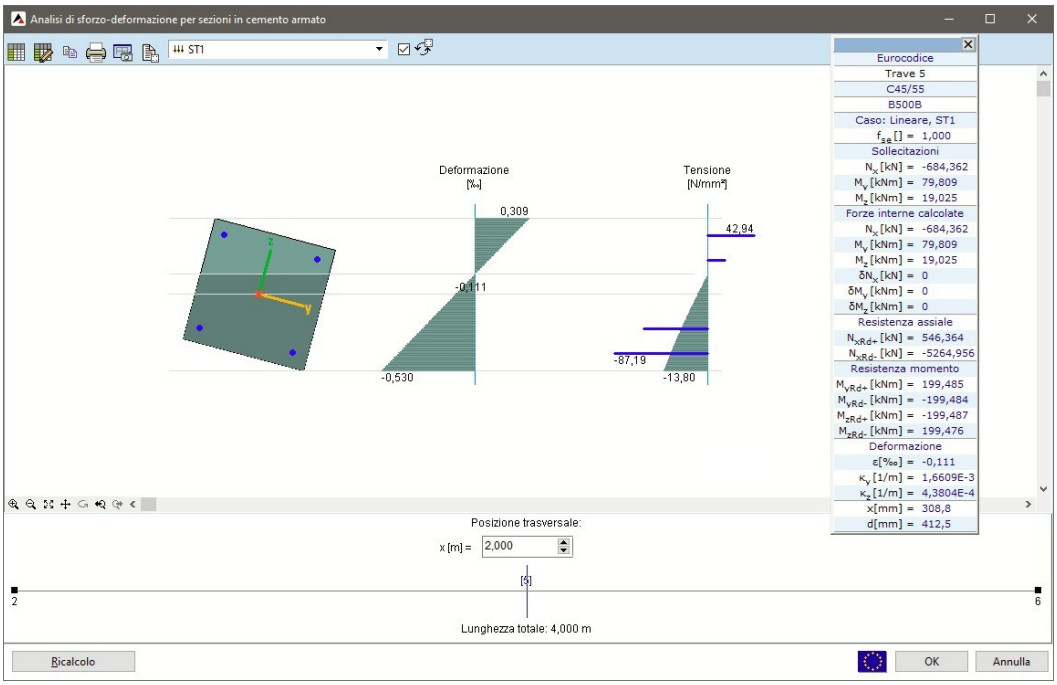
Salva il disegno nella Libreria immagini - ***vedere...*** *3.6.10 Libreria immagini* e *3.6.11 Salva nella Libreria Immagini*)



Parametri di analisi sforzo-deformaziones - ***vedere...*** *6.5.17.2 Parametri di analisi dello sforzo-deformazione*



Visualizzazione dei risultati di sforzo e deformazione su una sezione trasversale ruotata.



Ricalcolo

Può accadere che l'algoritmo euristico non trovi l'equilibrio o che la sua precisione non sia adeguata. In questi casi, l'analisi sforzo-deformazione può essere eseguita nuovamente cliccando sul pulsante *Ricalcolo*.

Travi e strice virtuali

Se viene selezionata una trave virtuale o una striscia virtuale, il software è in grado di analizzare la sezione e ottenere le deformazioni e le sollecitazioni in essa dopo la definizione del rinforzo. Nel caso di travi/strisce virtuali con parete in calcestruzzo armato o rinforzo del nucleo (***vedi*** *... 6.5.16*) l'analisi di stress-deformazione viene eseguita per il rinforzo definito nel modulo RC5. Nel caso di pareti e nuclei, né il rinforzo né i piani possono essere modificati. Solo nel modulo RC5, se necessario.

Se non è collegato alcun rinforzo di parete/nucleo a una trave/striscia virtuale, è necessario definire un rinforzo reale prima che si apra la finestra per l'analisi di stress-deformazione. I pulsanti e le funzionalità di questa finestra si possono trovare nella descrizione del modulo RC5.



Tre nuovi pulsanti possono essere trovati nella finestra di analisi di stress-deformazione rispetto al caso in cui viene selezionata una colonna o trave in calcestruzzo armato. Il pulsante a sinistra definisce un nuovo limite di sezione alla trave o striscia virtuale. Queste sezioni possono avere rinforzi diversi ma i rinforzi devono essere costanti in una sezione. I limiti di sezione possono essere modificati successivamente trascinandoli con il mouse. Il secondo pulsante può essere utilizzato per eliminare la sezione attiva (dove si trova la linea verticale che indica la posizione corrente). Il terzo pulsante serve per cambiare/definire il rinforzo della sezione.

6.5.17.2. **Parametri di analisi dello sforzo-deformazione**



I parametri considerati nell'analisi sforzo-deformazione possono essere inseriti nella seguente finestra di dialogo.

Materiali

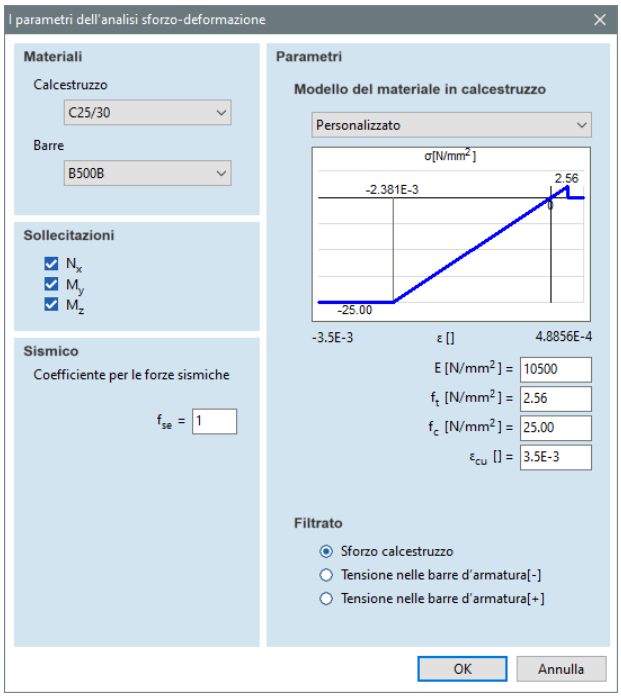
È possibile specificare la classe dell'acciaio e del cemento armato.

Forze interne

Le componenti interne di forza possono essere attivate/disattivate. Nell'analisi sforzo-deformazione vengono considerate solo le componenti di forza selezionate. Almeno un componente deve essere selezionato.

Seismica

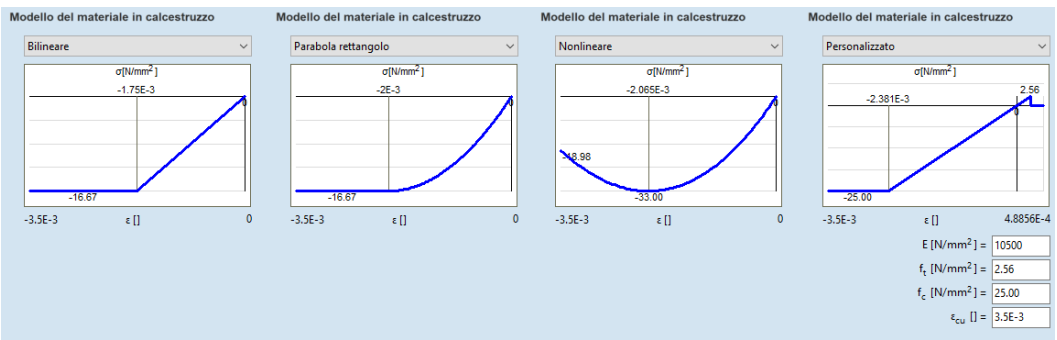
Per il coefficiente delle forze sismiche ***vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*



Modello del materiale calcestruzzo

Il modello non lineare del materiale calcestruzzo può essere selezionato da un elenco a tendina. I modelli di materiale disponibili sono diversi per gli standard Eurocodice e SIA, rispettivamente.

Eurocodice



Bilineare Modello del materiale calcestruzzo secondo la sezione 3.1.7. (2) della EN 1992-1-1

$\sigma = f_{cd}$ ha $\varepsilon < -\varepsilon_{c3}$

$\sigma = f_{cd} \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c3}}$ ha $0 \geq \varepsilon \geq -\varepsilon_{c3}$

Parabola-rectangolo Modello del materiale calcestruzzo secondo la sezione 3.1.7. (2) della EN 1992-1-1

$\sigma = f_{cd}$ ha $\varepsilon < -\varepsilon_{c2}$

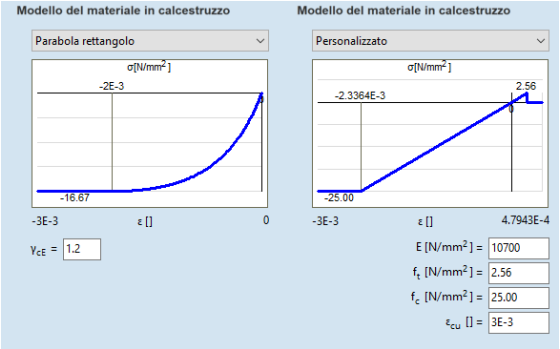
$\sigma = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c2}}\right)^n\right]$ ha $0 \geq \varepsilon \geq -\varepsilon_{c2}$

Non lineare Modello del materiale calcestruzzo secondo la sezione 3.1.5. (1) della EN 1992-1-1

$$\frac{\sigma}{f_{cm}} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta}$$

Personalizzato I parametri del modello del materiale sono specificati dall'utente. Può essere usato per considerare la resistenza alla trazione o l'effetto della fessurazione sulla rigidezza del calcestruzzo.

SIA



Parabola-rectangolo Modello del materiale calcestruzzo secondo la sezione 4.2.1.6. della SIA 262

$$\frac{\sigma_c}{f_{cd}} = \frac{k_\sigma \zeta - \zeta^2}{1 + (k_\sigma - 2)\zeta}$$

☞ ***I codici di progettazione specificano modelli di materiali bilineari, parabolici e non lineari, specialmente per la progettazione di sezioni trasversali. Per questo motivo, la rigidezza del calcestruzzo non è necessariamente uguale alla rigidezza utilizzata nei calcoli fatti a mano. Se per il calcestruzzo viene selezionato un modello di materiale personalizzato, è possibile inserire il modulo di Young del calcestruzzo. Questo modello di materiale può essere utilizzato se si considera la resistenza alla trazione o l'effetto di fessurazione.***

☞ ***Il comportamento dell'acciaio è descritto dal modello di materiale bilineare.***

Filtrare i risultati

Se nella finestra di dialogo *Analisi sforzo-deformazione delle sezioni in cemento armato* viene selezionato l'inviluppo o le combinazioni critiche, l'analisi viene eseguita per più casi di carico e combinazioni. I risultati di queste analisi possono essere visti nelle tabelle dei risultati, tuttavia, solo i risultati del caso/combinazione critica sono presentati graficamente ed elencati nella finestra informativa. Il caso/combinazione presentato può essere critico in termini di sollecitazione nel calcestruzzo o nell'armatura. Impostare l'opzione desiderata nei *Filtri*.

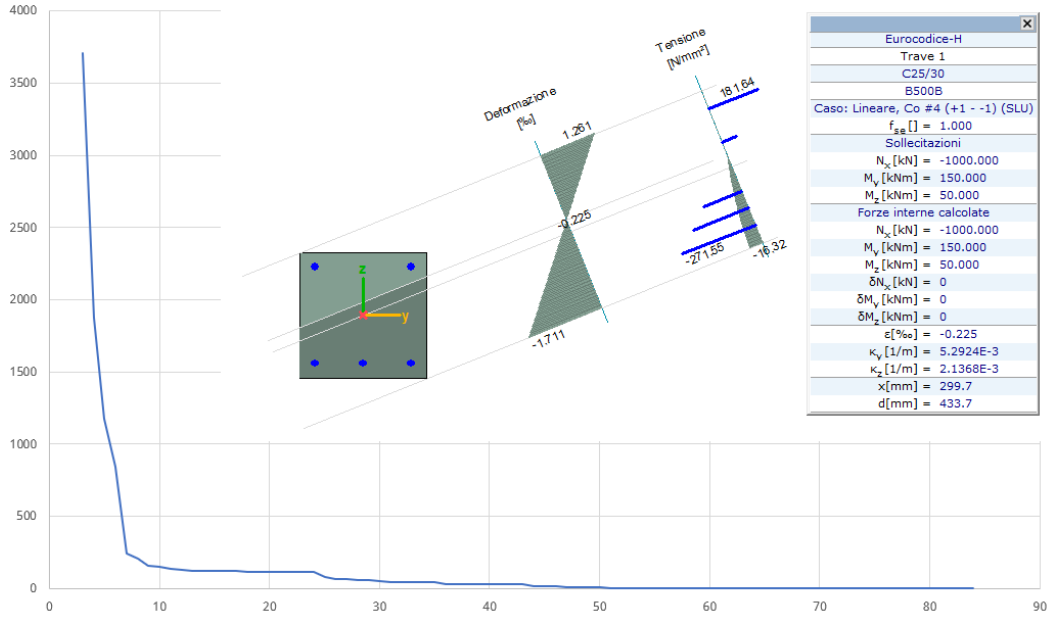
6.5.17.3. **Analisi dello sforzo-deformazione**

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è possibile eseguire l'analisi delle sollecitazioni e delle deformazioni sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

☞ ***Il modulo RC6 può utilizzare il calcolo multi-core se si seleziona l'inviluppo o la combinazione critica, quindi si raccomanda di attivare l'opzione di più core*** *(Impostazioni / Preferenze / Analisi).*

Iterazione

Dato che il problema è non lineare e non persistente, è necessario eseguire un'iterazione per trovare l'equilibrio. Il modulo RC6 utilizza un algoritmo euristico basato su un algoritmo genetico.



☞ ***In alcuni casi può accadere che l'algoritmo euristico non trovi l'equilibrio o che la sua precisione non sia adeguata (la differenza massima accettata nella forza assiale è dell'1% o di 1 kN e nel momento flettente è di 1 kNm). L'analisi dello sforzo-deformazione può essere ripetuta cliccando sul pulsante Ricalcolo.***

Integrazione

Le forze interne compatibili con le deformazioni sono calcolate con l'aiuto del cosiddetto modello a fibre attraverso l'integrazione numerica basata su deformazioni ε normali, curvature κy e κz. Il modello del materiale considerato per il calcestruzzo e la classe dell'acciaio delle armature può essere specificato dall'utente.

6.5.17.4. **Resultati**

Resultati

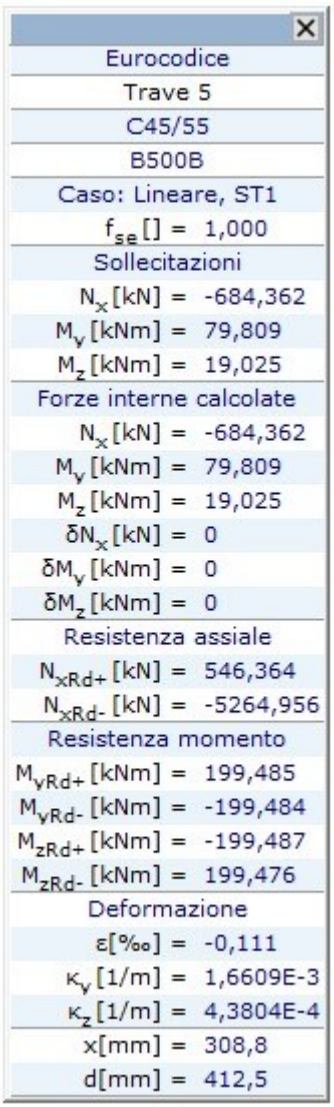
I risultati dell'analisi sforzo-deformazione sono presentati nelle tabelle dei risultati e come diagramma nella finestra principale. Possibili errori nell'analisi sforzo-deformazione:

- L'algoritmo non trova l'equilibrio, l'analisi sforzo-deformazione deve essere ripetuta.
- Le forze interne superano la resistenza della sezione trasversale.

Inviluppo e combinazione critica

Se viene selezionato l'inviluppo o la combinazione critica i risultati del caso/combinazione critica sono presentati sotto forma di diagramma ed elencati nella finestra informativa. Il nome del caso di carico / combinazione è indicato sopra il disegno.

Dati finestra

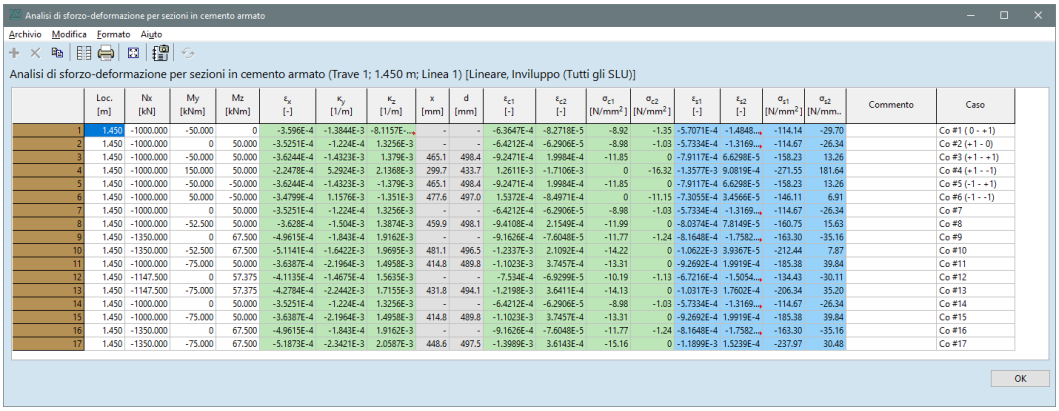


- f_{se} – coefficiente delle forze sismiche
- N_x – forza assiale
- M_y – momento flettente
- M_z – momento flettente
- N_x – forza assiale (integrata)
- M_y – momento flettente (integrato)
- M_z – momento flettente (integrato)
- δN_x – differenza tra la forza assiale in ingresso e la forza assiale integrata
- δM_y – differenza tra il momento flettente in ingresso e il momento flettente integrato
- δM_z – differenza tra il momento flettente in ingresso e il momento flettente integrato
- N_{xRd+} – resistenza alla tensione della sezione trasversale
- N_{xRd-} – resistenza alla compressione della sezione trasversale
- M_{yRd+} – resistenza alla flessione considerando la forza assiale N_x
- M_{yRd-} – resistenza alla flessione considerando la forza assiale N_x
- M_{zRd+} – resistenza alla flessione considerando la forza assiale N_x
- M_{zRd-} – resistenza alla flessione considerando la forza assiale N_x
- ε – sforzo al centroide
- κ_y – curvatura (asse y)
- κ_z – curvatura (asse z)
- x – altezza della zona di compressione
- d – altezza effettiva

Tabella dei risultati



Cliccando sul pulsante tabella, si apre una tabella dei risultati con i risultati dettagliati dell'analisi sforzo-deformazione.





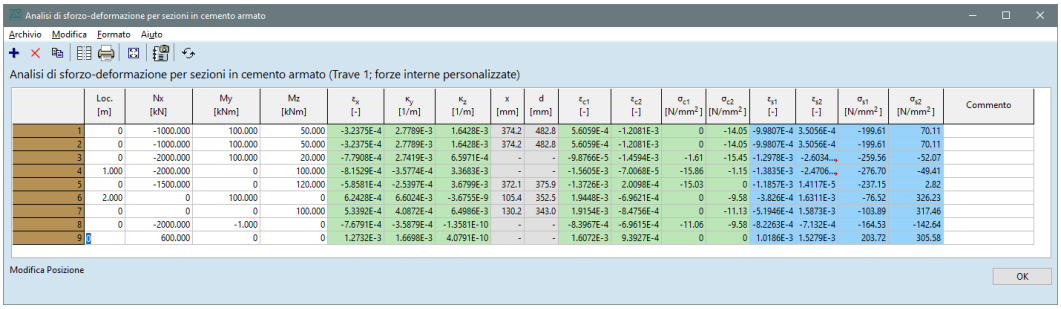
Le forze interne personalizzate possono essere visualizzate nella tabella dei risultati aperta cliccando su questa icona a sinistra (***Vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*). I risultati dell'analisi sforzo-deformazione per le forze interne personalizzate sono disponibili solo in questa tabella dei risultati.



Nuova riga

Cancella righe

Ricalcolo



6.5.17.5. **Analisi sforzo-deformazione degli elementi di superficie**

Analisi sforzo-deformazione

Nel caso degli elementi di superficie, i principi di base dell'analisi e del funzionamento sono simili a quelli descritti nelle sezioni precedenti degli elementi trave e pilastro. Di seguito vengono descritte in dettaglio solo le caratteristiche e le differenze principali.

Tipo di elementi di superficie

Si possono analizzare le seguenti tipologie di lastre con il modulo:

Soletta normale (solida)
Soletta nervata
Soletta nervata composita
Soletta con matrice di rigidezza nervata

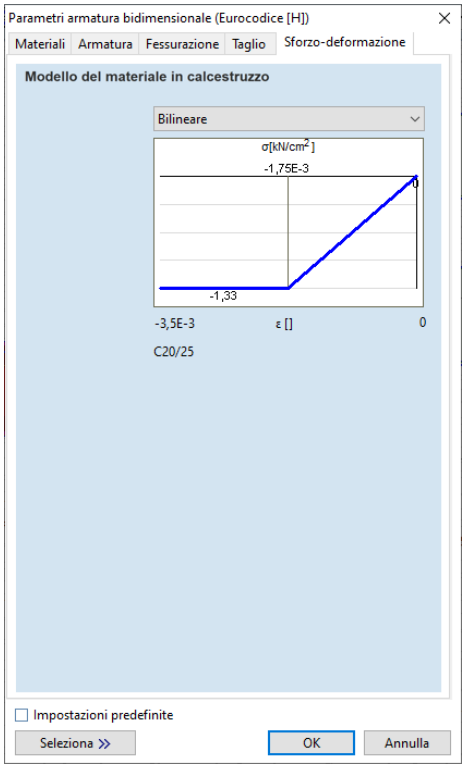
☞ ***Le lamiere grecate, i solai alleggeriti Airdeck e Isolette alveolari non possono essere analizzate con il modulo.***

☞ ***Il modulo può eseguire l'analisi solo per le solette che hanno un'armatura associata, e l'armatura è definita in direzione locale x-y. Le lastre con direzioni di armatura personalizzate non possono essere verificate.***

Parametri

I modello di materiale del calcestruzzo impiegato può essere definito nella scheda *Sforzo-deformazione* della finestra *Parametri armatura bidimensionale*. I modelli automatici (non personalizzati) usano i parametri del calcestruzzo impostati nella scheda *Materiali*.

Per i dettagli dei modelli di materiale del calcestruzzo disponibili, ***vedere...*** *6.5.17.2 Parametri di analisi dello sforzo-deformazione*

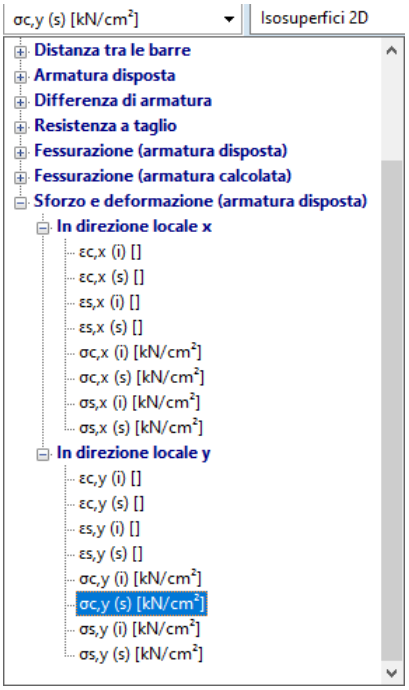


Componenti di risultato



Le componenti di risultato disponibili dell'analisi sforzo-deformazione sono elencati nel gruppo di componenti *Sforzo e deformazione (armatura disposta)*. I risultati sono calcolati per il modello attuale, visibile o per parti della finestra principale. A causa dell'iterazione richiesta, il calcolo può richiedere un tempo considerevole, fortemente dipendente dal numero di elementi finiti. Il partizionamento del modello può essere di aiuto.

Queste componenti di risultato sono disponibili solo se il modello contiene un elemento di superficie armato, sul quale il modulo può eseguire l'analisi e l'elemento ha un'armatura reale disposta.



Le seguenti componenti di risultato sono disponibili nella direzione locale x e y:

Deformazione

εc (b)	Deformazione del calcestruzzo nella parte inferiore della sezione
εc (t)	Deformazione del calcestruzzo nella parte superiore della sezione
εs (b)	Deformazione nel baricentro dell'armatura inferiore disposta
εs (t)	Deformazione nel baricentro dell'armatura superiore disposta

Tensione

σc (b)	Tensione del calcestruzzo nella parte inferiore della sezione
σc (t)	Tensione del calcestruzzo nella parte superiore della sezione
σs (b)	Tensione nel baricentro dell'armatura inferiore disposta
σs (t)	Tensione nel baricentro dell'armatura superiore applicata

I risultati possono essere visualizzati sull'elemento di superficie o su un segmento di sezione con i soliti modi di rappresentazione.

Tabelle dei risultati



I risultati degli elementi di superficie e dei segmenti di sezione sono riassunti nelle *Tabelle dei risultati*.

6.6. Progetto acciaio



6.6.1. Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1

Il modulo per il progetto dell'acciaio può essere applicato alle seguenti sezioni:

Sezioni a I laminate
Sezioni a I saldate
Sezioni a I simmetriche
Sezioni scatolari
Sezioni a T
Sezioni a forma di tubo
Sezioni rettangolari (solide)
Sezioni circolari (solide)
Forme arbitrarie, alcune verifiche non vengono eseguite

Con questo modulo possono essere progettati gli elementi con le sezioni appartenenti alla Classe 4, con singola e doppia simmetria a forma di I, a forma rettangolare e scatolare.Le proprietà della sezione efficace sono calcolate nei casi di compressione uniforme e flessione uniforme. Queste proprietà possono essere trovate nella Tabella sotto l'ambiente Verifica acciaio, nella tabella Resistenze di progetto, o nella finestra di pop-up dopo aver fatto clic sull'elemento:

A_{eff} :area della sezione efficace trasversale che viene sottoposta a compressione uniforme

$e_{N,y}$: lo spostamento dell'asse neutro z quando la sezione trasversale è soggetta a compressione uniforme (sarà zero se la sezione è simmetrica rispetto all'asse y). Lo spostamento negativo causerà un momento negativo nella sezione trasversale attuale. $\Delta My = N \cdot e_{N,y}$

$W_{eff,min}$: Modulo elastico (corrispondente alla fibra con la tensione elastica massima) della sezione trasversale efficace quando è sottoposta solo al momento intorno al asse relativo.

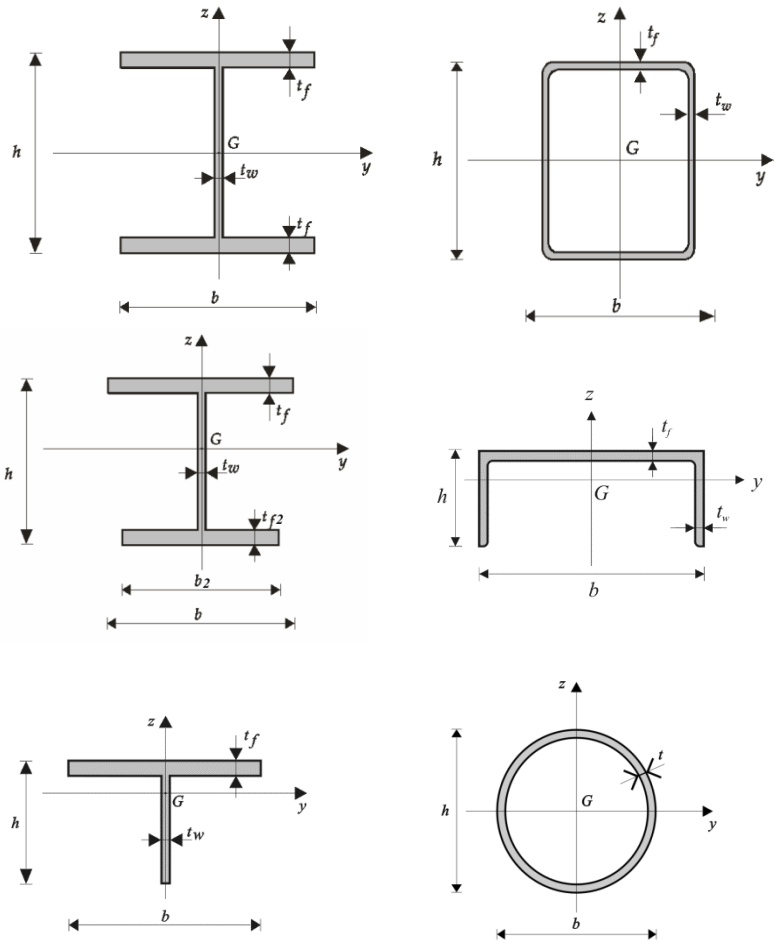
$W_{eff,(+),min}$ si riferisce alle sezioni in cui il momento è positivo

$W_{eff,(-),min}$ min si riferisce alle sezioni in cui il momento è negativo

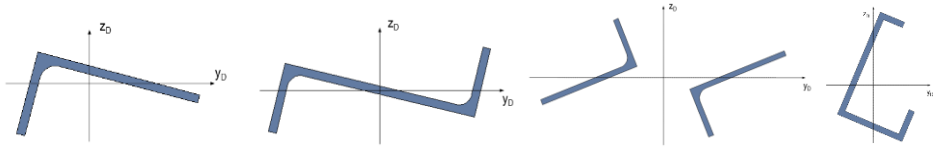
è l'mportante sapere, che queste proprietà della sezione sono calcolate quando la sezione è in classe 4.
Potrebbe succedere che non ci sia tensione che causa instabilità (buckling), ma la proprietà sarà ancora disponibile nella Tabella.

Si fa l'ipotesi che le sezioni non contengano fori, e siano fatte di elementi con spessore minore o uguale a 40 mm. La sezione è considerata uniforme lungo tutto l'elemento strutturale, a doppia simmetria e caricata nel centro di taglio. Per le sezioni generiche senza piano di simmetria viene controllato Compressione-Momento-Taglio (N-M-V) e Compressione-Momento-Instabilità (N-M-Buckl).

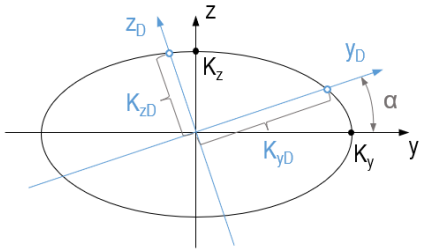
☞ ***Il programma esegue solo le verifiche elencate più avanti. Le altre verifiche richieste dal codice (torsione, progetto dei collegamenti, azioni trasversali, etc.) devono essere eseguite dal progettista in accordo al codice impiegato per la verifica.***



Per le sezioni trasversali con assi principali non coincidenti con gli assi locali, il programma esegue i controlli in un sistema di coordinate di progetto y_D-z_D, allineato alle direzioni principali.



I fattori di lunghezza di instabilità K_{y_D} K_{z_D} per gli assi di progetto sono interpolati lungo un'ellisse adattata ai fattori di lunghezza di instabilità per gli assi *y*-*z* locali:



$$t = \text{arctg}\left(\frac{K_y}{K_z}\text{tg}\,\alpha\right)$$

$$K_{y_D} = \sqrt{\left(K_y \cos t\right)^2 + \left(K_z \sin t\right)^2}$$

$$K_{z_D} = \sqrt{\left(K_y \sin t\right)^2 + \left(K_z \cos t\right)^2}$$

*Classi delle sezioni***:**

Il programma esegue la classificazione della sezione trasversale in base alla norma EN 1993-1-1, Tabella 5.2. Quando possibile, determina la classe in base all'effettiva distribuzione delle sollecitazioni di compressione e piegatura combinate. La classificazione viene effettuata in diverse sezioni trasversali lungo la lunghezza dell'asta e la classe più alta viene assegnata all'asta. Se non c' è compressione in nessun punto della sezione trasversale, essa viene automaticamente classificata come classe 1. Nelle combinazioni di inviluppo e critiche la classificazione viene eseguita in base alle forze interne della combinazione. Il programma determina la distribuzione delle sollecitazioni elastiche indotte dalle forze interne quando si valutano le sezioni di Classe 3 e 4, e la distribuzione delle sollecitazioni plastiche quando si valutano le sezioni di Classe 1 e 2, per qualsiasi combinazione di carico assiale, momento biassiale e bimomento. Per le sezioni di Classe 4, la classificazione viene effettuata mediante un processo iterativo che tiene conto dello spostamento del centroide.

*Verifiche***:**

Forza Assiale-Momento-Taglio [N-M-V] (EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8)
Compressione-Momento-Instabilità (flessionale in piano o torsionale)[N-M-Inst.] (EN 1993-1-1, 6.3.3)
Forza Assiale-Momento-Instabilità Laterale Torsionale [N-M-LTInst.] (EN 1993-1-1, 6.3.3)
Taglio /y [V_y] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Taglio /z [V_z] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Web Taglio-Momento-Forza Assiale [V_w-M-N] (EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8)

Resistenze:

Resistenza plastica (assiale) [$N_{pl,Rd}$]
(EN 1993-1-1, 6.2.4)
Resistenza efficace Effective resistance (quando viene sottoposta alla compressione uniforme when subjected to uniform compression) [$N_{,eff,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.4)
Resistenza al taglio in campo elastico / asse y [Vel,y,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Resistenza al taglio campo elastico / asse z [Vel,z,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Resistenza a Taglio plastica /asse y [$V_{pl,y,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Resistenza a Taglio plastica /asse z [$V_{pl,z,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.6)
Resistenza a taglio dell'anima Buckling [$V_{b,Rd}$] (EN 1993-1-5, 5.2-3)
Momento resistente elastico /yy [$M_{el,y,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momento resistente elastico /zz [$M_{el,z,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momento resistente plastico /yy [$M_{pl,y,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momento resistente plastico /zz [$M_{pl,z,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momento resistente per la sezione efficace sottoposto a flessione intorno all'asse y Moment Resistance for effective cross-section subjected to bending around axis y [$M_{pl,y,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momento resistente per la sezione efficace sottoposto a flessione intorno all'asse z Moment [$M_{pl,z,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.2.5)
Minimal Resistenza minima all'instabilità (flessionale) [$N_{b,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.3.1)
Resistenza all'instabilità laterale torsionale [$M_{b,Rd}$] (EN 1993-1-1, 6.3.2, ENV 1993-1-1, Appendix F1.2)

Queste informazioni sono fornite dal programma come risultati ausiliari. Le verifiche sono nella maggior parte definite da formule interattive. La definizione e le condizioni dettagliate dell'applicazione delle variabili contenute nelle equazioni si possono trovare nella normativa.
Come segue:
$N_{Rk} = f_y A$, $M_{y,Rk} = f_y W_y$ e $M_{z,Rk} = f_y W_z$,
dove $W_y = W_{pl,y}$ e $W_z = W_{pl,z}$ per le sezioni appartenti alla classe 1 o 2.
$W_y = W_{el,y}$ e $W_z = W_{el,z}$ per le sezioni appartenti alla classe 3 e infine
$W_y = W_{eff,y}$ e $W_z = W_{eff,z}$ per le sezioni appartenti alla classe 4.

Forza Assiale-Momento- Taglio

L'elemento può essere sottoposto a compressione o a trazione. La verifica viene eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.2.1 (7).

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M_0}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}/\gamma_{M_0}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_0}} \leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasvesale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria e assimetrica all'asse y.

$\Delta M_{z,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,z}$ differisce da zero solo quando la sezione trasversale è in classe 4 e la sezione trasversale originale è asimmetrica rispetto all'asse z.

Taglio elevato

Nel caso in cui il taglio e maggiore di 50% della resistenza a taglio l'effetto della forza di taglio viene considerato come specificato di seguito:

Per la classe di sezione 1. e 2. La tolleranza è fatta sul momento resistente secondo EN 1993-1-1, 6.2.8.

Per la classe di sezione 3. e 4. le sollecitazioni vengono calcolati secondo la formula generale in EN 1993-1-1, 6.2.1 (5). Questo viene fatto per i tipi di sezione: I, T, C, scatolari e tubolari. Per altri tipi di sezione (forme ad L, rettangolari e definiti dall'utente), l'effetto del taglio elevato deve essere calcolato dall'utente.

☞ ***Per la classe di sezione trasversale 4, il programma esegue l'analisi dell'interazione forza normale-taglio-flessione-torsione, utilizzando il calcolo delle sollecitazioni di von Mises in base alla sezione trasversale effettiva.***

Verifica della resistenza plastica

Per le sezioni ad I, tubolari e scatolari appartenenti alla classe 1. E 2. La verifica della resistenza viene eseguita secondo EN 1993-1-1 6.2.10. La tolleranza viene fatta per l'effetto di entrambe le forze, la forza di taglio e la forza assiale sul momento resistente. Oltre a verificare la resistenza della forza assiale e della forza di taglio, deve essere soddisfatto il criterio:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \le 1$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \le 1$$

dove $M_{N,y,Rd}$, $M_{N,z,Rd}$: è il momento resistente ridotto basato sugli effetti dalla forza di taglio e dalla forza assiale (EN 1993-1-1 6.2.8. e 6.2.9.1). Per le sezioni tubolari, il momento resistente viene calcolato come segue:

$$M_{N,y,Rd} = 1{,}04 \cdot (1-\rho - \frac{n^{1,7}}{(1-\rho)^{0,7}}) \text{ dove } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ and } \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} - 1\right)^2$$

$$M_{N,z,Rd} = 1{,}04 \cdot (1-\rho - \frac{n^{1,7}}{(1-\rho)^{0,7}}) \text{ dove } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ and } \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} - 1\right)^2$$

Per la flessione biassiale deve essere sodisfatto il criterio secondo EN 1993-1-1 6.2.9.1. (6) :

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^{\alpha}+\left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^{\beta}\leq 1$$

Per le travi a 7 DOF con sezioni simmetriche o a doppia simmetria I o C, si aggiunge a queste formule un altro termine che rappresenta l'effetto della flessione delle flange (bimomento) dovuto alla deformazione [46; 3.1.1 e 3.1.2]:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M_0}}+\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}/\gamma_{M_0}}+\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_0}}+\frac{M_{w,Ed}}{M_{f,Rk}/\gamma_{M_0}}\leq 1$$

$$\frac{M_{w,Ed}}{M_{N,f,Rd}}\leq 1$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^{\alpha}+\left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}+\frac{M_{w,Ed}}{M_{N,f,Rd}}\right]^{\beta}\leq 1$$

dove $M_{f,Rk}$ e $M_{N,f,Rd}$ è la resistenza al momento della flangia più debole, $M_{w,Ed}$ è un momento flettente aggiuntivo sulle flange dovuto al bimomento B_{Ed}:

$$M_{w,Ed}=\frac{B_{Ed}}{h-\frac{t_f}{2}-\frac{t_{f_z}}{2}}$$

Compressione-Momento-Instabilità

La verifica viene eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.61) e (6.62):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_1}}\leq 1$$
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_1}}\leq 1$$

$$(\chi_{LT}=1.0)$$

$\Delta M_{y,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasvesale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria e asimmetrica all'asse y.

$\Delta M_{z,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,z}$ differisce da zero solo quando la sezione trasversale è di classe 4 e la sezione trasversale originale è asimmetrica rispetto all'asse z.

Forza Assiale-Momento-Instabilità laterale torsionale

Nella determinazione della resistenza a Instabilità laterale torsionale, si assume che la sezione sia costante e simmetrica lungo l'asse locale x.

Si suppone anche che i carichi agiscono nel piano di simmetria, che è il piano di flessione (ad eccezione delle sezioni trasversali C/U, vedere sotto).

Il valore di k (ENV 1993-1-1, F1.2) è uguale al valoredi K_z (coefficiente di lunghezza efficace). L'asse più esile dovrebbe essere l'asse locale z.

La verifica viene eseguita sottoforma di equazione (6.61) e (6.62) of EN 1993-1-1, 6.3.3 :

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT}M_{y,Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_1}}\leq 1$$
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT}M_{y,Rk}/\gamma_{M_1}}+k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_1}}\leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasvesale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria e assimetrica all'asse y.

$\Delta M_{z,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,z}$ differisce da zero solo quando la sezione trasversale è di classe 4 e la sezione trasversale originale è asimmetrica rispetto all'asse z

χ_{LT} viene calcolato secondo EN 1993-1-1 6.3.2.2 o 6.3.2.3.

Come predefinito, la determinazione dei fattori di interazione k_{yy}, k_{yz}, k_{zy} e k_{zz} è basata su EN 1993-1-1, Appendix B Method 2 (Tables B.1 e B.2). L'utilizzo del Metodo 1 dell'Appendice A può essere impostato nella finestra Standard.

I coefficienti del momento uniforme equivalente C_{my}, C_{mz}, C_{mLT} sono elencati nella tabella B.3.

La sezione del diagramma del momento tra i punti di appoggio è selezionata in base alla lunghezza di instabilità.

- Se $K > 1$, l diagramma del momento deve essere preso in considerazione per una sezione più lunga dell'asta, quindi il programma usa il valore più conservativo $C_{mz} = 1$.
- Se $0.5 < K \leq 1$, programma usa il diagramma del momento dell'asta di progetto..
- Se $K < 0.5$, si assume che ci sia almeno un supporto intermedio. n questo caso, il programma prende in considerazione una sezione del diagramma dei momenti intorno al minimo e al massimo. la lunghezza della sezione è la lunghezza di instabilità. Il più alto di questi due valori sarà il fattore di momento.
- Se $K = 0.5$, iene utilizzato il più alto C_m nuto dai due metodi precedenti.

Per la forza di trazione assiale, la verifica viene eseguita utilizzando il momento efficace secondo ENV 1993-1-1, 5.5.3.
La verifica torsionale laterale delle travi con sezioni trasversali U o C si basa sul metodo di Snijder et al. (*Regole di progettazione per l'instabilità laterale torsionale delle sezioni di canale soggette a carico dell'anima, Stahlbau, Vol. 77, 2008*). Il metodo presuppone che il carico eccentrico sia parallelo all'anima e agisca sul piano dell'anima. Il metodo è stato derivato per travi con sezione trasversale UPE in cui il rapporto tra luce e altezza è compreso tra 15 e 40.

La formula di interazione di stabilità è valida per le travi che hanno un asse di simmetria nel loro piano di flessione. Per le sezioni trasversali C e U, i risultati sono solo informativi.

☞ ***Rispetto alle versioni precedenti del software, la deformazione torsionale laterale delle travi con sezione trasversale C o U non viene più verificata nel piano di simmetria, ma viene verificato un carico eccentrico parallelo all'anima e che passa attraverso il centro dell'anima.***

Per le travi 7DOF con una sezione trasversale simmetrica o a doppia simmetria I o C, la formula di interazione include l'effetto della flessione della flangia (bimomento) dovuta alla deformazione secondo la formula A.1 dell'Allegato A della EN 1993-6 [41]:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M_1}} + C_{mz}\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M_1}} + k_{wLT}k_{zwLT}k_{\alpha LT}\frac{M_{w,Ed}}{M_{f,Rk}/\gamma_{M_1}} \leq 1$$

Taglio /y La verifica è eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.2.6.

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} \leq 1$$

Sezioni elastiche:

$$V_{c,y,Rd} = \frac{I \cdot t}{S}\frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

Per le sezioni supportate, vedere le tabelle seguenti.

Sezioni plastiche o non supportate:

$$V_{c,y,Rd} = A_v\frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

Taglio /z La verifica è eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.2.6.

$$\frac{V_{z,Ed}}{\min\left(V_{c,z,Rd}, V_{b,Rd}\right)} \leq 1$$

Vb,Rd=Vbw,Rd : Nel calcolo della resistenza non viene considerato il contributo delle flange ma il contributo dell'anima.

Sezioni elastiche:

$$V_{c,z,Rd} = \frac{I \cdot t}{S}\frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

Per le sezioni supportate, vedere le tabelle seguenti.

Sezioni plastiche o non supportate:

$$V_{c,z,Rd} = A_v\frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

☞ ***Nel caso di sezioni 2L, 2U, 2I e 4L la sezione trasversale a taglio elastico/plastico è pari al doppio/quattro volte di una sezione trasversale singola. Si tratta di un approccio conservativo che presuppone che gli elementi costitutivi siano perfettamente solidali.***

☞ ***Nessuna formula può essere applicata a forme arbitrarie. Il valore è ricavato dalla tabella delle sezioni trasversali: Ay, Az.***

Taglio-Momento-Forza Assiale - anima

La verifica viene eseguita per le sezioni trasversali con anima (sezioni ad I, U e scatolari) secondo EN 1993-1-1, 6.2.8, 6.2.9 considerando che l'anima è parallela all'asse locale z.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \cdot \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} - 1\right)^2 \le 1$$

In caso di sforzo di taglio elevato oppure sforzo assiale elevato si applica le formule del EN 1993-1-1 6.2.8, 6.2.9.

Sezioni tipo di base

Sezione tipo		N-M-V Sollecitazione	N-M-Instabilità	N-M-Instabilità per svergolamento	Taglio Vy	Taglio Vz	Instabilità per taglio	Sezione efficace
I		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
I mono-simmetrica		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
T		✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
Scattolare		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scattolare saldato		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tubolare		✓	✓	✓	✓	✓	—	—
L		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
L latti uguali		✓	✓	*in caso di sforzo normale (senza flessione)* *+ Mcr è richiesto*	✓	✓	—	✓
U		✓	✓	*approssimativo*	✓	✓	—	✓
C		✓	✓	*approssimativo*	✓	✓	—	✓
Circolare		✓	✓	✓	✓	✓	—	—
Rettangolare		✓	✓	✓	✓	✓	—	—

Sezioni-doppie *(*)*

Sezione tipo		N-M-V Sollecita-zione	N-M-Instabilità	N-M-Instabilità per svergolamento	Taglio Vy	Taglio Vz	Instabilità per taglio	Sezione efficace
2I		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
2I *se a=0 → saldati, scatolare*		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2L		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
2L *se a=0 → T*		✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
2U aperti][		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
2U aperti][*se a=0 → I*		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2U chiusi []		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
2U chiusi [] *se a=0 → Scatolare*		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2LX		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
4X		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
4X *se a=0 → X*		✓	✓	—	✓	✓	—	✓

Altre sezioni tipo

Sezione tipo		N-M-V Sollecita-zione	N-M-Instabilità	N-M-Instabilità per svergolamento	Taglio Vy	Taglio Vz	Instabilità per taglio	Sezione efficace
Z		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
J								
C asimmetrica					-			
Z asimmetrica					-			
S					-			
X		✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
Arco		✓	✓	—	✓	✓	—	—
Semicerchio		✓	✓	—	✓	✓	—	—
Regione a forma di poligono		✓	✓	—	✓	✓	—	✓
I incuneato*(***)*		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
I con doppio irrigidimento (***)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Complessa/ Altro (**)		✓	✓	—	✓	✓	—	—

(*) Per i tipi a doppia sezione, si presume che la connessione tra i due elementi sia continua (EN 1993-1-1 6.4.4: Elementi costruiti in modo distanziato) e il controllo d'instabilità viene eseguito di conseguenza. Se la distanza tra le due sezioni è zero, il programma presuppone che gli elementi siano uniti e sostituirà i due con una sezione (I, T, X o scatolare). La connessione deve essere calcolata dall'utente.

(**) Queste sezioni vengono progettate solo se coordinate locali coincidono con quelle delle direzioni principali.

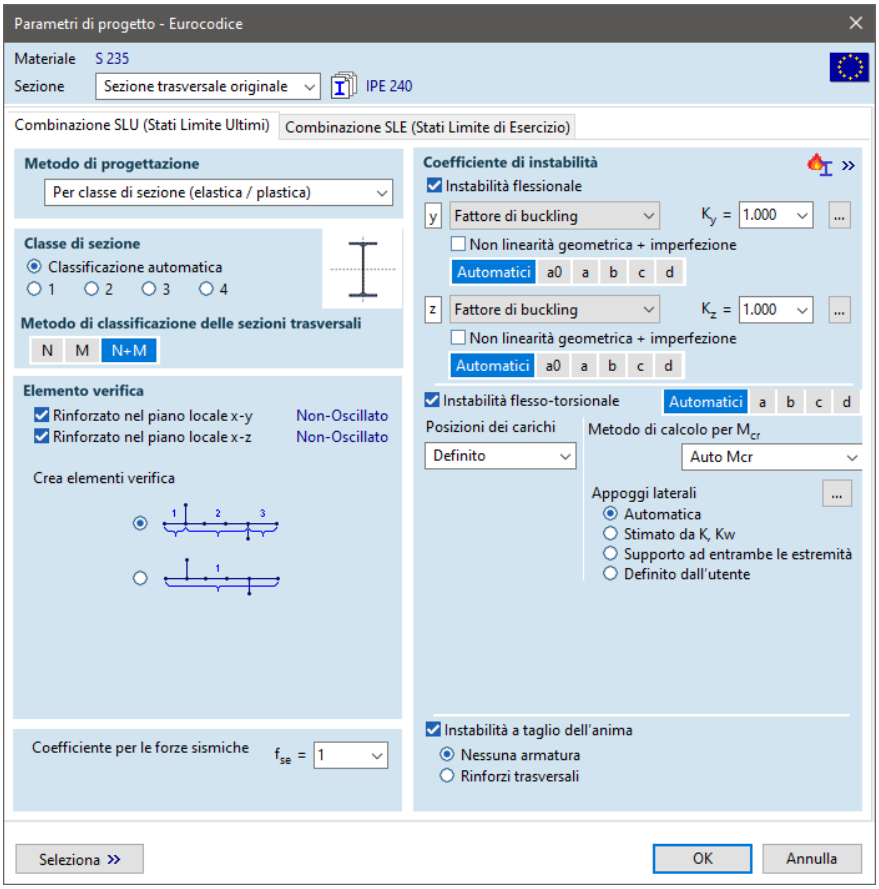
(***) Calcola con l'altezza totale della sezione trasversale, l'effetto di irrigidimento della flangia centrale viene trascurato.

☞ ***Se la sezione tipo e` laminata a freddo o prodotta in un altro modo l'elemento non vienne progetatto.***

6.6.1.1. ULS parametri di progetto

Il progetto si basa sul Eurocodice 3, i seguenti parametri di progetto possono essere definiti e assegnati agli elementi strutturali per eseguire le verifiche a SLU.

SLU (Stato Limite ultimo)



Sezioni trasversali

Per il progetto in acciaio è possibile definire una sezione trasversale diversa da quella originale utilizzata per il calcolo statico. Se la dimensione della sezione viene modificata, i controlli di progettazione in acciaio verranno eseguiti per le forze interne originali, ma con la dimensione della sezione modificata. Allo stesso modo, in caso di progettazione da incendio, sono utilizzati i fattori originali di riduzione. (***vedere...*** *6.6.2 La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8*). Quando si visualizzano i risultati, un elemento in acciaio modificato viene indicato con un * dopo il nome della sezione, per distinguerlo dalla sezione originale. Nel menu a tendina è possibile selezionare le dimensioni delle sezioni che sono state caricate in precedenza nel modello.

Facendo clic su questa icona è possibile caricare ulteriori sezioni trasversali dalla libreria Sezione trasversale o definendo una forma parametrica. Sul lato destro di questa icona è possibile vedere le dimensioni originali della sezione trasversale.

Facendo clic sull'icona *Sostituisci sezioni trasversali* si aggiorna la sezione trasversale effettiva degli elementi selezionati con la sezione trasversale inserita nella finestra di dialogo Parametri di progettazione.

Approcio di progetto

Per classe di sezione (elastica / plastica) sono consentiti metodi di progettazione elastica e plastica, a seconda della classe di sezione dell'elemento strutturale.

La progettazione elastica: tutti i controlli utilizzano metodi di progettazione elastica. Le resistenze sono calcolate dalle proprietà elastiche della sezione trasversale; In classe 4 sono utilizzate proprietà efficaci della sezione trasversale.

Classe di sezione

Classificazione automatica della sezione trasversale in funzione dei valori di tensione attuale.

Progetto elementi rinforzati

Se l'elemento di progettazione ha un'instabilità del telaio oscillante nel piano locale x-y o x-z, il relativo rinforzo deve essere disattivato. Queste impostazioni influenzano il calcolo automatico della flessione (AutoNcr) e, in caso d'instabilità torsionale laterale, i supporti laterali per il metodo AutoMcr. Inoltre, essi influenzano fattori di momento uniformi equivalenti Cmy e Cmz del controllo di interazione di stabilità (EN 1993-1-1 Allegato B: Metodo 2: Tabella B.3).

Metodo di classificazione

Il metodo di classificazione controlla le forze considerate durante la classificazione automatica
N: solo forze assiali; M solo momenti flettenti; N+M: forze assiali e momenti flettenti

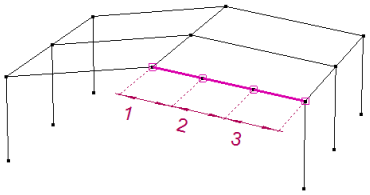
Assembla gli elementi di progetto

Il programma assembla gli elementi di progettazione dagli elementi selezionati prima di eseguire i calcoli di progetto. Gli elementi di progettazione sono costituiti da elementi finiti con lo stesso tipo (reticolare, trave o nervatura) e orientamento del sistema locale. Gli elementi di progettazione devono avere una sezione trasversale e un'eccentricità costante o variabile linearmente lungo tutto l'elemento. Gli elementi finiti devono essere sulla stessa linea.

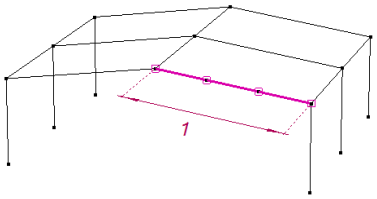
☞ ***Gli elementi di progetto in acciaio non sono gli stessi dei componenti strutturali (Vedere...*** *3.2.14 Cerca elementi strutturali****)***

Il programma consente due metodi per definire gli elementi del progetto come segue:

Qualsiasi nodo di una serie di elementi finiti in cui è collegato un altro elemento finito diventerà un punto finale di un elemento di progettazione all'interno della serie di selezione di elementi finiti.



Gli elementi finiti del gruppo di selezione diventano un elemento di progettazione indipendentemente da altri elementi finiti che si collegano ai suoi nodi.



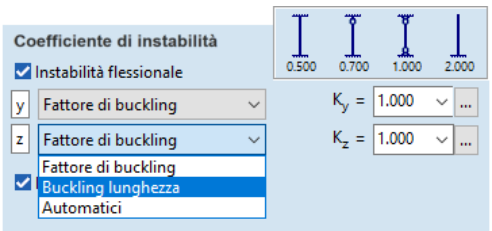
Fattore per le forze sismiche ***vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*

Parametri Stabilità

AXISVM esegue i controlli d'instabilità, l'instabilità laterale-torsionale e l'instabilità a taglio dell'anima. Ogni controllo può essere attivato separatamente facendo clic sulla casella relativa. Ad esempio, se è certo che non vi è alcuna necessità di controllare l'instabilità laterale-torsionale può essere disattivata la casella relativa non dovendo specificare alcun parametro.

6.6.1.1.1 Instabilità (a flessione)

Per determinare resistenza d'instabilità la K_y e K_z attorno agli assi *y* e *z* (nei piani locali *x-z* e *y-z*) bisogna definire le condizioni di supporto finale. Esistono tre modi per specificare l'elemento di instabilità flessionale.



Fattori d'instabilità

Ky, Kz (fattori di lunghezza effettiva). Il fattore d'instabilità sarà moltiplicato per la lunghezza dei componenti di progettazione e non per la lunghezza totale degli elementi selezionati. Si noti che gli elementi di collegamento potrebbero condurre alla separazione di un membro selezionato in più membri di progettazione (vedere *Assemblare i componenti di progettazione* sopra).

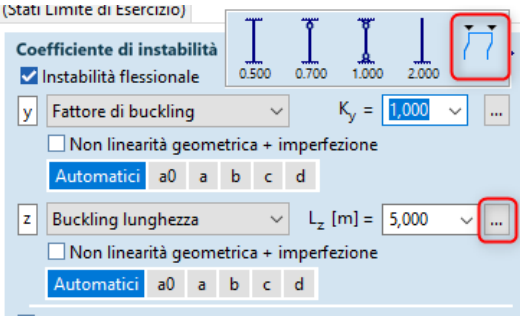
Lunghezze d'instabilità

Ly, Lz. La lunghezza d'instabilità inserita verrà utilizzata indipendentemente dalla lunghezza dell'elemento di progettazione. Questo porta spesso a un progetto più semplice in caso di strutture complesse.

Selezionare una forma di instabilità



Sia il fattore di instabilità che la lunghezza di instabilità possono essere ottenuti dai risultati di instabilità. I fattori di sensibilità S_{dir}, S_{struct}, S_{mode} consentono di selezionare il caso pertinente.



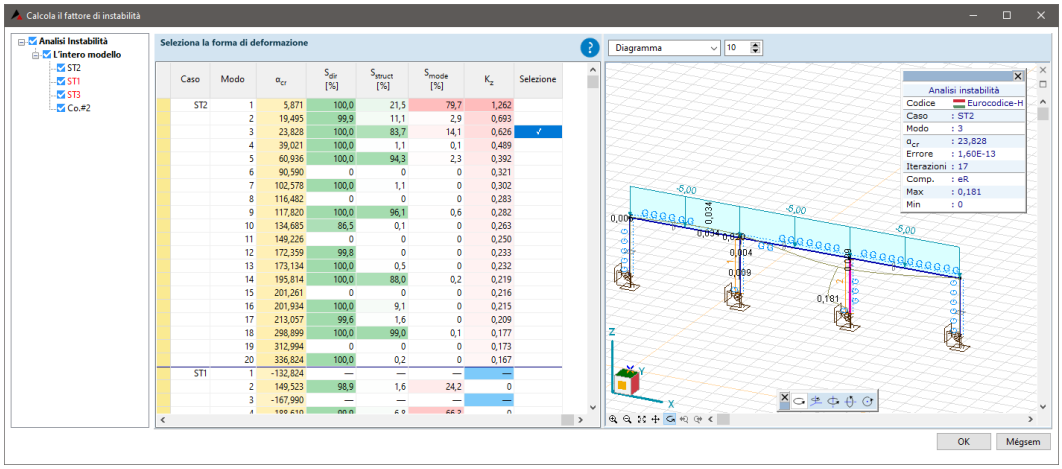
La finestra pop-up è composta da tre parti. L'albero a sinistra mostra i casi di carico e le combinazioni per cui è stata completata l'analisi di buckling. I casi di carico / le combinazioni in cui il massimo dei moltiplicatori di carico critici αcr calcolati è inferiore a 25 sono visualizzati in **rosso**.

I risultati dell'instabilità possono essere incompleti. Il numero di forme calcolate potrebbe essere stato impostato troppo basso, oppure potrebbero esserci troppe forme di instabilità simili (eventualmente locali).

I casi e le combinazioni di carico per i quali i risultati di instabilità sono stati calcolati in X7 o in versioni precedenti sono visualizzati in **arancione**. Questi casi possono essere utilizzati solo in modo limitato, poiché le analisi della versione precedente alla X8 non calcolavano i fattori di sensibilità per le forme.

A destra viene visualizzato il modello con la prima forma di instabilità (o quella selezionata). La forma di buckling può essere selezionata da una tabella con le seguenti colonne:

Caso	Caso di carico o combinazione di carico
Modo	Numero di forma di buckling
α_{cr}	Moltiplicatore di carico critico
S_{dir}	Fattore di sensibilità direzional
S_{struct}	Fattore di sensibilità strutturale
S_{mode}	Fattore di sensibilità del modo di buckling
Ky / Ly	Fattore di instabilità / lunghezza di instabilità
Selezione	Colonna di selezione



Come selezionare la forma di instabilità corretta?

Valori elevati di S_{mode} indicano quali forme di buckling è consigliabile studiare. In un caso semplice, quella con l'autovalore più piccolo è quella appropriata. Un valore ridotto di S_{dir} o S_{struct} indica che la forma di buckling non è sicura o non è locale.

Prima della selezione, si consiglia di controllare visivamente le forme di buckling.

Limitazioni

Il calcolo può essere applicato per una sola membratura selezionata. Per ottenere i fattori di sensibilità è necessaria un'analisi di buckling. Se i risultati dell'instabilità sono stati calcolati con le versioni precedenti, non vengono calcolati gli indici di sensibilità, ma solo i valori *Ky / Ly* delle formule di Eulero.

Fattore di sensibilità

Fattore di sensibilità direzionale

$$S_{dir} = \frac{W_{e,d,i}}{W_{e,i}}$$

ndica la frazione dell'energia di deformazione del *elemento di progetto* dovuta all'instabilità attorno a un determinato asse. Per l'instabilità pura intorno a un determinato asse, il valore è pari al 100%. Un valore ridotto indica la presenza di instabilità nell'altro piano o di instabilità flesso-torsionale. In

quest'ultimo caso, lo spostamento nel piano può anche appartenere a un instabilità torsionale laterale.

Fattore di sensibilità strutturale

$$S_{struct} = \frac{W_{e,d,i}}{W_{tot,i}}$$

Indica la frazione dell'energia di deformazione totale dell'*intera struttura* dovuta all'instabilità dell'elemento di progetto attorno a un determinato asse. Per l'instabilità locale dell'elemento costruttivo, il valore è pari al 100%. Un valore ridotto indica che la perdita di stabilità non è dovuta o non è dovuta solo all'elemento di progetto selezionato.

Fattore di sensibilità alla forma del modo di buckling

$$S_{mode} = \frac{W_{e,d,i}}{\sum_{(i+)} W_{e,d,i}}$$

Rapporto tra l'energia di deformazione dell'elemento costruttivo in una determinata forma di instabilità e la somma dell'energia di deformazione per le forme di instabilità calcolate con autovalore positivo. Un valore elevato indica che la deformazione dell'elemento costruttivo attorno all'asse di instabilità è significativa in quella forma. Questo valore è il miglior indicatore delle forme di instabilità che si consiglia di studiare.

Appendice matematica

Energie di deformazione

Energia di deformazione elastica immagazzinata nell'intera struttura nella forma del modo di instabilità i-esimo:

$$W_{tot,i} = \boldsymbol{u}_i^T \boldsymbol{K} \boldsymbol{u}_i$$

Energia di deformazione elastica immagazzinata nell'elemento di progetto nella forma del modo di instabilità i-esimo:

$$W_{e,i} = \boldsymbol{u}_{e,i}^T \boldsymbol{K}_e \boldsymbol{u}_{e,i}$$

Energia di deformazione elastica immagazzinata nell'elemento di progetto a causa della deflessione attorno a un determinato asse di instabilità nella forma del modo di instabilità i-esimo:

$$W_{e,d,i} = \boldsymbol{u}_{e,i}^T \boldsymbol{K}_{e,d} \boldsymbol{u}_{e,i}$$

Notazioni:

Indici

i	Indice della forma del modo di instabilità.
e	Quantità associata all'elemento di progetto in esame
$d = \{y, z\}$	Quantità associata a un determinato asse di instabilità (*y* o *z*).

Vettori

$\boldsymbol{u}_i$	Vettore di spostamento dell'intera struttura nella forma del modo di instabilità i-esimo.
$\boldsymbol{u}_{e,i}$	Vettore spostamento dell'elemento di progetto nella forma del modo di instabilità i-esimo.

Matrici

$\boldsymbol{K}$	Matrice di rigidezza elastica dell'intera struttura
$\boldsymbol{K}_e$	Matrice di rigidezza elastica dell'elemento di progetto.
$\boldsymbol{K}_{e,d}$	Matrice di rigidezza elastica "ridotta" dell'elemento di progetto. Contiene solo le voci associate ai gradi di libertà traslazionali e rotazionali in un determinato piano di instabilità.

Se si seleziona la scheda di *Progetto acciaio,* i fattori di lunghezza di instabilità *Ky* o *Kz* calcolati possono essere visualizzati selezionando *Ky* o *Kz* come componente di risultato dal *gruppo Resistenze*.

Automatici Se questa opzione è selezionata la lunghezza d'instabilità degli elementi di progettazione viene calcolata automaticamente. Il cosiddetto metodo AutoNcr determina la lunghezza d'instabilità basata sulla geometria del modello e sulla distribuzione delle forze interne nel modello. La lunghezza d'instabilità di ciascun elemento di progetto viene calcolata dopo aver considerato l'effetto di stabilizzazione degli altri elementi collegati. Questo metodo si basa sulle regole raccomandate dalla

Convenzione europea per l'acciaio da costruzione *ECCS TC8: Rules for Member Stability in EN 1993-1-1: Background documentation and design guidelines)*.

Il metodo originale è stato sviluppato per colonne verticali di telai semplici. L'algoritmo di AXISVM può gestire qualsiasi struttura tridimensionale ma per geometrie particolari l'errore può essere considerevole. In questi casi si raccomanda di verificare se i valori di lunghezza d'instabilità calcolati sono entro il range previsto. Per strutture complesse è anche consigliabile determinare il parametro di carico critico risolvendo un problema di autovalore (***vedere...*** *6.2 Instabilità)* o per eseguire un'analisi non lineare con la nonlinearità del materiale e l'imperfezione geometrica.

La lunghezza d'instabilità dipende fortemente dal fatto che l'elemento di progettazione abbia una modalità d'instabilità oscillante. Controllare le caselle di controllo *Rinforzato in x-y / x-z piano locale* in base alla sensibilità dell'elemento agli effetti del secondo ordine. È importante riconoscere, ad esempio, che le colonne di un portale in genere si bloccano nel piano, mentre la trave non lo è (perché entrambi gli endpoint sono supportati dalle colonne).

AXISVM tiene conto dell'effetto di tutti gli elementi della trave(tra cui travi in acciaio senza parametri di progettazione o travi non acciaio). Come assunzione conservativa, tutte le colonne sono considerate in modalità "ondeggiata", mentre tutte le travi sono in modalità non-ondeggiante per impostazione predefinita.

L'algoritmo tiene conto di cerniere, connessioni rigide e semi rigide. Le connessioni non lineari sono rappresentate dalla loro rigidità iniziale. Si considerano anche i supporti nodali e i gradi di libertà nodali vincolati. A causa di DOF nodali vincolate, le strutture piane possono presentare una lunghezza debolissima molto piccola per l'instabilità nel piano. Questo non è un errore ma la conseguenza del movimento vincolato agli endpoint di elementi finiti. Per le strutture piane si consiglia di specificare la lunghezza d'instabilità per l'instabilità del fuori piano o di modellare i supporti effettivi invece di limitare i DOF nodali.

La lunghezza d'instabilità degli elementi di progetto è fortemente influenzata dalla distribuzione delle forze interne. Poiché queste forze sono diverse in ogni caso di carico e combinazione, la lunghezza d'instabilità calcolata dipende anche dal caso di carico selezionato o dalla combinazione! La velocità di calcolo può essere aumentata nella fase di progettazione concettuale trascurando l'influenza della distribuzione interna della forza; Deselezionare la casella di controllo Considerare N nella finestra di dialogo Parametri di progettazione. Quando le forze interne non vengono prese in considerazione, si assume che il parametro di progettazione in esame sia distribuito normalmente uniformemente, mentre gli altri elementi sono considerati senza carichi.

Limitazioni:

Questo metodo di calcolo della lunghezza di deformazione può determinare il parametro di carico critico solo per strutture costituite da reticolari, travi o elementi nervatura. Si ritiene che gli elementi di progetto abbiano una sezione trasversale costante. Il metodo di calcolo non è ancora disponibile per le travi a sezione variabile. Gli effetti di altri tipi di componenti strutturali (ad es. piastre, molle, corpi rigidi, supporti lineari o superficiali) vengono ignorati. Sono presi in considerazione solo i supporti nodali; l' influenza dei supporti lineari e superficiali non è presa in considerazione.

Ulteriori informazioni sullo strumento di calcolo del coefficiente di flessione automatico di flessione sono disponibili nel menu Help / Guida AutoNcr.

Se la scheda *Progetto acciaio* è attiva i fattori di lunghezza di instabilità *Ky* o *Kz* calcolati possono essere visualizzati selezionando *Ky* o *Kz* come componente di risultato dal gruppo *Resistenze*.

Modellare gli effetti del secondo ordine con analisi non lineare

Se i carichi interni contengono già l'influenza di effetti del secondo ordine (di conseguenza abbiamo definito l'imperfezione della geometria o dei carichi in caso di analisi geometrica non lineare), è sufficiente verificare la resistenza della sezione trasversale. Se questa opzione è selezionata, l'analisi di instabilità viene eseguita con valori $\chi_x = \chi_y = 1$.

Instabilità degli elementi di progetto

Instabilità degli elementi di progetto (Eurocodice) [Lineare, Co #1 (SLU), (acr = 5.085)]

Elemento verifica	Lunghezza [m]	N_{min} [kN]	N_{cr} [kN]	$L_{y,cr}$ [m]	$L_{z,cr}$ [m]	$K_{y,cr}$	$K_{z,cr}$	λ
1 (1–2)	15.300	-500.000	2542.415	7.648	2.057	0.500	0.134	61.592
2 (3–4)	4.687	in trazione	—	—	—	—	—	—
3 (5–6)	10.800	-500.000	2542.415	9.233	5.468	0.855	0.506	84.140
4 (7–8)	7.500	-500.000	2542.415	9.233	5.468	1.231	0.729	84.140
5 (37–45)	15.300	in trazione	—	—	—	—	—	—
6 (46–54)	7.500	in trazione	—	—	—	—	—	—
1 (1–2)	15.300	-500.000	2542.415	7.648	2.057	0.500	0.134	61.592

Se è stata completata un'analisi di instabilità per la struttura, un riepilogo dell'instabilità degli elementi di progetto viene visualizzato nel *Visualizzatore tabelle* (es. *RISULTATI / Analisi lineare / Progetto acciaio / Instabilità / Caso di carico o combinazione / Modo 4*). I risultati non lineari sono disponibili solo se la non linearità geometrica è stata ignorata ed il fattore di carico finale è 1,0. Un'altra tabella (*Progetto acciaio / Deformazione / Ncr minimo)* mostra la più piccola forza critica (N_{cr}) er ogni elemento di progetto con altri dati di deformazione.
Se i calcoli di progetto sono falliti per un determinato elemento, la causa dell'errore (dimensioni errate, tipo errato, ecc.) è anche visualizzata nella colonna *Elementi di progetto* (proprio come nella tabella di *Utilizzazione*).
La forza critica viene calcolata dalla formula di Eulero

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{{L_{cr}}^2} = N_{min}\alpha_{cr}$$

La lunghezza di instabilità della trave equivalente di Eulero è $L_{cr} = K_{cr}L$, dove L è la lunghezza fisica dell'elemento di progetto e Kcr è il fattore di instabilità.

α_{cr}	Parametro di carico critico
N_{min}	La forza normale minore lungo la trave
N_{cr}	La forza critica
$L_{y,cr}$	Lunghezza di instabilità attorno all'asse y (in direzione z)
$L_{z,cr}$	Lunghezza di instabilità attorno all'asse z (in direzione y)
$K_{y,cr}$	Fattore di instabilità sull' asse y
$K_{z,cr}$	Fattore di instabilità sull' asse z
λ	Snellezza

6.6.1.1.2 **Instabilità flesso -torsionale**

K_ω è il fattore relativo alla deformazione dei vincoli. Il suo valore deve essere compreso tra 0,5 e 1.

- se non ci sono vincoli alla deformazione il suo valore è 1.0.
- se ci sono vincoli alla deformazione su entrabe le estremità della trave, il suo valore è 0.5.
- se ci sono vincoli alla deformazione su una delle estremità della trave, il suo valore è 0.7.

Vedere in dettaglio: Appendice F1 del ENV 1993-1-1.
Z_a è la posizione del carico rispetto al centro di gravità (un valore con segno).
La posizione del carico può essere impostata su *Come definita* o *Personalizzata* nell'elenco a tendina. *Come definita* significa che la posizione del carico è determinata dall'eccentricità di un carico concentrato o distribuito della trave. I carichi nodali sono applicati nel centro di gravità della sezione trasversale. Se si sceglie *Personalizzata*, la posizione del carico deve essere selezionata tra le seguenti opzioni tramite pulsanti di opzione: *Sopra, Centro di gravità, Sotto o Personalizzato* (inserendo il valore Z_a). L'analisi presuppone che l'asse locale z sia all'interno del piano di simmetria e che le forze che causano l'instabilità torsionale laterale agiscano parallelamente a questo asse.

Calculo del M_{cr} (momento critico)

Esistono due opzioni disponibili per calcolare il momento critico dell'instabilità laterale-torsionale (M_{cr}).

1.) Formula

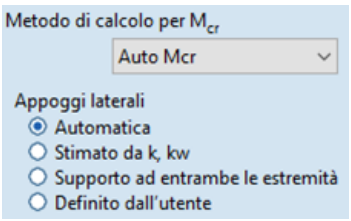
$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2}\left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + \left(C_2 z_g - C_3 z_j\right)^2} - \left(C_2 z_g - C_3 z_j\right)\right]$$

Il significato dei parametri può è descritto in letteratura o nell'appendice F1.2 della ENV 1993-1-1. Il valore dei parametri C_1, C_2, C_3 dipende dalla forma della curva di momento e dai fattori k.
Per immettere i valori dei parametri, selezionare *C1, C2, C3*.
In alcuni casi C_1 può essere calcolato automaticamente. Scegli la *formula C1 Lopez* dal metodo di *Calcolo per Mcr*. Questa opzione non è disponibile se l'elemento strutturale in acciaio è una mensola o $K > 1$.
C_2 deve essere inserito se i carichi esterni vengono applicati all'elemento strutturale e il punto di applicazione non coincide con il centro di taglio della sezione trasversale. In caso di sezione trasversale simmetrica viene anche inserito C_3. I valori dei parametri *C* possono essere impostati utilizzando ENV 1993-1-1, F1.2.

2.) Il metodo AutoMcr

Questo metodo genera un modello di elemento finito separato per ogni elemento di progettazione e calcola direttamente *Mcr* per ogni combinazione di carico creando *C_1, C_2, C_3* anche se non necessario e aumentando i tempi di calcolo. Questo metodo gestisce anche sezioni trasversali variabili e mensole. Il sottomodello degli elementi finiti di una trave contiene almeno 30 elementi finiti in cui ogni nodo ha quattro gradi di libertà essenziali per determinare l'instabilità torsionale laterale: 1) *v*, spostamento laterale nella direzione *y* locale, 2) Θ_x torsione, 3) Θ_z rotazione laterale, 4) *w*, deformazione. Questo metodo costruisce la forma di rigidezza della trave in due parti: la prima è lineare, la seconda ha una non linearità geometrica. Applica i carichi con la loro eccentricità e quindi riduce il calcolo a un problema di autovalore. Il metodo è sviluppato per la curvatura di sezioni costanti nel loro piano di simmetria, quindi per le sezioni trasversali variabili il programma crea il numero appropriato di elementi finiti. [Vedi Yvan Galea: *Moment critique de deversement elastique de poutres flechies presentation du logiciel ltbeam,* CTICM, 2003]

6.6.1.1.3 Supporti laterali



AXISVM determina le condizioni di supporto del sottomodello in automatico per default
In alternativa, possono essere scelti i seguenti metodi:
Stimato a partire da k, kw: la posizione dei supporti è stimata similmente alla versione 12 di AXISVM;
Supporti a forcella su entrambe le estremità;
Definito dall'utente: l'utente può modificare / definire i supporti.
Le quattro componenti di rigididezza di un supporto laterale sono R_y, R_{xx}, R_{zz}, R_w.
L'opzione sopra indicata si determina con l'impostazione su *Automatica*, il programma determina le condizioni di supporto come segue:
Supporto modello: basato sui supporti lungo la trave definiti in precedenza nella scheda *Elementi*; I valori R_y, R_{xx} *e* R_{zz} vengono prelevati direttamente dai valori di rigididezza di supporto, mentre $R_w = 0$.
Elementi di collegamento: elementi lineari e di superficie direttamente collegati all'elemento progettato forniscono un supporto all'instabilità torsionale laterale. I valori di rigidezza del supporto stimati sono riassunti nella Guida AutoMcr. Consultare Guida / Guida AutoMcr

Limitazioni:

Il sottomodello non tiene conto degli effetti dati dai gradi di libertà nodali.

Senza i supporti corretti, il sottomodello non ha alcuna stabilità torsionale laterale. Per evitare questo tipo di instabilità occorre soddisfare le seguenti condizioni: 1) R_y non è nulla in almeno un punto e R_y o R_{zz} non è nullo in un altro. 2) R_xx non è nulla in almeno un punto.
Se la prima condizione non è soddisfatta, vengono applicate le impostazioni predefinite: R_y e R_{xx} sono rigide a entrambe le estremità. Si tratta di una approssimazione del $k = k_w = 1$ nella formula ENV. Per una trave a sbalzo, l'impostazione predefinita è un supporto su una estremità con R_y, R_{xx} e R_{zz}.

Se la seconda condizione non è soddisfatta, i. e. Nessun supporto torsionale è stato definito, l'impostazione predefinita è quella di rendere R_xx rigido ad una estremità.



Le condizioni di supporto laterale possono essere modificate facendo clic sul pulsante ....
Viene visualizzata una finestra di dialogo con una tabella di supporti laterali dei membri di progettazione creati dalla selezione.
Gli elementi di progetto sono elencati a sinistra. La tabella mostra i supporti laterali dell'elemento selezionato.
L'ultima voce dell'elenco è *Gli stessi supporti degli elementi selezionati*. Selezionando questa voce la tabella mostra solo i supporti comuni sugli elementi di progetto selezionati. L'aggiunta o l'eliminazione di supporti cambierà la configurazione di tutti gli elementi di progetto selezionati.



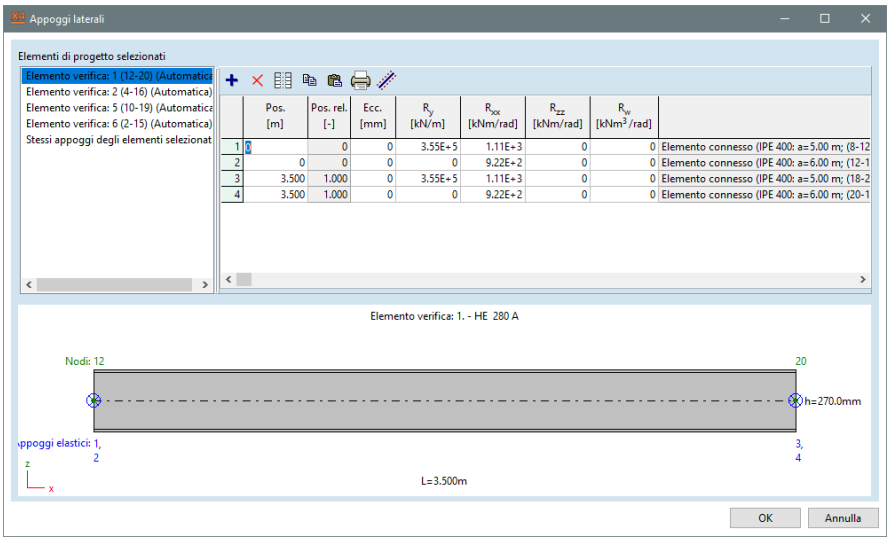
Aggiungi support.
Aggiunge una nuova riga alla tabella che consente di immettere le proprietà di supporto.



Cancella I supporti selezionati.
Cancella le line selezionate in tabella.

Possono essere modificate le seguenti proprietà: posizione di supporto, eccentricità del supporto in direzione *z* rispetto al centro di gravità della sezione trasversale, componenti di rigidezza. L'ultima colonna mostra il tipo di supporto:

Supporti addizionali possono essere definiti dall'utente.
Il supporto da modello fa riferimento ad un supporto nodale collegato all'elemento di progetto.
L'elemento di collegamento si riferisce ad un elemento reticolare, trave o nervatura che si collega all'elemento di progetto.
Il supporto predefinito si riferisce ai supporti creati automaticamente quando la prima condizione non è stata soddisfatta.
Il supporto torsionale di default si riferisce ai supporti creati automaticamente quando la seconda condizione non è stata rispettata.



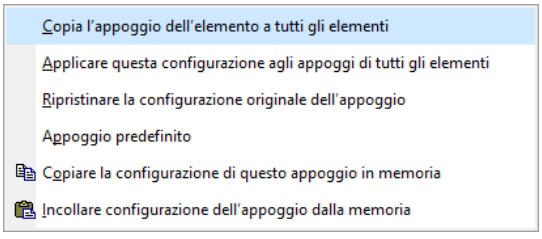
La tabella mostra gli elementi di collegamento anche se l'angolo tra il loro asse e l'asse dell'elemento di progettazione è maggiore di 15 °, ma solo se il vettore di direzione dell'elemento di collegamento ha un componente non zero nell'asse y locale del componente di progettazione (supporto laterale) . Quindi se l'elemento di progettazione è una trave orizzontale, le colonne verticali e altre travi orizzontali in linea con l'elemento di progetto non appaiono nella tabella.
Alcuni campi della tabella consentono anche di inserire formule contenenti numeri e alcune notazioni:

Pos. *L* è la lunghezza dell'elemento di progettazione. Quindi la posizione relativa può essere inserita come *L / 2* o *2 * L / 3*.

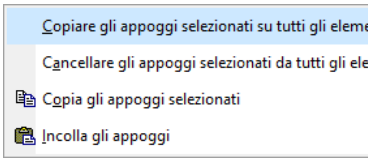
Ecc. *h* è l'altezza della sezione trasversale. Così l'eccentricità può essere immessa come *h / 2* o *2 * h / 3*.

R... Componenti rigidità: m sarà interpretato come 1E + 10.
In caso di un elemento di collegamento con lunghezza a e una rigidità *E * I 6 * EI / a* può essere inserito.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su un elemento dell'elenco a sinistra per ulteriori operazioni

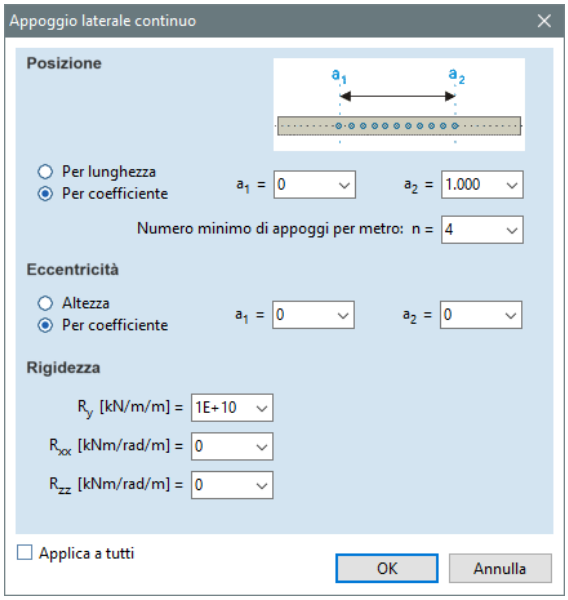


Fare clic con il pulsante destro su una riga per ulteriori operazioni



Supporto laterale continuo

Se una piastra (ad es. pannello metallico del tetto) è collegata al elemento di progetto, la sua rigidezza può essere considerata come un supporto laterale continuo.



Nella finestra *Supporto laterale continuo*, è possibile definire la posizione, l' eccentricità e la rigidezza della piastra. Selezionandoe *Appica a tutti*, il supporto verrà aggiunto a tutti gli elementi di progetto selezionati. In caso contrario, verrà aggiunto solo al elemento di progetto selezionato nella finestra *Supporto laterale*.

Il programma converte il supporto continuo in supporti individuali. La densita' dei singoli supporti può essere definita dall' utente (*Min. numero di supporti per metro, n*). I supporti individuali all' estremità della piastra hanno metà della rigidezza, come quelli al centro.

☞ ***Cambiando con l'opzione** Crea elementi strutturali **vengono ridefiniti gli elementi di progetto in modo che i supporti laterali siano reimpostati sui valori predefiniti e tutte le modifiche verranno perse.***

La versione 12 stima le condizioni del supporto dai valori *kz* e *kw*. I modelli creati con questa versione verranno visualizzati con l'impostazione *Stimato da kz, kw* .
Per aiutare a utilizzare e comprendere il metodo AutoMcr e definire correttamente i supporti laterali, è possibile trovare le linee guida e gli esempi nella Guida AutoMcr. Consultare Guida / Guida AutoMcr

Posizione dei carichi

Za è la coordinata z del punto di applicazione del carico trasversale (rispetto al centro di gravità della sezione trasversale), sulla base della ENV 1993-1-1, figura F1.1. È un valore che deve essere definito come rapporto di questa distanza con l'altezza della sezione trasversale. Le posizioni del centro di gravità e della parte superiore o inferiore della sezione trasversale possono essere scelte anche tramite le opzioni date.

Taglio d'istabilità dell'anima

Per le forme con anima, l'anima può essere supportata o meno con irrigidimenti:
Nessun irrigidimento: non assume alcun rinforzo trasversale lungo l'elemento strutturale.
Smorzatori trasversali: In ogni caso il programma presuppone che ci siano smorzatori trasversali (posti di chiusura non rigidi) alle estremità dei componenti strutturali (ad esempio ai supporti).

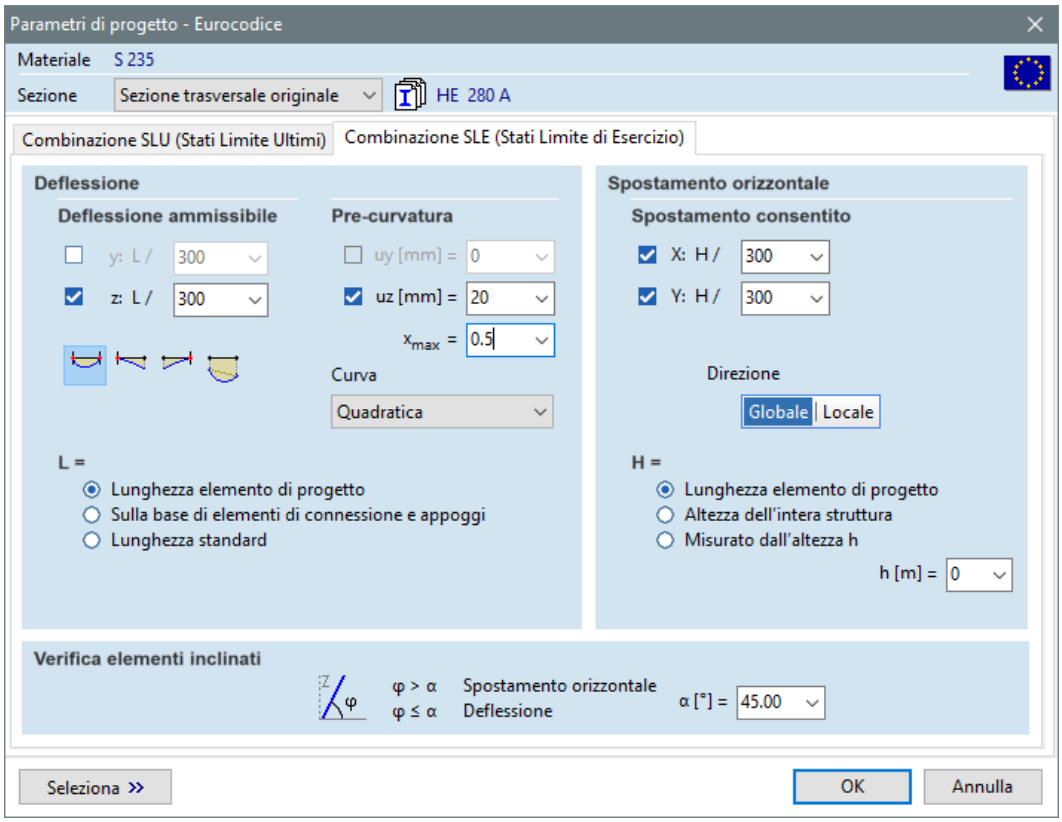
Si possono vedere I coefficienti dlle forze sismiche al *Carichi Sismici - modulo SE1*

6.6.1.2. **SLS parametri di progetto**



I parametri per i controlli SLS possono essere impostati nella scheda SLS nella finestra Parametri di progettazione.

SLS
(stato limite d'esercizio)



Il programma controlla le deformazioni delle travi e gli spostamenti orizzontali delle colonne. Gli elementi inclinati di progetto in acciaio sono classificati dall'angolo tra la loro linea centrale e il piano orizzontale. Se questo angolo è superiore α = 45°, allora l'elemento è considerato una colonna e se è sotto α = *45* °, allora è considerato una trave. Questo valore α può essere modificato quando si va alla *Verifica degli elementi inclinati*.

☞ ***Se le combinazioni di carico critico vengono generate automaticamente, il programma esegue i controlli SLS nelle combinazioni di carico caratteristiche.***

Deviazioni verticali

Le defomrazioni possono essere controllate in base alle direzioni dell'asse locale *z* o *y* dell'elemento di progetto in acciaio. Il controllo in ogni direzione può essere attivato/disattivato selezionando/ deselezionando la casella prima dei valori limite. I valori limite di deformazione devono essere impostati in base alla lunghezza (L) descritta di seguito.



deformazioni possono essere considerate in diversi modi: in base agli spostamenti effettivi o basati sugli spostamenti relativi solo a sinistra, solo a destra o ad entrambe le estremità dell'elemento di progetto.

Lunghezza (L) Le defomrazione di un elemento di progettazione e i limiti di defomrazione (ad esempio L / 300) si basano su uno dei valori di lunghezza scelti di seguito:
La lunghezza dell'elemento di progetto: L è uguale alla lunghezza dell'elemento di progetto;
Basandosi sugli elementi di collegamento e gli appoggi: se il parametro degli elementi assemblati di progetto nella scheda SLU è impostato sulla prima opzione (gli elementi si sono rotti vicino i collegamenti e gli appoggi), questa lunghezza è uguale alla lunghezza dell'elemento di progettazione e quindi uguale alla lunghezza sopra. Se è impostato sulla seconda opzione (le travi selezionate vengono controllate come un elemento di progettazione), il programma controlla se ci sono appoggi o elementi di collegamento lungo l'elemento di progetto nella direzione del controllo di deformazione che impedisce la deformazione dell'elemento di progetto. Tra questi, il controllo SLS viene eseguito per ogni sezione dell'elemento. Ad esempio, controllando una trave lunga 15 metri, se esistono colonne di supporto nei punti di estremità e un terzo della lunghezza della trave, il programma esegue separatamente i controlli SLS per la prima sezione di 5 metri e la parte restante di 10 metri della trave.
Lunghezza personalizzata: consente di immettere qualsiasi valore.

Pre-curvatura È possibile definire la pre-curvatura per gli elementi di progettazione, in cui le quantità di pre-curvatura (uz e uy) vengono interpretate nel sistema locale di coordinate. La forma della pre-curvatura può essere impostata con tre parametri: è possibile scegliere tra curve quadratiche o lineari, per le quali anche l'utente deve definire il valore massimo *(u)* e la sua posizione lungo l'elemento *(xmax).* Ad eccezione, se gli spostamenti effettivi sono impostati dall'utente (ad esempio solo una sezione di una trave viene selezionata come elemento di progetto), i valori di pre-curvatura sono costanti lungo la lunghezza. Se la lunghezza L è impostata sulla lunghezza dell'elemento di progettazione o su una lunghezza personalizzata, la pre-curvatura è zero nei punti di estremità degli elementi di progetto. Se L è basato su elementi di collegamento e appoggi, la pre-curvatura sarà zero nei punti di estremità e negli appoggi trovati dal programma nella direzione corrispondente.

☞ ***È importante notare che il valore pre-curvatura impostato qui ha un effetto solo nei controlli SLS, riducendo le deformazioni precedentemente calcolate che si basano sulla forma originale.***

Spostamenti orizzontali Lo spostamento orizzontale può essere controllato in due direzioni alla volta, in base al sistema di coordinate globali o locali. Se viene scelto il sistema di coordinate globali, il programma controlla gli spostamenti in direzioni assiali orizzontali X e Y. Se si sceglie il sistema di coordinate locali, i componenti orizzontali delle deflessioni *(wx e wy)* vengono controllati nelle direzioni z e y locali dell'elemento di progetto.
L'altezza *(H)* lungo la quale il programma esegue controlli di spostamento può essere l'intera lunghezza della struttura, o solo l'altezza dell'elemento di progetto oppure quella del livello. Nel primo caso vengono considerate le deflessioni effettive, mentre in questi ultimi casi vengono controllati solo i relativi spostamenti lungo l'altezza considerata. In caso di elementi inclinati, l'altezza è definita come componente verticale della lunghezza dell'elemento di progetto. L'altezza può essere impostata dall'utente:

Lunghezza dell'elemento di progetto (spostamenti orizzontali relativi);

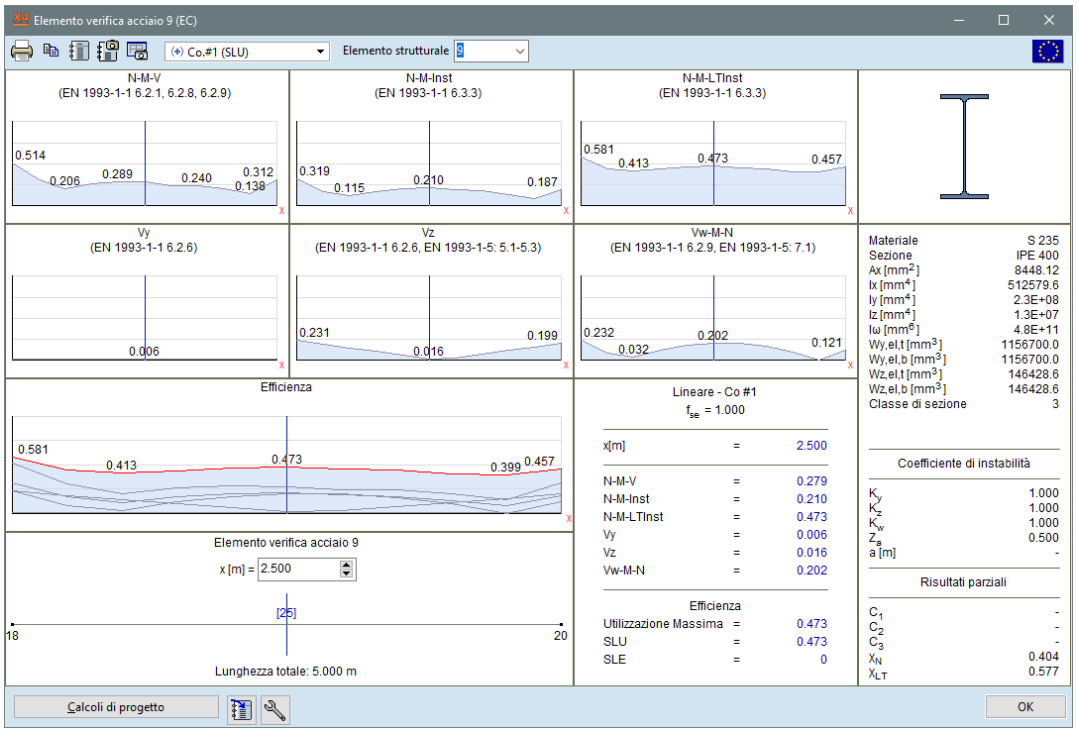
Altezza dell'intera struttura (spostamenti orizzontali effettivi);

Misurato all'altezza h (spostamenti orizzontali effettivi).

6.6.1.3. **Diagrammi e calcoli di progetto**

Diagrammi

Cliccando sugli elementi strutturali si possono visualizzare i diagrammi corrispondenti a tutte le verifiche. I risultati per qualsiasi posizione di ogni elemento di progetto in acciaio in ogni caso o combinazione di carico può essere ottenuto impostando le caselle di combinazione e trascinando la linea di rilevamento. Se una verifica non può essere eseguita con l'attuale sezione trasversale, il diagramma relativo è sostituito da una croce.





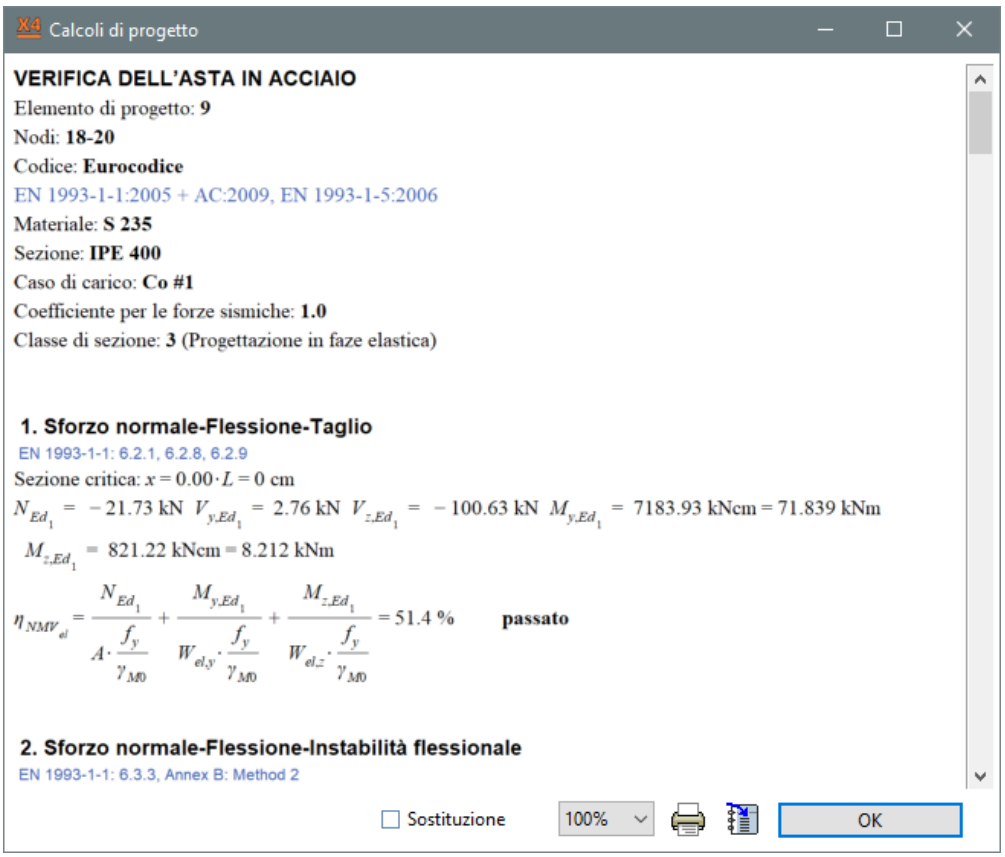
Cliccando sull'icona *Impostazioni* accanto al pulsante *Calcoli di progettazione* si possono impostare le unità di misura per le forze e le lunghezze utilizzati nei calcoli di progettazione.
I risultati importanti appaiono anche convertiti in unità standard di AXISVM (***Vedi...*** *3.3.8 Unità e formati*).

Calcoli di progetto

I dettagli dei calcoli in base al codice di progettazione corrente vengono visualizzati come un documento multi-pagina. I riferimenti alle sezioni e le formule del codice di progettazione appaiono in blu.

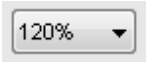
I risultati parziali sono i seguenti: La relazione è costituita da sei verifiche d'interazione di base elencate sopra e da una serie di risultati parziali che rendono più facile seguire i calcoli e forniscono informazioni utili per l'ottimizzazione della sezione.

1. Resistenza plastica assiale
2. Momento resistente plastico intorno all'asse y
3. Momento resistente plastico intorno all'asse z
4. Resistenzaplastica a taglio in direzione z
5. Verifica d'interazione flessione-taglio
6. Verifica d'interazione flessione-sforzo normale
7. Resistenza a carico di punta per flessione
8. Resistenza latero-torsionale di Buckling



Questa finestra può essere ridimensionata. Le pagine possono essere selezionate utilizzando l'elenco nell'angolo in basso a sinistra.

Sostituzione La sostituzione nella formula può essere attivata / disattivata. Eliminare la sostituzione rende il rapporto un pò più breve.



Selezionare la dimensione del carattere del rapporto.



Stampa il calcolo del progetto.



Cliccando su questa icona si aggiunge il calcolo di progettazione per la relazione corrente.

6.6.1.4. Ottimizzazione della sezione d'acciaio – modulo SD9



SD9 module requires SD1 module.

Sezione trasversale L'ottimizzazione delle strutture in acciaio rende gli elementi della progettazione in acciaio precedentemente definite e progettate più efficiente tramite la messa a punto delle dimensioni della sezione trasversale e la riduzione del peso proprio.

L'ottimizzazione controlla gli elementi di progetto applicando le stesse forze interne e ignorando le differenze di rigidezza date dalla variazione delle dimensioni modificate. In certe strutture il ricalcolo del modello può mostrare notevoli cambiamenti rispetto all'ottimizzazione. In questi casi diversi cicli di ottimizzazione consecutivi possono portare la struttura ad efficienze maggiori.

L'ottimizzazione utilizza i parametri della progettazione in acciaio precedentemente assegnati ai membri di progettazione.

I tipi di sezione adeguati per l'ottimizzazione sono: I, I asimmetrico, 2L, rettangolare, T, C, a forma di 2U e tubolare. Le sezioni variabili non possono essere ottimizzate.

Gruppi d'ottimizzazione

Il primo passo dell'ottimizzazione è quello di creare gruppi di ottimizzazione degli elementi di progettazione d'acciaio esistenti. Ogni elemento di un gruppo d'ottimizzazione deve avere la stessa sezione e l'ottimizzazione assegnerà la stessa sezione a i membri del gruppo.

L'elenco dei gruppi d'ottimizzazione (vedi sul lato sinistro della *Scheda dei gruppi d'ottimizzazione di progettazione*) mostra la sezione trasversale comune e il numero dei componenti di progettazione nel gruppo (<*n*>). Selezionare un gruppo e impostare i parametri d'ottimizzazione sulla destra (vedi sotto).

Obiettivo d'ottimizzazione

L'obiettivo dell'ottimizzazione può essere (1) il peso minimo, (2) l'altezza minima o (3) la larghezza minima.

Questo definisce la funzione dell'obiettivo. Il processo cercherà la sezione trasversale con una efficienza < 1 per tutti i membri del gruppo e più vicino all'obiettivo. Questa sezione è chiamata *sezione trasversale ottimizzata*. L'obiettivo è raggiunto separatamente per ogni gruppo.

È possibile impostare un'efficienza massima. Limitare l'efficienza può aiutare nell'ottimizzazione statica delle strutture indeterminate dove le modifiche sulla sezione trasversale possono causare grossi cambiamenti nelle forze interne .

Verifiche d'ottimizzazione

È possibile ignorare alcune verifiche durante il processo d'ottimizzazione. Tutte le verifiche della resistenza vengono sempre eseguite, ma i controlli per l'instabilità flessionale, l'instabilità torsionale laterale, l'instabilità dell'anima e gli SLE possono essere disattivati.

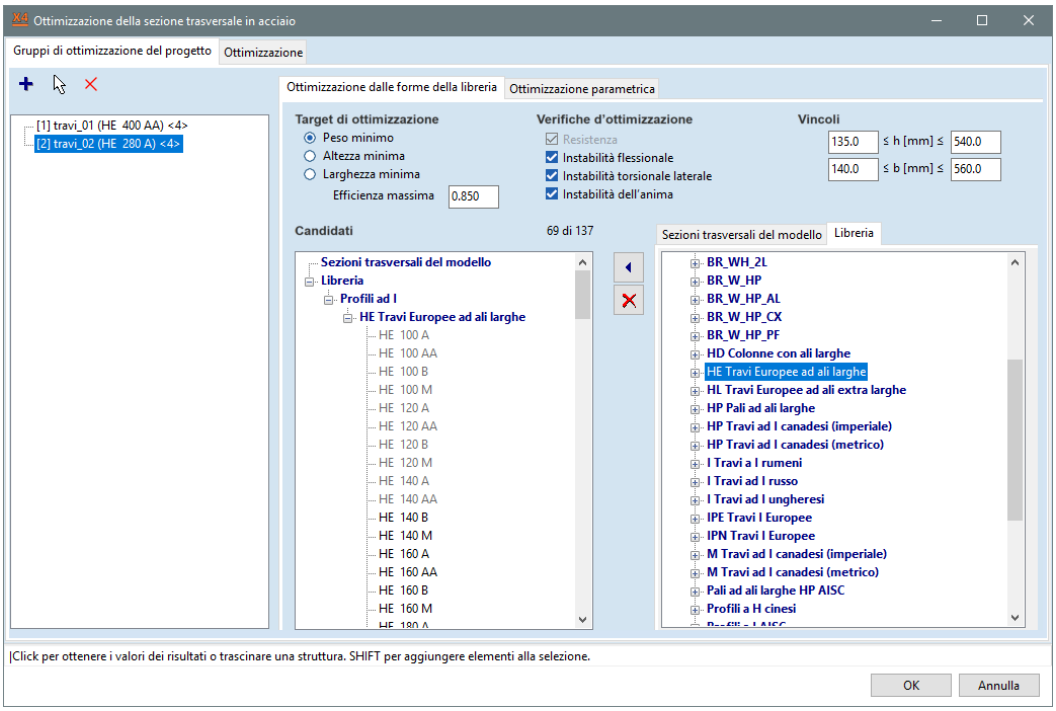
Tipi d'ottimizzazione

Ci sono due modi per definire la gamma delle sezioni da verificare. *L'ottimizzazione dalle forme predefinite* lavora su un certo numero di sezioni trasversali, mentre *L'ottimizzazione parametrica* ritrova la forma ottimale all'interno di diversi campi dei parametri geometrici.

Ottimizzazione dalle forme predefinite

Questo metodo trova la sezione ottimale di un dato numero di forme predefinite. I candidati possono essere selezionati dalle sezioni modello e dalla libreria. I candidati devono avere lo stesso tipo di sezione trasversale come la sezione trasversale originale del gruppo

La gamma dei candidati può essere ridotta impostando dei *Vincoli*. Solo le sezioni trasversali tra i limiti di altezza e larghezza verranno utilizzati come candidati (le altre sezioni non saranno selezionabili).

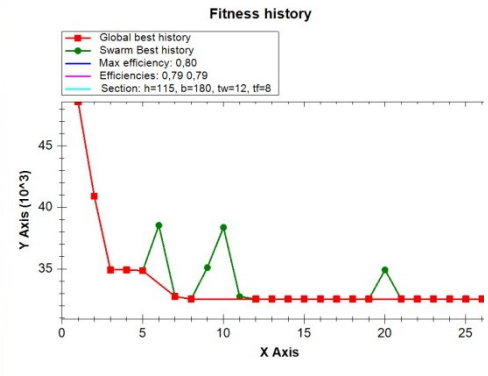


Se un gruppo contiene più di un membro di progettazione tutti i membri saranno controllati. I membri vengono controllati per tutta la loro lunghezza. Non tutti i candidati saranno controllati. Il programma analizza solo quelli necessari per trovare l'ottimizzazione globale.

Ottimizzazione parametrica

Questo metodo trova la sezione ottimale all'interno di diversi campi dei parametri geometrici. Vari algoritmi di ricerca ottimali sono conosciuti ed utilizzati con successo per l'ottimizzazione delle strutture a telaio. A causa della non linearità del problema ed il gran numero di optimums locali è difficile trovare un ottimizzazione globale con della matematica pura. E' ancora più difficile se l'ottimizzazione è chiamata a svolgere non solo le verifiche della resistenza ma anche l'analisi della stabilità.

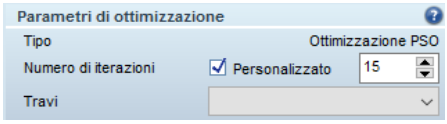
AXISVM usa il cosiddetto Particle Swarm Optimization (PSO), un metodo di calcolo stocastico per la ricerca ottimale. È un algoritmo evolutivo sviluppato nel 1990.
Il processo PSO eseguito per un dato numero di iterazioni e grazie alla sua natura stocastica può trovare molteplici optimums locali. Il numero di iterazioni è determinato dal programma cercando di bilanciare tempo di esecuzione e la più completa possibile mappatura dello spazio di ricerca. Inoltre se l'algoritmo non trova variazioni del risultato, dopo un lungo periodo si presuppone che sia l'ottimo globale e si chiude. In modalità multi-thread lo spazio di ricerca è partizionato tra i fili.

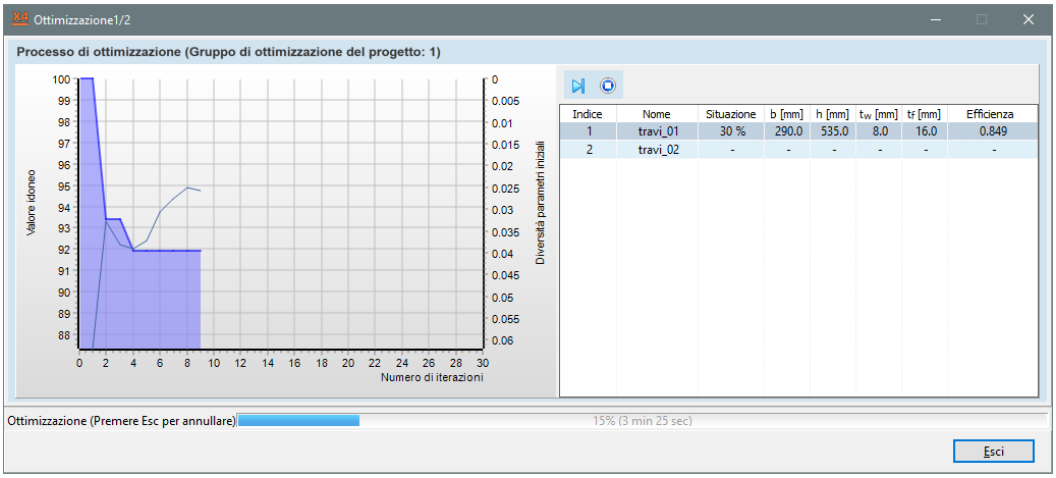


L'asse X visualizza il numero di iterazioni,
L'asse Y mostra il valore della funzione obiettivo

L'algoritmo calcola il numero necessario di iterazioni e seleziona il metodo di ottimizzazione. Può essere sia una ricerca lineare semplice o un'ottimizzazione PSO. La decisione si basa sui seguenti parametri: (1) le dimensioni dello spazio di ricerca, (2) passo di iterazione, (3) il numero di parametri fissi, (4) l'obiettivo della ottimizzazione, (5) singola o multi-modo discussione (vedi Impostazioni / Preferenze / analisi) (6) gamma di elementi preso in considerazione (in tutto o in x% delle travi più efficienti). La riduzione del numero di elementi presi in considerazione rende il calcolo più veloce ma riduce la precisione. Questo è utile se ottimizzano gruppi costituiti da molti membri con diversa efficienza, infatti l'efficienza deriva anche dal modo in cui viene eseguita l'ottimizzazione.

Nel caso di ottimizzazione con algoritmo PSO l'utente può scegliere il *Numero di iterazioni,* con l'opzione *Personalizzato*.





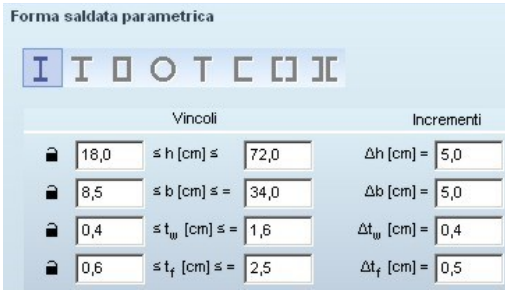
La linea blu mostra la diminuzione della diversità demografica su scala invertita, il riempimento del grafico visualizza il valore di idoneità (più basso è il migliore). Se il valore di idoneità non cambia attraverso molte iterazioni e la diversità della popolazione è piccola possiamo accettare il risultato corrente saltando all'ottimizzazione del gruppo successivo o premere Esc per uscire ottimizzazione.



Passa al gruppo successivo. Interrompe l'ottimizzazione del gruppo corrente e salta a quello successivo. Lo stato attuale viene considerato il risultato.

Ferma l'ottimizzazione. Interrompe l'intera ottimizzazione. Lo stato attuale di ciascun gruppo è considerato essere il risultato. Equivale a premere il tasto Esc.

Il vantaggio e svantaggio di questo algoritmo è la sua natura stocastica. Esegue l'ottimizzazione più volte per lo stesso problema che può condurre a risultati leggermente diversi. Questa tendenza è più forte nei grandi spazi di ricerca. Per i piccoli spazi di ricerca come i tubi all'interno di un intervallo di dimensioni strette dove viene fatta una semplice ricerca lineare (analizzando tutti i candidati per trovare il migliore).



I parametri dei vincoli della sezione trasversale e gli incrementi possono essere definiti. Cliccando sull'icona con il lucchetto si blocca il parametro al suo valore originale. Per impostare qualsiasi parametro ad un valore desiderato impostare il limite inferiore e superiore per lo stesso valore.

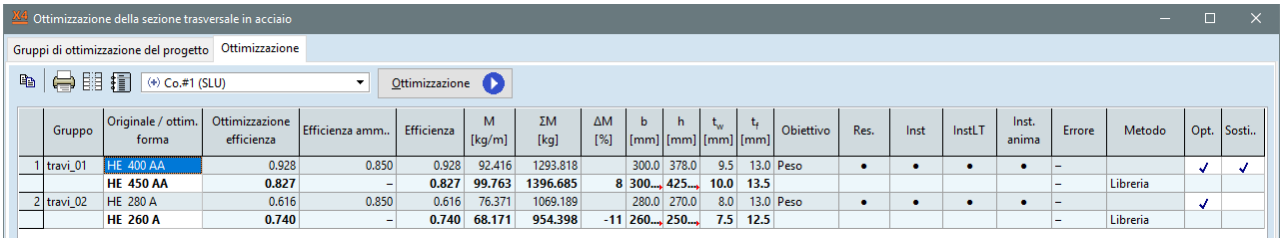
L'algoritmo cerca una sezione trasversale che si avvicini alla massima efficienza possibile e che sia più vicino all'obiettivo di ottimizzazione selezionato.

Intervalli troppo grandi e / o aumenti troppo piccoli rendono lo spazio di ricerca estremamente ampio e, di conseguenza, il calcolo degli aumenti di tempo e / o la convergenza rallenta. Quindi è importante impostare i campi intorno alla ottimizzazione stimata.

Se un gruppo d'ottimizzazione contiene elementi di progettazione multipli, l'efficienza complessiva sarà la più alta efficienza dei componenti. Pertanto si sconsiglia di inserire gli elementi con lunghezza diversa o forze interne nello stesso gruppo di ottimizzazione.

Ottimizzazione

Dopo aver impostato i parametri andare alla scheda *Ottimizzazione* per eseguire l'ottimizzazione per il caso di carico, combinazione, inviluppo o combinazione critica selezionati.



	Gruppo	Originale / ottim. forma	Ottimizzazione efficienza	Efficienza amm..	Efficienza	M [kg/m]	ΣM [kg]	ΔM [%]	b [mm]	h [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	Obiettivo	Res.	Inst	InstLT	Inst. anima	Errore	Metodo	Opt.	Sosti..
1	travi_01	HE 400 AA	0.928	0.850	0.928	92.416	1293.818		300.0	378.0	9.5	13.0	Peso	•	•	•	•	–		✓	✓
		HE 450 AA	**0.827**	–	**0.827**	**99.763**	**1396.685**	**8**	**300...**	**425...**	**10.0**	**13.5**						–	Libreria		
2	travi_02	HE 280 A	0.616	0.850	0.616	76.371	1069.189		280.0	270.0	8.0	13.0	Peso	•	•	•	•	–		✓	
		HE 260 A	**0.740**	–	**0.740**	**68.171**	**954.398**	**-11**	**260...**	**250...**	**7.5**	**12.5**						–	Libreria		

La tabella riporta i parametri di gruppo ed i risultati dell'ottimizzazione (peso per unità di lunghezza, riduzione del peso, larghezza e altezza. La colonna Ott. Può essere utilizzata per controllare quale gruppo va ottimizzato.

Se l'ottimizzazione è basata su forme predefinite da un menu a tendina può essere aperto con tutte le sezioni verificate e utilizzabile ordinati dalla maggiore efficienza alla piu' bassa.

Sostituisci colonne controlla quali sezioni vanno sostituiti. Cliccando sul pulsante *Sostituisci sezioni* verranno effettivamente sostituite le sezioni dei gruppi selezionati.

☞ ***L'ottimizzazione della sezione trasversale può essere un'operazione che richiede tempo a seconda della gamma dei candidati e la dimensione dei gruppi quindi in caso di un grande spazio di ricerca (ad esempio l'ottimizzazione parametrica), si raccomanda di non scegliere il metodo più lento AutoMcr per i calcoli di instabilità laterali.***

6.6.2. La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio – modulo SD8

Normative

AXISVM esegue la progettazione antincendio dell'acciaio secondo diversi codici nazionali. I codici di progettazione e gli annessi nazionali per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Resistenza al fuoco di strutture in acciaio secondo EN 1993-1-2

La resistenza al fuoco dell'elemento lineare in acciaio (modulo SD8) si basa sul progetto dell'elemento lineare in acciaio "normale"; ***vedere...*** *Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*, **perciò il modulo SD1 è un prerequisito per utilizzare delmodulo SD8**.
EN 1993-1-2 (EC3-1-2) esamina la progettazione del fuoco delle strutture in acciaio. EC3-1-2 è molto vicino alla EN 1993-1-1, per cui riportiamo solo le differenze. La progettazione del fuoco della trave in acciaio può essere eseguita in AXISVM se 1) la combinazione di carico selezionata include un caso di carico del fuoco (*Casi di Carico, Gruppi di Carico*) 2) se un effetto del fuoco è stato assegnato a uno qualsiasi degli elementi selezionati (*Effetto del fuoco su elementi lineari in acciaio – modulo SD8)* in quel caso di carico del fuoco. Se diversi effetti del fuoco sono stati assegnati agli elementi di un elemento di progetto, viene visualizzato un messaggio di errore e il progetto di incendio non può essere eseguito.
Se la selezione contiene elementi senza effetto del fuoco, viene eseguito il normale progetto in acciaio.
Alcuni parametri per la progettazione al fuoco degli elementi in acciao devono essere assegnati (vedere sotto).

Analisi degli elementi

EC3-1-2 illustrano diversi metodi: analisi elemento, analisi di una parte della struttura e analisi di tutta la struttura. L'analisi degli elementi è il metodo di verifica più diffuso a causa della sua semplicità. L'analisi di una parte o di tutta la struttura richiede solitamente modelli numerici non lineari complessi e un'analisi statica non lineare.

Principi guida dell'analisi degli elementi secondo EC3-1-2:

- Le forze interne dell'elemento di progettazione possono essere calcolate con l'analisi statica lineare;
- Devono essere considerati solo gli effetti delle deformazioni termiche derivanti da gradienti termici in tutta la sezione trasversale. Gli effetti delle espansioni termiche assiali o semplici possono essere trascurate "(EC3-1-2, 2.4.2 (4));

  Le condizioni di bordo agli appoggi e alle estremità dell'elemento possono essere considerati invariati durante l'esposizione al fuoco "(EC3-1-2, 2.4.2 (5)).

L'SD8 esegue l'analisi degli elementi. Deve essere verificato se tale struttura o parte della struttura può essere verificata con l'analisi degli elementi secondo le linee guida di EC3-1-2. In alcuni casi l'analisi di una parte della struttura può essere eseguita anche in AXISVM se 1) le condizioni di bordo sono impostate con attenzione, 2) gli effetti del fuoco sono considerati come carico termico e 3) consideriamo le linee guida nel capitolo 2.4.3 dell'EC3 -1-2.

$k_{y,\theta}$, k_E, $k_{y,\theta,4}$

Secondo l'EC3-1-2, in AXISVM, nella progettazione dell'acciaio per l'anticendio sono considerati i seguenti fattori di riduzione per le proprietà meccaniche degli acciai al carbonio:

- $k_{y,\theta}$ – fattore di riduzione per la resistenza allo snervamento (Classe 1, 2 e 3 sezione trasversale), relativo alla resistenza allo snervamento a 20 °C;
- $k_{y,\theta,4}$ – fattore di riduzione per la resistenza allo snervamento (Classe 4 sezione trasversale), relativo alla resistenza allo snervamento a 20 °C;
- k_E – fattore di riduzione per il modulo di Young, rispetto al modulo di Young a 20 °C.

Va notato che in caso di progettazione di acciaio inox devono essere utilizzati diversi fattori di riduzione.

θ_s [°C]	$k_{y,\theta}$	$k_{y,\theta,4}$	k_E
20	1.000	1.000	1.000
100	1.000	1.000	1.000
200	1.000	0.890	0.900
300	1.000	0.780	0.800
400	1.000	0.650	0.700
500	0.780	0.530	0.600
600	0.470	0.300	0.310
700	0.230	0.130	0.130
800	0.110	0.070	0.090
900	0.060	0.050	0.0675

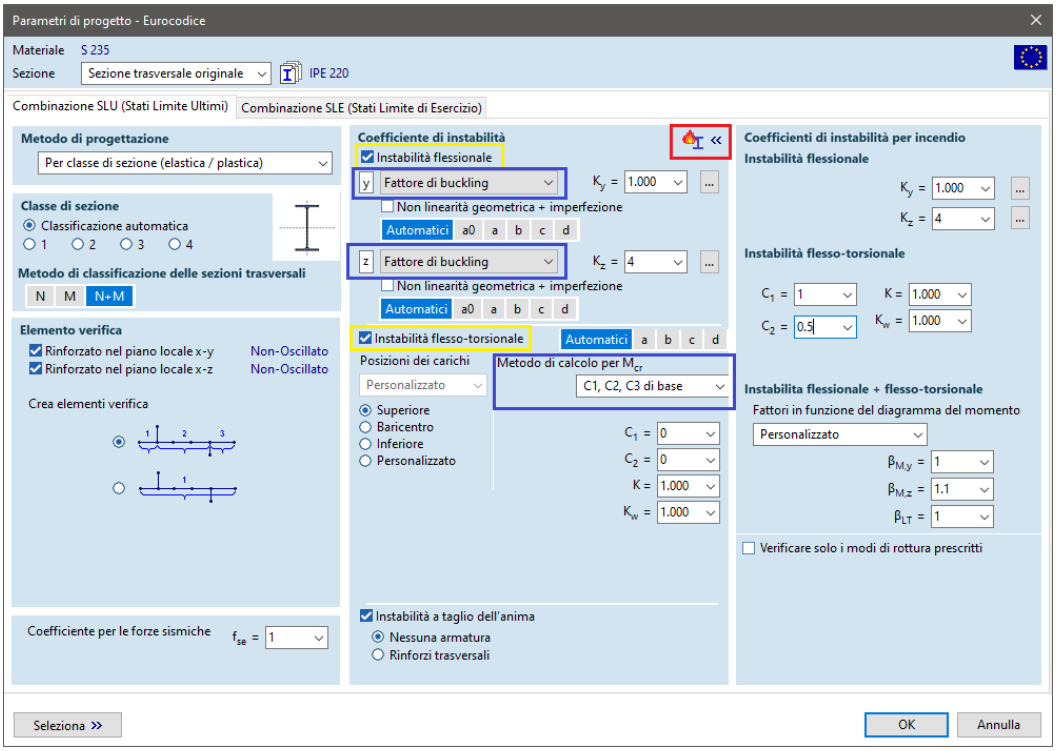
θ_s [°C]	$k_{y,\theta}$	$k_{y,\theta,4}$	k_E
1000	0.040	0.030	0.045
1100	0.020	0.020	0.0225
1200	0.000	0.000	0.000

Parametri di progettazione del fuoco per l'acciaio



Per la progettazione a fuoco sulla base dell'EC3-1-2, i parametri di progetto del fuoco devono essere definiti e assegnati agli elementi strutturali. Fare clic sul pulsante visualizzato nel rettangolo rosso. Questo pulsante è visibile solo se 1) il modulo SD 8 fa parte della configurazione e 2) è supportato il progetto del fuoco in acciaio secondo il codice di progettazione corrente. Il pulsante aggiunge un pannello aggiuntivo sul lato destro. Se rimane nascosto, non verrà eseguita la progettazione fuoco dell'elemento.





Coefficienti di instabilità nell' incendo

Instabilità flessionale

È possibile definire una lunghezza di instabilità diversa o coefficiente di lunghezza di instabilità per il calcolo della resistenza d'instabilità sugli assi y e z nel fuoco, in quanto la deflessione dell'elemento è spesso impedita da elementi a pareti sottili (arcarecci, ecc.) che perdono la loro rigidità molto rapidamente a temperatura elevata. La definizione/calcolo della lunghezza di instabilità è la stessa come quella di una temperatura normale di progetto (rettangolo blu). Se è selezionato il calcolo automatico della lunghezza di instabilità, il modulo di progettazione del fuoco utilizza la stessa lunghezza di instabilità come nella temperatura normale di progetto.
Se viene verificata l'instabilità flessionale, il calcolo e la verifica della resistenza d'instabilità vengono eseguiti sia alla temperatura normale che a quella elevata.

Instabilità torsionale laterale

K_ω: il fattore correlato ai vincoli contro la deformazione, può essere diverso a temperatura elevata. Se *l'instabilità torsionale laterale* viene attivata, il calcolo e la verifica della resistenza vengono eseguiti sia alla temperatura normale che a quella elevata.

M_{cr} – momento flettente critico

Possono essere definiti diversi parametri per la considerazione e il calcolo del momento flettente critico. Il modo di calcolo del momento flettente critico e della posizione di carico sono le stesse del progetto della temperatura normale (rettangolo blu).
Se AutoMcr viene selezionato, vengono presi in considerazione dal calcolo del M_{cr} degli appoggi laterali calcolati automaticamente oppure definiti dall'utente.

Instabilità flessione + instabilità torsionale laterale

La verifica dell' *Instabilità flessionale torsionale* viene effettuata se viene verificata l'instabilità flessionale e l'instabilità torsionale laterale e vengono definiti i parametri di stabilità. Il metodo di verifica è spiegato di seguito. Devono essere definiti fattori di coppia uniformi equivalenti ($\beta_{M,y}$, $\beta_{M,z}$ *e* $\beta_{M,LT}$ of EC3-1-2; Fig. 4.2). È possibile calcolare automaticamente questi fattori in base allo schema del momento di flessione.

Verifica solo le modalità prescritte

Le norme EN 1993-1-1 e EN 1993-1-2 sono simili, ma EN 1993-1-2 non tratta la verifica in vari modi (ad es. Alta inverificabilità dovuta a forze interne in interazione tra loro oppure dalla forza di taglio e di svergolanmento dell'anima). Secondo la letteratura, possono essere utilizzate formule di verifica EN 1993-1-1 in questi casi ma con ridotta resistenza allo snervamento e modulo di Young ridotto. Tuttavia, queste verifiche non sono prescritte dal codice.

Se viene selezionata l'opzione *Verifica solo le modalità prescritte* vengono eseguiti solo i controlli di progettazione EC3-1-2.

Classificazione delle sezioni trasversali

AXISVM classifica le sezioni trasversali secondo la tabella 5.2 di EN 1993-1-1. In caso di progettazione del fuoco, il parametro ε viene calcolato secondo EC3-1-2:

$$\varepsilon = 0.85\sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Verifica progetto antincendio

SD8 esegue le seguenti verifiche di progetto:

Verifica solo le modalità prescritte di fallimento



Compressione-Momento-Taglio [N-M-V] (EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.9.3) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Allegato E)

Compressione-Momento-Instabilità (flessione nel piano o torsionalel) [N-M-Buck] (EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Allegato E)

Forza assiale-Momento- Instabilità Torsionale Laterale [N-M-LTBuckl] (EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Allegato E)

Taglio /y [Vy] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Taglio /z [Vz] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Verifica solo le modalità prescritte



Compressione-Momento-Taglio [N-M-V] (EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Allegato E)

Compressione-Momento- Instabilità (flessione nel piano o torsionalel) [N-M-Buck] (EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Allegato E)

Forza assiale-Momento- Instabilità Torsionale Laterale [N-M-LTBuckl] (EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Allegato E)

Taglio /y [Vy] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Taglio /z [Vz] (EN 1993-1-5, 5.1-5.3) (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Compressione-Momento-Deformazione [Vw-M-N] (EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9) (EN 1993-1-5, 5.1-5.3, 7.1) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Allegato E)

Resistenze

Resistenza plastica (assiale) [Npl,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.1, Allegato E)

Resistenza effettiva (quando viene sottoposta a compressione uniforme) [Neff, fi,Rd](EN 1993-1-2, 4.2.3.1, Allegato E)

Resistenza al taglio elastico / asse y [Vel,fi,y,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Resistenza al taglio elastico / asse z [Vel,fi,z,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Resistenza al taglio plastico / asse y [Vpl,fi,y,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Resistenza al taglio plastico /asse z [Vpl,fi,z,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Instabilità dell'anima a taglio[Vb,fi,Rd] (EN 1993-1-5, 5.1-5.3, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Momento resistente elastico /yy [Mel,fi,y,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.4, Allegato E)

Momento resistente elastico /zz [Mel,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.4, Allegato E)

Momento resistente plastico /yy [Mpl,fi,y, Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, Allegato E)

Momento resistente plastico /zz [Mpl,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, Allegato E)

Momento resistente di sezione trasversale efficace sottoposto a flessione intorno all'asse y [Meff,fi,y, Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Momento resistente di sezione trasversale efficace sottoposto a flessione intorno all'asse z [Meff,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Resistenza minima d'instabilità (flessionale nel piano oppure torsionale) [Nb,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.2, Allegato E)

Resistenza d'instabilità Torsionale Laterale [Mb,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E)

Temperatura critica [θ_{cr}] (EN 1993-1-2)

Compressione-Momento-Deformazione

Verifica solo le modalità prescritte

☐

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

Formula generale:

$$\frac{N_{Ed}}{A\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}}+\frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}}+\frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 1$$

Se la forza di taglio è superiore al 50% della resistenza al taglio oppure è presente un momento torsionale, viene verificata la condizione dinstabilità riportata di seguito (solo per le sezioni I, T, C, scattolari e tubolari):

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2+\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2-\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)+3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2\leq 1$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

Formula generale:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}}+\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}}+\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{W_{eff,z}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 1$$

Se la forza di taglio è superiore al 50% della resistenza al taglio oppure è presente un momento torsionale, viene verificata la condizione d'instabilità riportata di seguito (solo per le sezioni I, T, C, scattolari e tubolari):

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2+\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2-\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)+3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2\leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,y}$:: Esso differisce da zero solo quando la sezione trasversale è nella classe 4 e la sezione trasversale originale è asimmetrica all'asse y.
$\Delta M_{z,Ed}=N_{Ed}\cdot e_{N,z}$ differisce da zero solo quando la sezione trasversale è di classe 4 e la sezione trasversale originale è asimmetrica rispetto all'asse z.

Controllo di progetto in campo plastico

Per le sezioni ad I, tubolari e scatolari nella sezione Classe 1 e 2, il controllo di resistenza è eseguito in conformità alla norma EN 1993-1-1 6.2.10 e EC3-1-2. La tolleranza è fatta per l'effetto della forza di taglio e della forza assiale sul momento resistente. Oltre al controllo di resistenza della forza assiale pura e della forza di taglio pura, devono essere soddisfatti i seguenti criteri:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,fi,y,Rd}}\leq 1;\ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,fi,z,Rd}}\leq 1$$

dove $M_{N,fi,y,Rd}$, $M_{N,fi,z,Rd}$ sono le resistenze ridotte del momento basate sull'effetto della forza di taglio e della forza assiale (EN 1993-1-1 6.2.8 e 6.2.9.1). Per le sezioni tubolari, il momento ridotto viene calcolato come segue:

$$M_{N,fi,y,Rd}=1.04\cdot\left(1-\rho-\frac{n^{1.7}}{(1-\rho)^{0.7}}\right);\ n=\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}};\ \rho=\left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}}-1\right)^2$$

$$M_{N,fi,z,Rd}=1.04\cdot\left(1-\rho-\frac{n^{1.7}}{(1-\rho)^{0.7}}\right);\ n=\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}};\ \rho=\left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}}-1\right)^2$$

Per la flessione bidirezionale il criterio in EN 1993-1-1 6.2.9.1. (6) deve essere soddisfatto (sezioni ad I, scatolari e tubolari):

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,fi,y,Rd}}\right]^{\alpha}+\left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,fi,z,Rd}}\right]^{\beta}\leq 1$$

Altri tipi di sezione:

$$N_{pl,fi,Rd}=\frac{Af_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}};M_{pl,fi,y,Rd}=\frac{W_{pl,y}f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}};M_{pl,fi,z,Rd}=\frac{W_{pl,z}f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}}+\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,fi,y,Rd}}+\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,fi,z,Rd}}\leq 1$$

Se la forza di taglio è superiore al 50% della resistenza al taglio, la resistenza del momento flettente è ridotta considerando l'effetto della forza di taglio secondo la norma EN 1993-1-1 6.2.8. E EC3-1-2 ($M_{V,fi,y,Rd}$, $M_{V,fi,z,Rd}$).

Verifica solo le modalità prescritte

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

$$\frac{N_{Ed}}{A\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \le 1$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{W_{eff,z}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \le 1$$

Controllo di progetto in campo plastico

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,fi,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,fi,z,Rd}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}} \le 1$$

Compressione-Momento-Instabilità

Secondo EN 1993-1-2, 4.2.3.5 (4.21a, c):

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_y\frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_y\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{W_{eff,z}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

Controllo di progetto in campo plastico

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi}Ak_{y,\theta}\frac{y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_y\frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

dove

$$\mu_y = (2\beta_{M,y} - 5)\bar{\lambda}_{y,\theta} + 0.44\beta_{M,y} + 0.29 \le 0.8$$

$$\mu_z = (1.2\beta_{M,y} - 3)\bar{\lambda}_{z,\theta} + 0.71\beta_{M,z} - 0.29 \le 0.8$$

Il calcolo del $\chi_{y,fi}$ e $\chi_{z,fi}$ del fattore di riduzione è secondo EC3-1-2 4.2.3.2

Forza Assiale-Momento- Torsione Laterale- Instabilità

Secondo EN 1993-1-2, 4.2.3.5 (4.21b, d):

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_{LT}\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{el,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_{LT}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{eff,y}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{W_{eff,z}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 1$$

$$k_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 3;\ k_z=1-\frac{\mu_zN_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 3$$

Controllo di progetto in campo plastico

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_{LT}\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{pl,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 1$$

$$k_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 3;\ k_z=1-\frac{\mu_zN_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\leq 3$$

dove:

$$\mu_{LT}=0.15\bar{\lambda}_{z,\theta}\beta_{M,LT}-0.15\leq 0.9$$

$$\mu_z=\left(1.2\beta_{M,y}-3\right)\bar{\lambda}_{z,\theta}+0.71\beta_{M,z}-0.29\leq 0.8$$

Il calcolo del $\chi_{LT,fi}$ e $\chi_{z,fi}$ del fattore di riduzione è secondo EC3-1-2 4.2.3.2 e 4.2.3.3.

Resistenza al taglio /y [Vy]

Secondo EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E:

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}}\leq 1;\ V_{el,fi,y,Rd}=\frac{I_z\cdot t}{S_z}\frac{f_yk_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}}\leq 1;\ V_{el,fi,y,Rd}=\frac{I_z\cdot t}{S_z}\frac{f_yk_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Per le sezioni supportate, vedere le tabelle alla fine del capitolo. *6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*

Tipi di sezione trasversale non supportati o progetto plastico:

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}}\leq 1;\ V_{pl,fi,y,Rd}=A_v\frac{f_yk_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Resistenza al taglio /z [Vz]

Verifica solo le modalità prescritte

AXISVM effettua la seguente verifica di progetto:

$$\frac{V_{zEd}}{\min\left(V_{z,fi,Rd},V_{b,fi,Rd}\right)}\leq 1$$

$V_{b,fi,Rd}$ la resistenza al taglio della deformata ovvero instabilità dell'anima (per sezioni trasversali ad I e scatolari) è basata sulla resistenza al taglio delle anime. Il calcolo del $V_{z,fi,Rd}$ è stato mostrato di seguito.

Nessuna guida può essere trovata in EC3-1-2 sulla verifica contro la deformazione dell'anima di resistenza a taglio al fuoco. In questo caso, la verifica è eseguita secondo i capitoli 5.1-5.3 di EN 1993-1-5 con ridotta resistenza allo snervamento e modulo di Young ridotto dovuto all'elevata temperatura dell'acciaio (EC3-1-2). Inoltre, i risultati della ricerca di André Reis, Nuno Lopes, Paulo Vila Real sono considerati anche da questa verifica (A. Reis, N. Lopes e P. Vila Real: studio numerico delle travi in lastra di acciaio sotto carico a taglio a temperature elevate, Journal of Constructional Steel Research, 117 (2006) 1-12).

Sezione trasversale classe 1, 2 e 3:

$$V_{b,fi,Rd}=\chi_{w,\theta}h_wt_w\frac{f_yk_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Sezione trasversale classe 4:

$$V_{b,fi,Rd}=\chi_{w,\theta}h_wt_w\frac{f_yk_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

dove

$$\chi_{w,\theta} = 1.2 \quad \bar{\lambda}_{w,\theta} < \frac{0.61}{1.2}$$
$$\chi_{w,\theta} = 0.1 + \frac{0.55}{\bar{\lambda}_{w,\theta}} \quad \bar{\lambda}_{w,\theta} \geq \frac{0.61}{1.2}$$

$$\bar{\lambda}_{w,\theta} = \frac{h_w}{37.4 t_w \varepsilon \sqrt{k_\tau}}; \varepsilon = 0.85\sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Verifica solo le modalità prescritte

Secondo EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Allegato E:

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 3)

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{el,fi,z,Rd} = \frac{I_y \cdot t}{S_y} \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Controllo di progetto in campo elastico (sezioni di classe 4)

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{el,fi,z,Rd} = \frac{I_y \cdot t}{S_y} \frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Per le sezioni supportate, vedere le tabelle alla fine del capitolo. *6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*

Tipi di sezione trasversale non supportati o progetto plastico:

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{pl,fi,z,Rd} = A_v \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Anima nervata-Pressoflessione-Forza assiale

Verifica solo le modalità prescritte

In caso di sezione ad I e di sezione trasversale, questo controllo di progetto di interazione è eseguito anche in conformità al capitolo 7.1 della norma EN 1993-1-5 e al capitolo 6.2.8 e 6.2.9 della norma EN 1993-1-1 con una resistenza e modulo di Young ridotta/o a causa della temperatura di acciaio elevata (EC3-1-2).

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,fi,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,fi,Rd}}{M_{pl,fi,Rd}}\right) \cdot \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{b,fi,,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1$$

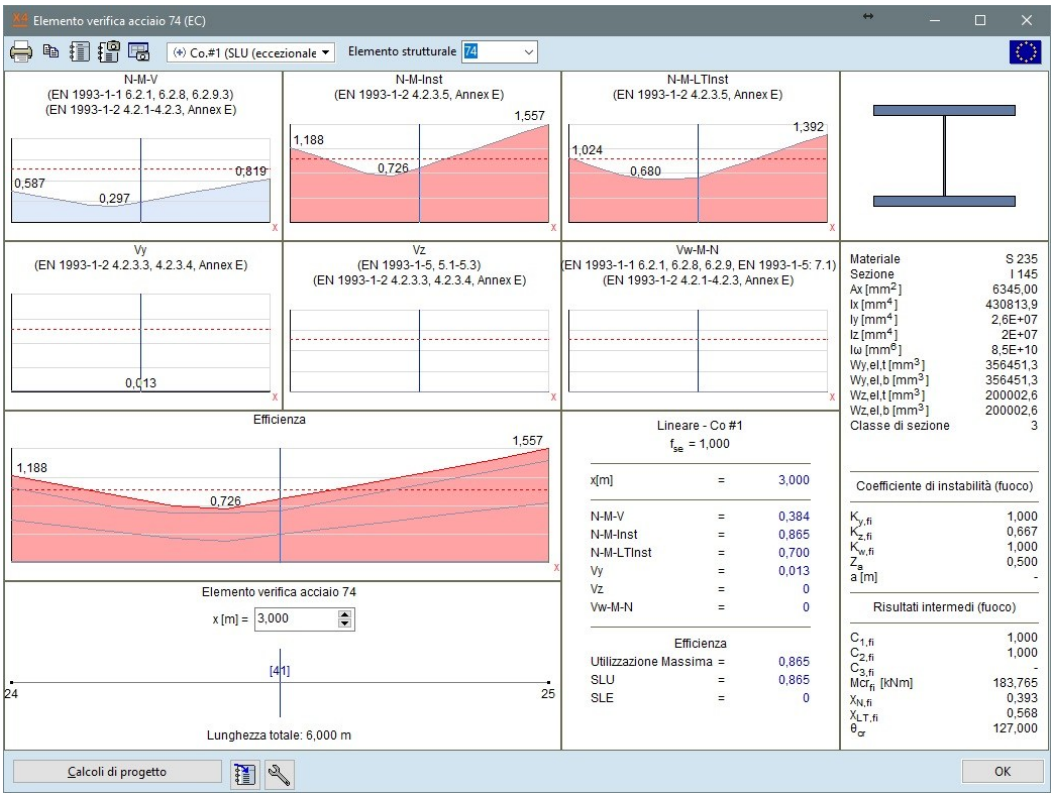
dove $M_{f,fi,Rd}$ è la resistenza plastica a pressoflessione delle flange.
Se l'opzione *Verifica solo le modalità prescritte* viene selezionata, questo controllo di progettazione di interazione non viene eseguito.

Temperatura critica

In molti casi deve essere determinata anche la temperatura critica (la temperatura dell'acciaio in cui avviene la non verifica dell'elemento). Ad esempio, lo spessore della protezione antincendio di rivestimento intumescente è selezionato in base al fattore di sezione (A/V) e alla temperatura critica. AXISVM può calcolare la temperatura critica per le modalità di non verifica sopra elencate. La temperatura critica dell'elemento è il minimo delle temperature critiche per le diverse modalità di non verifica. La gamma esaminata è di 20 - 1000 °C. Quindi, se AXISVM visualizza 20 °C come temperatura critica in caso di un elemento, significa che l'utilizzo è alto e la sicurezza dell'elemento contro il guasto/fallimento non può essere confermata anche a temperatura ambiente in situazioni di progettazione accidentale sulla base delle norme EC3-1 -2. In questo caso, è molto probabile che la resistenza non sia adeguata neanchè nella situazione di progettazione persistente. Se AXISVM visualizza 1001 °C come temperatura critica di un elemento, significa che l'utilizzo è molto basso e la temperatura critica è superiore a 1000 ° C.

Diagrammi

Clicca sull'elemento di progetto in acciaio per visualizzare i diagrammi, tutte le verifiche individuali e il loro inviluppo. I risultati di qualsiasi posizione di qualsiasi elemento di progetto in acciaio in qualsiasi caso di carico o combinazione possono essere ottenuti impostando x o trascinando la linea di tracciamento. Se non è possibile eseguire un controllo sulla sezione corrente, il rispettivo diagramma viene sostituito da una croce.
Se la combinazione critica ovvero quella selezionata contiene il caso di carico del fuoco e la progettazione del fuoco è stata eseguita per l'elemento selezionato di progetto in acciaio, vengono mostrati i coefficienti di deformazione per il fuoco e la temperatura critica.



Calcoli di progettazione

Fare clic sul pulsante Calcoli progettazione per visualizzare i dettagli di progettazione. Il calcolo può essere salvato nella documentazione. In caso di progettazione antincendio vengono mostrati anche il tipo di curva del fuoco, la temperatura di progetto e la temperatura critica.

8. Sforzo normale (verifica di resistenza):

EN 1993-1-2: 4.2.3.1

Curva d'incendio: **Curva di incendio parametrico**

Temperatura di progetto θ = 509,72 °C

Sezione critica: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 600,00 = 0$ cm

$$N_{pl,fi,Rd} = \frac{A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}} = \frac{63,45 \cdot 23,50 \cdot 0,75}{1} = 1118,09 \text{ kN} \quad (4.3)$$

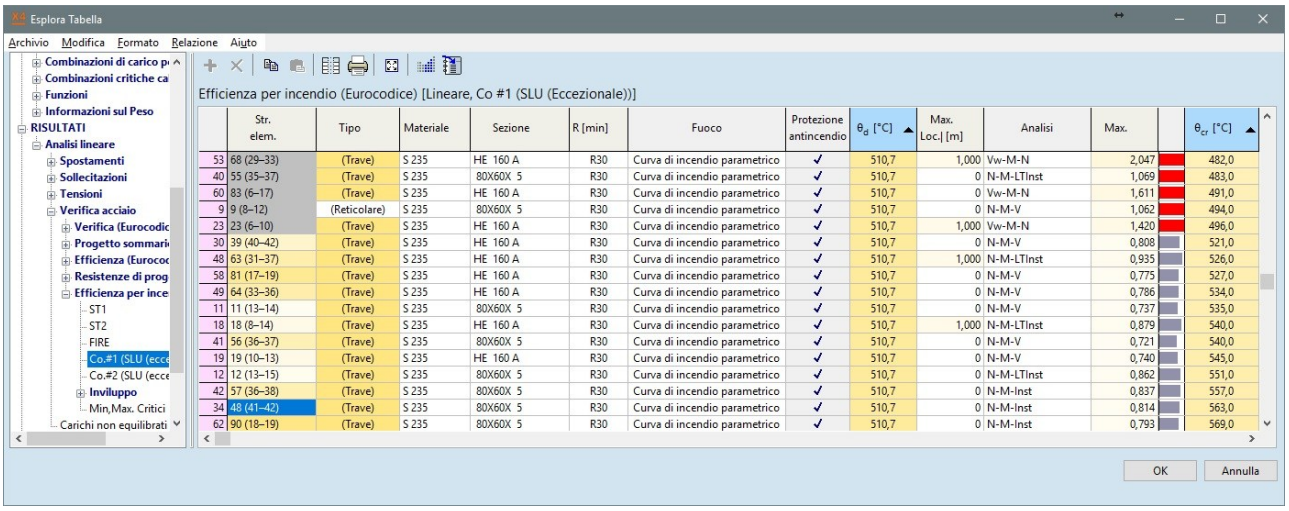
$$\eta_{N,fi} = \frac{|N_{Ed_1}|}{N_{pl,fi,Rd}} = \frac{|(-298,94)|}{1118,09} = 26,7\ \%$$

Temperatura critica θ_{cr} = 725,00 °C

passato

Tabella dei risultati

Tra le tabelle dei risultati di progettazione in acciaio, *l'Efficienza nel fuoco riepiloga* i risultati del progetto antincendio per aiutare la comunicazione con gli ingegneri della sicurezza antincendio.

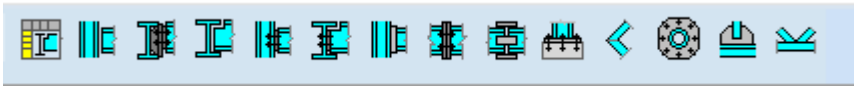


Oltre ai parametri iniziali di base sono elencati i seguenti parametri: tempo richiesto di resistenza al fuoco (ad esempio R30), tipo di curva di fuoco selezionata, temperatura di acciaio di progettazione, modalità di non verifica critico, efficienza e temperatura critica.

Ottimizzazione della sezione trasversale

Se il modulo SD9 è stato installato, allora è possibile eseguire l'ottimizzazione della sezione trasversale in acciaio per le combinazioni di carico che contengono il caso di carico del fuoco rispetto alle norme di progettazione dell'antincendio per l'acciaio. Durante l'ottimizzazione, la temperatura di progettazione dell'acciaio non viene ricalcolata automaticamente. Per questa ragione, l'efficienza può essere leggermente diversa dopo l'analisi della configurazione strutturale ottimizzata.

6.6.3. Progettazione di giunti in acciaio



Questo modulo è stato sviluppato da GammaCAD sp. z o.o., Poland gammaCAD www.gammacad.pl

Verifica delle connessioni in acciaio

Il modulo SC1 serve a verificare le connessioni bullonate e saldate in acciaio, controllando se soddisfano i requisiti dei giunti strutturali specificati nel codice di progettazione.
Il modulo utilizza il "metodo dei componenti" definito e supportato dai codici di progettazione per la verifica.

Codici di progettazione

La verifica delle connessioni in acciaio si basa su

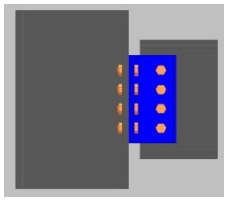
EN 1993-1-1 (2005): Eurocodice 3: Progettazione di strutture in acciaio - Part 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
EN 1993-1-8 (2012): Eurocodice 3: Progettazione di strutture in acciaio - Part 1-8: Progettazione dei giunti

La gamma di tipi di giunti in acciaio supportati, le restrizioni e le istruzioni per definire i giunti sono incluse in un documento PDF: Connessioni in acciaio - Applicazione SC1 (sc_manualX8_en.pdf) disponibile nella cartella di installazione. *Download >>*

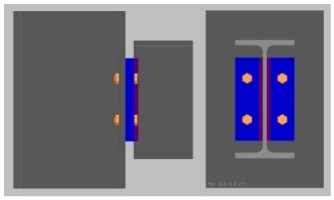
Tipi di giunto

Tipi disponibili

a) Trave-Colonna (semi-rigido)

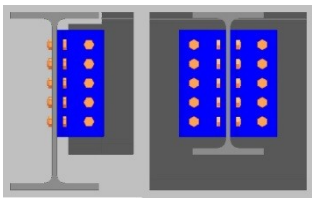


b) Trave-Colonna (Flangiato)

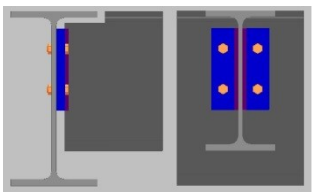


c) Travata-Trave (semi-rigido)

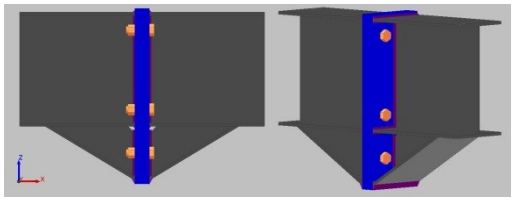
d) Travata-Trave (Flangiato)



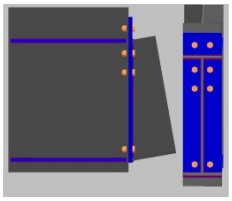
e) Trave-Trave (Piastra finale)



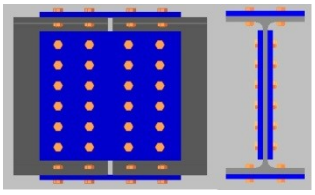
f) Trave-colonna (Piastra finale)



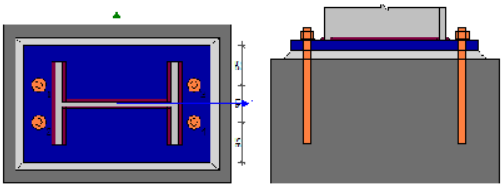
g) Giunzione trave



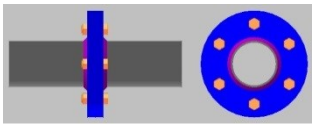
h) Piastra di base

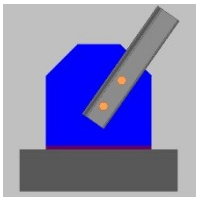


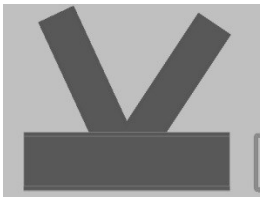
i) Giunzione tubolare



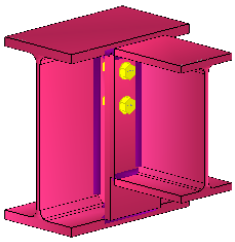
j) Piastra di collegamento *k) Nodo tubolari*

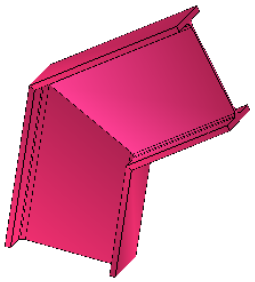






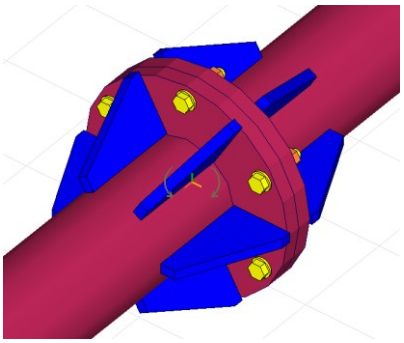
l) Travata-trave connessione rigida *m) Connessione saldata a ginocchio*

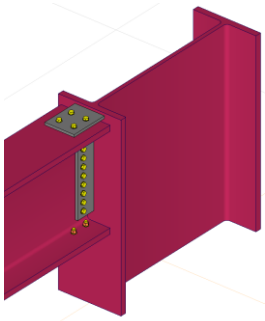




Vista renderizzata

I parametri dei giunti vengono salvati nel modello AXISVM. I dettagli dei giunti sono visualizzati nella vista renderizzata.





Ulteriori informazioni

Ulteriori dettagli sono disponibili nel manuale SC1. *Download >>*

6.7. Progettazione legno



6.7.1. Progetto della trave in legno – modulo TD1

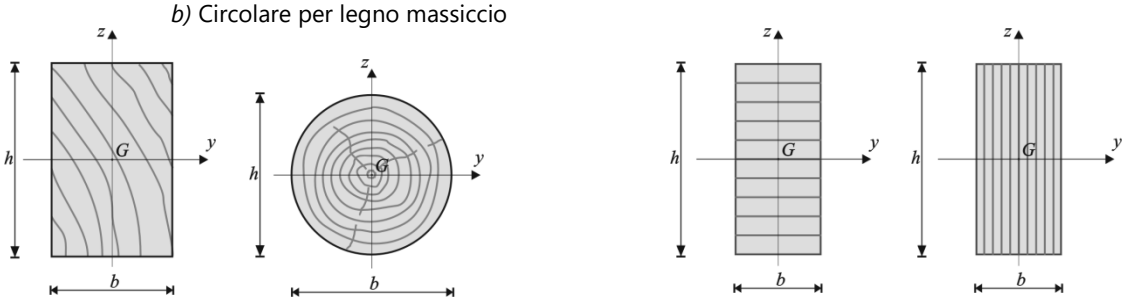
EUROCODE 5

I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Il modulo Verifica legno può essere applicato alle seguenti sezioni e materiali in legno:

a) Rettangolare per legno massiccio, Legno lamellare incollato (Glulam) e per Legno piallato lamellare (LVL)

b) Circolare per legno massiccio



Legno massiccio (softwood, hardwood) Glulam LVL

Proprietà dei materiali

Il database materiali contiene le proprietà dei materiali in legno come, il legno massiccio, Glulam e LVL secondo la normativa Europea EN. (Legno massiccio: EN338, Glulam: EN 1194)

Resistenza caratteristica	**Notazione**
Resistenza a flessione	$f_{m,k}$
Trazione parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$
Trazione perpendicolare alle fibre	$f_{t,90,k}$
Compressione parallela alle fibre	$f_{c,0,k}$
Compressione perpendicolare alle fibre	$f_{c,90,k}$
Taglio perpendicolare alle fibre in direzione y	$f_{v,k,y}$
Taglio perpendicolare alle fibre in direzione z*	$f_{v,k,z}$

**In caso di legno massiccio e legno lamellare incollato Glulam* $f_{v,k,z} = f_{v,k,y} = f_{v,k}$

Moduli di Elasticità	**Notazione**
Modulo di Elasticità medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$
Modulo di Elasticità medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$
Modulo di Elasticità parallelo alle fibre (5%)	$E_{0,05}$
Modulo di taglio medio	G_{mean}

Massa volumica	**Notazione**
Massa volumica	ρ_k
Massa volumica media	ρ_{mean}

Coefficiente parziale	**Notazione**
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale	γ_M

Dimensione dell'esponente dell'effetto	**Notazione**
Per materiale LVL	s

Classi di servizio

Gli elementi in legno devono avere una classe di servizio. La classe di servizio può essere impostata nella finestra di dialogo di definizione della trave. ***Vedi...*** *4.9.10 Elementi Lineari*

Classi di servizio (EN 1995-1-1, 2.3.1.3):

Classe di servizio 1 – dove il contenuto di umidità non supera il 12%. È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno
Classe di servizio 2 – dove il contenuto di umidità non supera il 20%. È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi il 85%, solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3 – dove il contenuto di umidità supera il 20%.
La resistenza di progetto e le proprietà dei materiali in legno dipendono dalla classe di servizio.

Classi di durata del carico

Il modulo Verifica legno richiede informazioni relative alla durata del carico. Se nel modello è stato definito un materiale in legno è possibile impostare la classe di durata del carico.
Vedi... *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*

I componenti della resistenza di calcolo

I valori della resistenza di calcolo sono calcolati dai valori caratteristici della resistenza come mostrato nelle formule seguenti:
In caso di $f_{t,90,d}$, $f_{c,0,d}$, $f_{c,90,d}$, $f_{v,d}$ (Legno massiccio, Legno lamellare incollato Glulam, e legno piallato lamellare LVL):

$$f_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{m,d}$ (Legno massiccio, Legno lamellare incollato Glulam, e legno piallato lamellare LVL):

$$f_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{t,0,d}$ (Legno massiccio e Legno lamellare incollato Glulam):

$$f_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{t,0,d}$ (Legno piallato lamellare LVL):

$$f_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_l \cdot f_k}{\gamma_M}$$

dove,

k_{mod} coefficiente di modifica (EN 1995-1-1, 3.1.3)
k_h coefficiente di profondità (EN 1995-1-1, 3.2, 3.3, 3.4)
k_l coefficiente di lunghezza Legno piallato lamellare LVL (EN 1995-1-1, 3.4)
f_k Resistenza caratteristica
γ_M Coefficiente parziale relativo al materiale (EN 1995-1-1, Table 2.3)

Coefficiente k_h

I valori della resistenza caratteristica $f_{m,k}$ e $f_{t,0,k}$ sono determinate per una profondità di riferimento della trave. In caso di Legno massiccio e Legno lamellare incollato Glulam, se la profondità (h) della sezione è minore del valore della profondità di riferimento, la resistenza di progetto è moltiplicata con questi coefficienti:

Legno massiccio: $k_h = \min\left\{\left(\frac{150}{h}\right)^{0,2}; 1,3\right\}$ (se $\rho_k \leq 700$ kg/m^3)

Legno lamellare incollato Glulam: $k_h = \min\left\{\left(\frac{600}{h}\right)^{0,1}; 1,1\right\}$

In caso di Legno piallato lamellare LVL se la profondità (h) della sezione non è uguale a quella di riferimento, la resistenza di progetto è moltiplicata con questo coefficiente:

LVL: $k_h = \min\left\{\left(\frac{300}{h}\right)^{s}; 1,2\right\}$ (dove la s è la dimensione dell'esponente dell'effetto)

h è la profondità della sezione espressa in mm.
Le profondità di riferimento sono le seguenti,
- legno massiccio: 150 mm
- Legno lamellare incollato Glulam: 600 mm
- Legno piallato lamellare LVL: 300 mm

Coefficiente k_l

Il valore della resistenza caratteristica $f_{t,0,k}$ per il Legno piallato lamellare LVL *è* determinato per la lunghezza di riferimento della trave. Se la lunghezza (*l*) della trave non è uguale alla lunghezza di riferimento, la resistenza di progetto è moltiplicata con questi coefficienti:

$$k_l = \min\left\{\left(\frac{3000}{l}\right)^{\frac{s}{2}};1{,}1\right\}$$ (dove la *s* è la dimensione dell'esponente dell'effetto)

l è la lunghezza della trave espressa in mm.
Lunghezza di riferimento: 3000 mm

I Moduli usati per le analisi

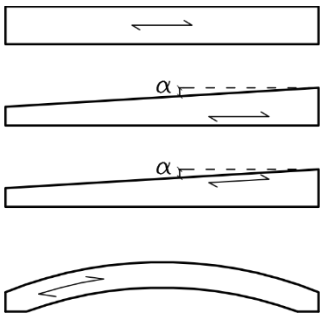
Tipo di analisi	Moduli (SLS)	Modulus (SLU)
Analisi statica lineare , I° ordine	$E_{mean\,fin} = \frac{E_{mean}}{(1+k_{def})}$	$E_{mean\,fin} = \frac{E_{mean}}{(1+\psi_2 k_{def})}$
	$G_{mean\,fin} = \frac{G_{mean}}{(1+k_{def})}$	$G_{mean\,fin} = \frac{G_{mean}}{(1+\psi_2 k_{def})}$
Analisi statica lineare , II° ordine	$E_d = \frac{E_{mean}}{\gamma_M}$	$E_d = \frac{E_{mean}}{\gamma_M}$
	$G_d = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$	$G_d = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$
Analisi modale	E_{mean} , G_{mean}	E_{mean} , G_{mean}

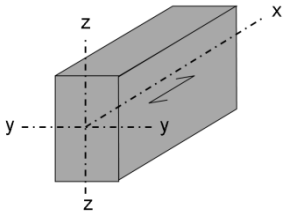
Viene utilizzato in modo conservatore un fattore di combinazione $\psi 2 = 1{,}0$

Ipotesi progettuali

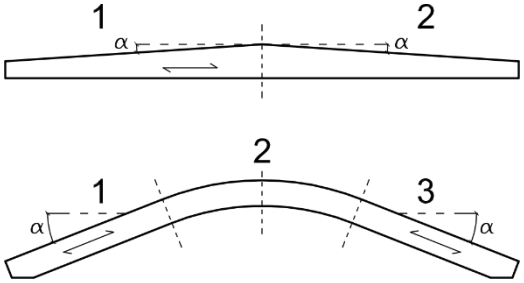
- Non ci sono fori o punti deboli della trave.
- Sezione costante (rettangolare, circolare) o variabile linearmente lungo l'asse della trave (trave rastremata)
- Gli elementi della trave che il modulo può controllare sono classificati in due tipi principali e riassunti nella figura seguente
  1. Trave 'semplice': travi con asse rettilineo; trave singola rastremata; trave curva semplice
  2. Trave 'complessa': trave a doppa rastrematura; trave curva. Queste travi possono essere solo di materiale laminato – incollato (GLULAM)
- Le tipologie di elementi di travi che il modulo può controllare sono riassunte nella figura seguente.
- Fibre parallele all'asse x.
- In caso di trave rastremata, fibre parallele ad uno dei bordi longitudinali della trave
- Il piano di flessione dominante è il piano *x-z* della trave (momento intorno all'asse *y*)
- $I_y \geq I_z$
- In caso di legno lamellare incollato Glulam, le parti lamellari sono parallele all'asse y della sezione trasversale della trave.
- In caso di legno piallato lamellare LVL, le parti lamellari sono parallele all'asse z della sezione trasversale della trave.

'semplici' Tipi di travi





'Complesse' Tipi di travi



Modellazione travi "complesse"

Nel caso di travi di tipo "complesso", il programma può assemblare l'elemento strutturale completo da due o tre parti "semplici". Per questo motivo, quando si assemblano gli elementi strutturali (***vedi...*** *6.7.1.1*), l'utente deve selezionare l'opzione "Non rompere l'elemento nelle connessioni laterali o negli appoggi nodali" per far sì che il programma assembli la trave in un unico elemento di progetto. Nel caso dell'opzione "Spezza l'elemento in corrispondenza delle connessioni laterali o degli appoggi nodali", il programma dividerà gli elementi selezionati ma continui in più membri di progetto).
Per ogni tipo, i singoli elementi devono essere sullo stesso piano e la trave complessa deve avere una struttura simmetrica o quasi. L'asse z locale della sezione trasversale non deve deviare di oltre ± 5° dal piano definito dall'asse x locale della trave e dall'asse Z globale.

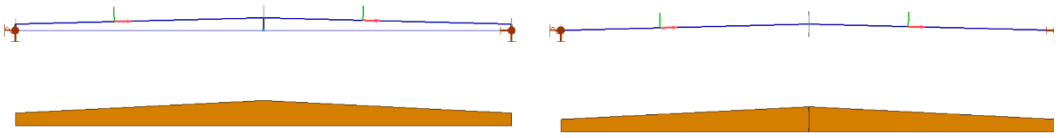
Una doppia trave rastremata è sempre composta da due parti di trave semplice con pendenza uguale ma opposta. La continuità della sezione trasversale nel nodo di unione deve essere garantita e gli elementi devono condividere lo stesso sistema locale. Solo l'altezza 'h' della trave può cambiare lungo la trave e il punto di colmo della trave deve essere in alto (non è possibile specificare una trave rovesciata).
Una trave curva complessa è composta da tre parti. L'elemento centrale è curvo, le due parti terminali sono rettilinee, la sezione trasversale è costante. La continuità della sezione e del sistema locale di elementi deve essere garantita nei nodi di collegamento e gli elementi rettilinei devono unirsi tangenzialmente alla parte curva dell'elemento. L'angolo formato dalle due parti rettilinee non deve essere inferiore a 90°.

La doppia trave rastremata deve essere modellata con una delle seguenti opzioni:

- Gli assi di modellazione delle parti complesse della trave sono allineati, la forma della trave è data dall'eccentricità (***vedi...*** *4.9.10.2.1Eccentricitá di travi e nervature*).
- L'asse di modellazione delle due parti della trave non è in linea retta

In entrambi i casi, il bordo della trave complessa opposto al bordo inclinato deve essere continuo.

Le due diverse opzioni di modellazione:



Verifiche

Sforzo normale-Flessione [N-M] (EN 1995-1-1, 6.2.3, 6.2.4)
Compressione-Flessione-Instabilità (nel piano) [N-M-Instabilità] (EN 1995-1-1, 6.3.2)
Sforzo normale -Flessione-instabilità torsionale laterale [N-M-LT instabilità] (EN 1995-1-1, 6.3.3)
Sforzo /y -Torsione /x [V_y-T_x] (EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)
Sforzo /z -Torsione /x [V_z-T_x] (EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)
Momento /y – Sforzo /z (tensione di trazione perpendicolare alla fibre) [M_y -M_z] (EN 1995-1-1, 6.4.3)

Parametri

$\lambda_{rel,y}$ Snellezza relativa (*y*) /nel piano *z-x* della trave / []
$\lambda_{rel,z}$ Snellezza relativa (*z*) /nel piano *y-x* della trave/ []
$k_{c,y}$ coefficiente di riduzione d'instabilità (*y*) /nel piano *z-x* della trave (EN 1995-1-1, 6.3.2)
$k_{c,z}$ coefficiente di riduzione d'instabilità (*z*) /nel piano *x-y* della trave / [] EN 1995-1-1, 6.3.2)
k_{crit} coefficiente di riduzione d'instabilità torsionale laterale [] (EN 1995-1-1, 6.3.3)
k_h coefficiente di profondità [] (EN 1995-1-1, 3.2, 3.3, 3.4)
k_{mod} coefficiente di modifica [] (EN 1995-1-1, 3.1.3)
$\sigma_{t,90,d}$ tensione di trazione perpendicolare alla fibre [N/mm^2] (EN 1995-1-1, 6.4.3)

☞ ***AXISVM esegue solo queste verifiche. Tutte le altre verifiche specificate nell'Eurocodice come i vincoli, collegamenti ecc devono essere completate dall'utente.***

Sforzo normale - Momento

Lo sforzo normale di progetto puo essere di Trazione o di Compressione
Tenso flessione (EN 1995-1-1, 6.2.3)

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

Presso flessione (EN 1995-1-1, 6.2.4)

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

dove,
k_m = 0,7 per sezioni rettangolari
k_m = 1,0 per tutti i altri casi

Compressione-Momento-Instabilità

(EN 1995-1-1, 6.3.2)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

dove,
$k_{c,y}$ coefficiente di riduzione d'instabilità (*y*) /nel piano *z-x* della trave / (EN 1995-1-1, 6.3.2)
$k_{c,z}$ coefficiente di riduzione d'instabilità (*z*) /nel piano *x-y* della trave/ (EN 1995-1-1, 6.3.2)
Se il valore di $f_{c,0,d}$ è sostituito con $f_{t,0,d}$, e $k_{c,y} = k_{c,z} = 1,0$

Sforzo normale-Flessione-Instabilità torsionale laterale

Per la verifica dell'instabilità torsionale laterale il programma considera che la trave si inflette nel piano *z-x* (intorno all'asse y)
Se ci sono dei momenti simultanei nella trave, e lo sforzo di compressione del momento M_z raggiunge il 3 % del $f_{c,0,d}$ appare un messaggio di avviso.

Solo Flessione (EN 1995-1-1, 6.3.3)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \le 1$$

Presso flessione (EN 1995-1-1, 6.3.3)

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \le 1$$

Tenso flessione
In caso di una piccola tensoflessione quando si può verificare anche una instabilità torsionale laterale, non esiste alcuna regola nell'Eurocodice 5.

Viene effettuata la seguente verifica:

$$\frac{\left|\sigma_{mt,d}\right|}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \le 1 \quad \text{e} \quad \sigma_{mt,d} = \frac{M_d}{W_y} + \frac{N_d}{A} < 0$$

dove,
k_{crit} è il coefficiente di riduzione di instabilità torsionale laterale secondo la tebella seguente:

$\lambda_{rel,m} \le 0,75$	k_{crit} = 1,0
0,75 < $\lambda_{rel,m} \le 1,4$	k_{crit} = 1,56-0,75 $\lambda_{rel,m}$
$\lambda_{rel,m} \le 0,75$	$k_{crit} = 1/\lambda_{rel,m}^2$

Sollecitazione-Torsione

Non esiste nessuna regola nell'EC5 per i casi dove ci sono sollecitazioni simultanee e momenti torsionali.
In questo caso il programma usa le formule secondo la normativa SIA 265:2003 (Swiss standard).
Sforzo (y), Sforzo (z) e Torsione

$$MAX\left[\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}};\ \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape}\cdot f_{v,d}}+\left(\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}}\right)^2\right]\le 1$$

dove,
k_{shape} è il coefficiente di forma della sezione trasversale,
- sezioni di forma circolare: k_{shape} = 1,2
- sezioni di forma rettangolare: $k_{shape}=\min\{1+0{,}15h/b;2{,}0\}$

Momento-Taglio

In caso di travi curve, il programma controlla la tensione perpendicolare alla fibratura calcolando le sollecitazioni M_y e V_z (EN 1995-1-1, 6.4.3.)

Momento (*y*) – Taglio (*z*)

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}}+\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis}\cdot k_{vol}\cdot f_{t,90,d}}\le 1 \quad \text{dove,}$$

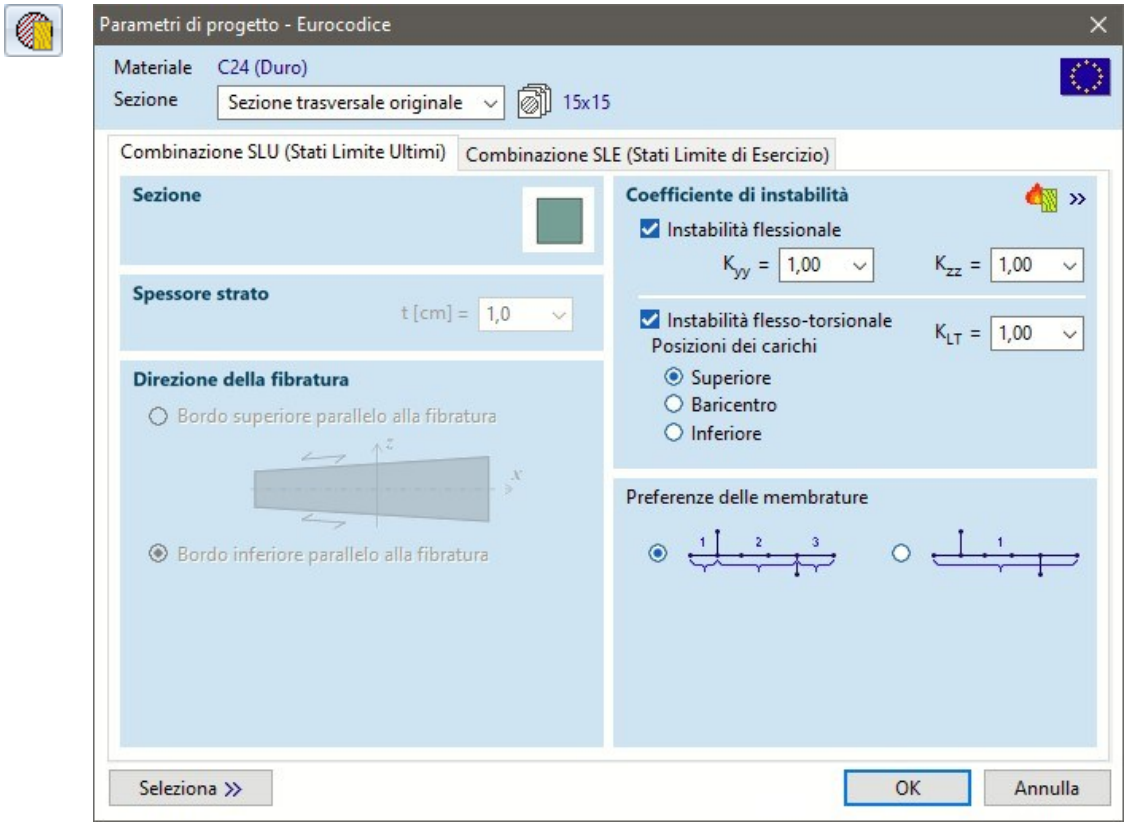
k_{dis} è un coefficiente che tiene conto dell'effetto della distribuzione della tensione nella zona di colmo; (k_{dis} = 1,4 per doppia rastrematura e travi curve)

k_{vol} è un coefficiente di volume; (k_{vol} = $[V_0/V]^{0,2}$)

6.7.1.1. **Parametri di progettazione SLU**

Parametri di progetto

Per la progettazione secondo l'Eurocodice 5, i seguenti parametri di progetto devono essere definiti e impostati nella finestra seguente:



Sezione trasversale

Per la progettazione del legno, si può definire una sezione trasversale diversa dalla *sezione originale* sata per il calcolo statico. Se la dimensione della sezione trasversale viene modificata, le verifiche di progetto saranno eseguite con le forze interne originali, ma con la dimensione della sezione trasversale modificata. Allo stesso modo, in caso di progettazione per il fuoco, vengono utilizzati i fattori di riduzione del fuoco originali (***vedere**...6.7.2 Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8*). Quando si visualizzano i risultati, un elemento di progetto modificato è indicato da un * dopo il nome della sezione trasversale, per distinguerlo dalla sezione trasversale originale. Nel menu a tendina, possiamo selezionare tra le sezioni trasversali disponibili nel modello.



Cliccando su questa icona si possono caricare altre sezioni trasversali dalla libreria delle sezioni trasversali o definendo una forma parametrica. Sul lato destro di questa icona, vengono visualizzate le dimensioni originali delle sezioni trasversali.



Facendo clic sull'icona *Sostituisci sezioni trasversali* si aggiorna la sezione trasversale effettiva degli elementi selezionati con la sezione trasversale inserita nella finestra di dialogo Parametri di progettazione.

Spessore strato

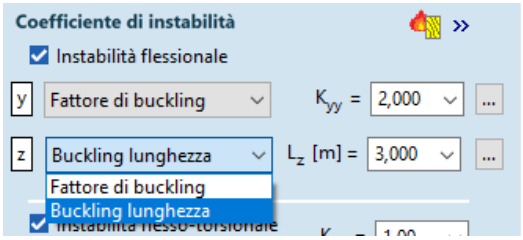
In caso di Legno lamellare incollato (Glulam) deve essere definito lo spessore dello starato.

Direzione delle fibre

Per la trave rastremata è possibile settare la direzione delle fibre. La direzione delle fibre può essere parallela al bordo superiore oppure al bordo inferiore. Il bordo superiore si trova nella direzione *+z* della sezione trasversale.

Parametri di stabilità

Instabilità flessionale



Esistono due modi per specificare il comportamento di instabilità. Il primo è il fattore di buckling e l'altro è la lunghezza di buckling.
Il fattore di buckling o la lunghezza di buckling possono essere inseriti direttamente o possono essere ricavati da una forma ottenuta dall'analisi di buckling del modello, cliccando sul pulsante ... proprio come nella progettazione dell'acciaio. Per maggiori dettagli, ***vedere...*** *6.6.1.1.1 Instabilità (a flessione)*

FlexuralInstabilità

K_y, **K_z**: coefficiente di lunghezza corrispondente all'asse *y* e *z*.

$$K_y = \frac{l_{ef,y}}{l}; \quad K_z = \frac{l_{ef,z}}{l} \quad \text{dove,}$$

l è la lunghezza dell'asta
$l_{ef,y}$ e $l_{ef,z}$ sono le lunghezze effettive dell'asta corrispondenti all'asse *y* e *z*.
($l_{ef,y}$ è la lunghezza d'instabilità nel piano *x-z* dell'asta .
($l_{ef,z}$ è la lunghezza d'instabilità nel piano *x-y* dell'asta.
La casella di controllo può essere utilizzata per attivare il controllo della deformazione.

Lunghezze di instabilità Ly, Lz. La lunghezza di instabilità inserita verrà utilizzata indipendentemente dalla lunghezza dell'elemento di progetto. Questo spesso porta a una progettazione più semplice in caso di strutture complesse..

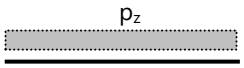
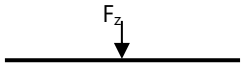
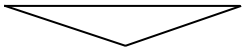
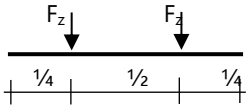
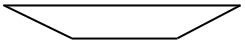
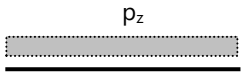
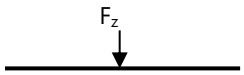
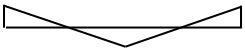
Instabilità torsionale laterale

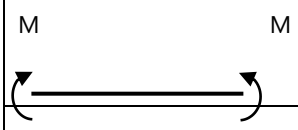
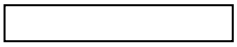
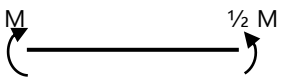
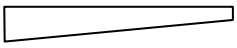
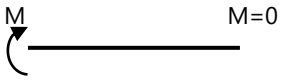
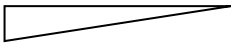
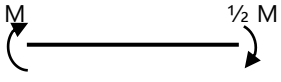
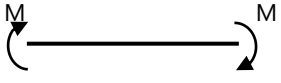
K_{LT}: Coefficiente di lunghezza corrispondente all'asse z

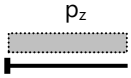
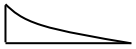
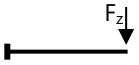
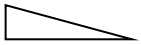
$$K_{LT} = \frac{l_{ef}}{l} \quad \text{dove,}$$

l è la lunghezza dell'asta
l_{ef} è la lunghezza effettiva dell'asta corrispondente all'asse z
Quando il carico non è applicato al centro di gravità, il programma modifica la lunghezza effettiva secondo quanto segue:
- se il carico è applicato al lembo compresso dell'asta, la l_{ef} è aumentata di $2h$
- se il carico è applicato al lembo teso dell'asta, la l_{ef} è diminuita di $0{,}5h$
La casella di controllo può essere utilizzata per attivare la verifica dell'instabilità torsionale laterale.

Valori del coefficiente ***K_{LT}***
(Questi valori si trovano nella Tabella 6.1, EN 1995-1-1)

Condizioni di carico (carico diretto)	Diagramma del momento flettente M_y	Le condizioni di vincolo (nell'asse *x-y*)
		0,9
		0,8
		0,96
		0,42
		0,64

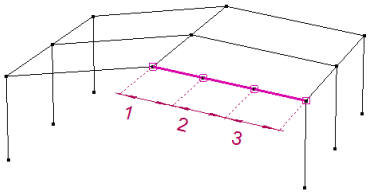
Condizioni di carico (carico indiretto)	Diagramma del momento flettente M_y	Le condizioni di vincolo (nell'asse *x-y*)
		1,0
		0,76
		0,53
		0,37
		0,36

Condizione di carico (carico su mensola)	Diagramma del momento flettente M_y	Le condizioni di vincolo (nell'asse *x-y*)
		0,5
		0,8

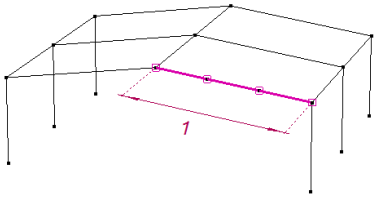
Progetto dei elementi

Il progetto viene eseguito sui elementi di progetto che possono consistere in uno o più elementi finiti (travi e / o nervature). Un gruppo di elementi finiti può diventare un elemento di progettazione solo se gli elementi finiti nel gruppo soddisfano alcuni requisiti controllati dal programma: di essere collocati sulla stessa linea retta o arco, di avere lo stesso materiale, sezione trasversale, e di avere un unico sistema di riferimento locale.
Il programma consente due metodi per definire gli elementi di progetto come segue:

Ogni nodo di un elemento finito selezionato, ove connesso ad altri elementi finiti diventa un punto finale dell'elemento di progetto compresso nella selezione.



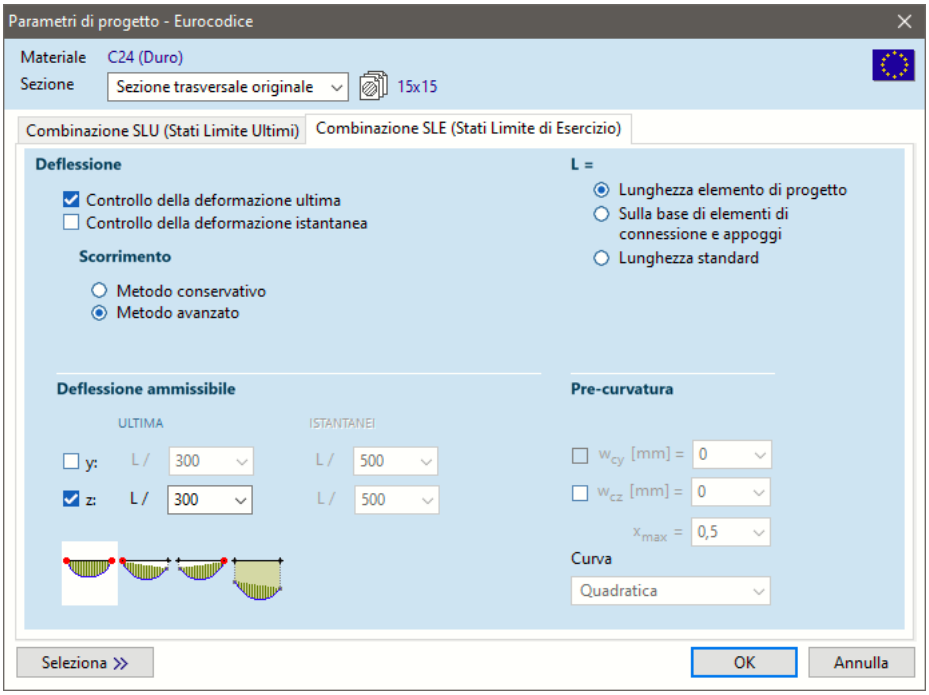
Gli elementi finiti selezionati diventano un elemento di progetto indipendente dagli altri elementi finiti connessi a questo elemento.



6.7.1.2. Parametri di progettazione SLE

Parametri Eurocodice

I parametri per i controlli dello stato limite di servizio (SLS) possono essere impostati nella scheda SLS nella finestra Parametri di progettazione. Il programma controlla le deformazioni delle travi.
I parametri richiesti e il tipo di verifiche SLE secondo l'Eurocodice e le norme svizzere (SIA) sono diversi.



☞ ***Se le combinazioni di carico critico vengono generate automaticamente, il programma esegue i controlli SLS nelle combinazioni di carico quasipermanenti.***

Nel caso dell' Eurocodice standard, la deformazione finale (u_{fin}) e quella istantanea possono essere verificate dal modulo. La verifica è disponibile solo con i risultati di un calcolo statico lineare.

Nell'analisi statica, il modulo di elasticità viene ridotto (diviso per il valore di $1+k_{def}$) prendendo in considerazione l'effetto del creep. La verifica SLE si basa sui risultati dell'analisi statica, ma i valori di defomazione sono determinati in base a quanto segue:

- Deformazione istantanea: il valore del risultato statico è diviso per ($1+k_{def}$) (non viene eseguita un'altra analisi statica con modulo di elasticità a breve termine).
- Calcolare il valore accurato della deformazione finale (considerando gli elementi che hanno diversi valori di creep e l'effetto della rigidezza degli elementi strutturali di collegamento) porterebbe a soluzioni complicate in molti casi. Sarebbero necessarie due diverse analisi statiche (per i carichi a breve e a lungo termine con l'effetto del creep) per combinare i risultati di spostamento. Come approssimazione, il modulo offre due diverse soluzioni dettagliate di seguito:

  a) Nel caso del metodo conservativo, la deformazione finale è determinata dalla combinazione caratteristica SLE e i risultati di spostamento dell'analisi statica (con il modulo di elasticità ridotto) sono considerati come il valore finale della determinazione. Questo metodo conservativo è basato sulla raccomandazione del libro: Jack Porteous: Structural Timber Design to Eurocode 5. Questa soluzione si avvicina al valore esatto della deformazione in modo sicuro grazie all' applicazione della combinazione caratteristica.

  b) Nel caso del metodo corretto, la deformazione finale viene ricalcolata. Il modulo esegue un calcolo di correzione utilizzando i risultati statici esistenti, ma tiene conto degli effetti a breve e lungo termine dei carichi. Il risultato è calcolato dalla somma dei risultati di deformazione di ogni caso di carico considerando i relativi fattori di combinazione.

Questo ricalcolo viene fatto per ogni elemento di progetto separatamente senza una nuova analisi statica. Per questo motivo, anche questo metodo è un'approssimazione, ma dà un'approssimazione migliore rispetto al risultato del metodo conservativo.

☞ ***Il ricalcolo può essere eseguito solo su combinazioni di carico caratteristiche o su casi di carico semplici. Nel caso di combinazioni di carico personalizzate, il fattore di ψ_0 proviene dai fattori della combinazione di carico data per i carichi variabili (significa che il fattore dato dovrebbe essere tra 0 e 1. Il fattore di combinazione ψ_2 è preso dalle proprietà del gruppo di carico del carico variabile.***

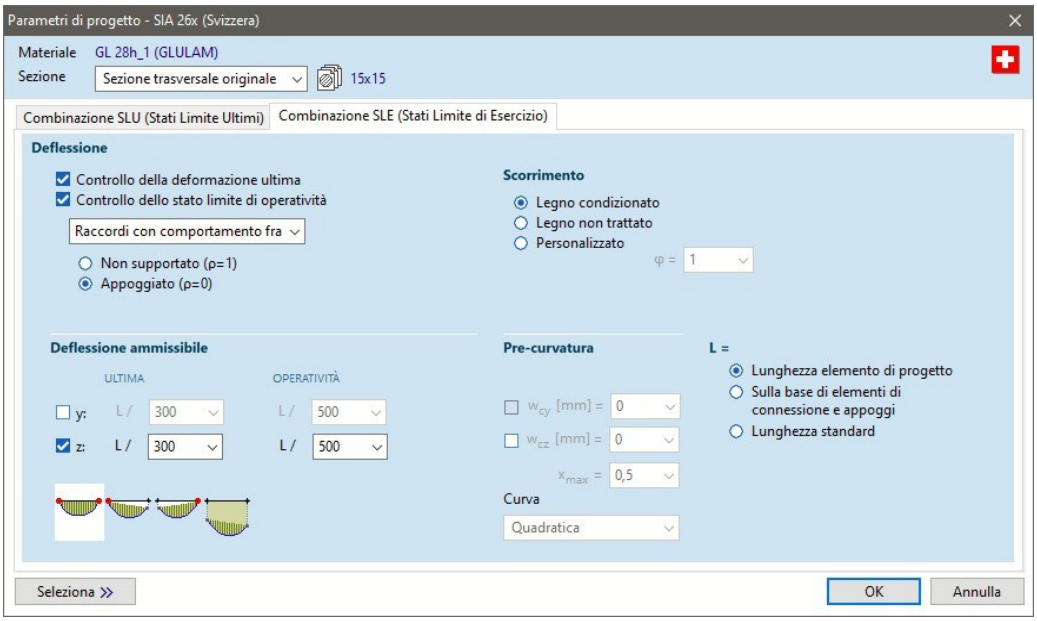


CE Spagnolo

La norma spagnola costituisce un'eccezione a quanto sopra. Il modulo controlla la deflessione attiva (u_{act} see AN/UNE-EN 1995-1-1: AN.4) e la deflessione istantanea (u_{inst}) per i calcoli statici lineari. Il valore finale della deflessione (u_{fin}) calcolato con il metodo conservativo è dato dalle componenti di spostamento del modello, ma non è incluso nel calcolo di progetto e nelle Tabelle delle membrature di progetto.

La deflessione istantanea viene calcolata utilizzando il metodo generale dell'Eurocodice (vedi sopra).
Il calcolo della deflessione attiva è simile alla determinazione del valore di deflessione finale descritto in precedenza: il programma genera il valore di deflessione sovrapponendo i risultati di deflessione per i casi di carico, ma tenendo conto dei fattori di combinazione da considerare per la deflessione attiva. Il programma può determinare il valore di deflessione attiva solo in base alle combinazioni caratteristiche o ai singoli casi di carico.

Parametri SIA



Il valore di scorrimento è determinato dalle due classificazioni (legno precondizionato e legno non condizionato) definite nella *Tabella 5 della norma SIA 265:2021*, oppure l'utente può specificare un valore specifico.
Nel caso della norma SIA (svizzera), è possibile verificare la deformazione finale (u_{fin}) e le condizioni di utilizzo dettagliate di seguito. La verifica è disponibile solo per il calcolo statico lineare. Diversi criteri di deformazione possono essere impostati per ogni verifica.

- Per ottenere il valore della deformazione finale, lo spostamento risultante dall'analisi statica viene moltiplicato per il fattore di φ+1. a verifica viene eseguita con una combinazione di carico quasi-permanente.
- Le seguenti tre condizioni di utilizzo possono essere verificate dal modulo (solo una di queste può essere richiesta). Le verifiche seguono i requisiti della tabella 3 della norma SIA 260. Il risultato è calcolato dalla somma dei risultati di deformazione di ogni caso di carico considerando i relativi fattori di combinazione. Questo ricalcolo viene fatto per ogni elemento di progetto separatamente senza una nuova analisi statica. Per questo motivo, può essere considerato solo come un metodo approssimativo.

  a) *Raccordi con comportamento fragile:*
  La verifica può essere eseguita solo per la combinazione di carico caratteristica SLE. La struttura può essere considerata come vincolata o appoggiata. Nel caso della struttura vincolata, la deformazione dovuta ai carichi permanenti avviene dopo l'installazione dei raccordi. (Non vincolata significa che la deformazione dovuta ai carichi permanenti avviene prima dell'installazione dei raccordi)

  b) *Raccordi con comportamento duttile:*
  La verifica può essere eseguita solo per la combinazione di carico frequente SLE. La struttura può essere considerata come vincolata o appoggiata. Nel caso della struttura vincolata, la deformazione dovuta ai carichi permanenti avviene dopo l'installazione dei raccordi. (Non vincolata significa che la deformazione dovuta ai carichi permanenti avviene prima dell'installazione dei raccordi).

  c) *Uso e funzionamento:*
  La verifica può essere eseguita solo per combinazioni di carico frequenti.

☞ ***Se le combinazioni di carico critico sono generate automaticamente, la verifica SLE viene eseguita in base al tipo di combinazioni SLE richieste dalla normativa di progettazione.***

Le deformazioni possono essere controllate in base alle direzioni dell'asse locale z o y dell'elemento in legno del progetto. Il controllo in ogni direzione può essere attivato o disattivato controllando la casella di fronte ai valori limite. I valori limite di deviazione devono essere impostati in base alla lunghezza (L) di seguito riportata.



Le deformazioni possono essere considerate in diversi modi: in base agli spostamenti effettivi o in base agli spostamenti relativi solo a sinistra, solo a destra o ad entrambi i limiti dell'elemento di progettazione.

Lunghezza (L)

Le deformazioni di un elemento di progetto e i limiti di deformazione (ad esempio L / 300) si basano su uno dei seguenti valori di lunghezza:
Lunghezza dell'elemento di progettazione: L è uguale alla lunghezza dell'elemento di progettazione;

Sulla base degli elementi e dei supporti di connessione: se il parametro *Raggruppa elementi di progettazione* nella scheda ULS è impostato sulla prima opzione, questa lunghezza è uguale alla lunghezza dell'elemento di progettazione, e quindi è uguale alla lunghezza sopra descritta. Se è impostato sulla seconda opzione (gli elementi selezionati vengono controllati come un unico elemento di progettazione), il programma cerca i supporti o gli elementi di collegamento lungo l'elemento di progettazione nella direzione della deformazione, controlla che si possa impedire la deformazione dell'elemento di progettazione, e definisce i segmenti tra questi nodi supportati. Il controllo SLS viene eseguito per ogni segmento. Ad esempio, se una trave lunga 15 metri ha colonne di supporto ai punti finali e ad un terzo della trave, il programma esegue controlli SLS separatamente per il primo segmento di 5 m e il restante segmento di 10 m della trave.

Pre-camber

È possibile definire la pre-camber per gli elementi di progettazione, in cui i valori pre-camber (w_{cz} e w_{cy}) sono definiti in coordinate locali. La forma della pre-camber può essere impostata con tre parametri: è possibile scegliere tra curve lineari o secondarie, definire anche il valore massimo (w) e la sua posizione lungo l'elemento (xmax). Se la deformazione è basata sugli spostamenti effettivi (ad esempio solo una sezione di una trave viene selezionata come elemento di progettazione), i valori di pre-camber sono costanti lungo la lunghezza. Se la lunghezza L è impostata sulla lunghezza dell'elemento di progettazione o su una lunghezza personalizzata, la pre-camber è zero nei punti d'appoggio dell'elemento di progettazione. Se basata su elementi di collegamento e supporti è selezionata, la pre-camber sarà zero nei punti d'appoggio e nei nodi supportati nella direzione corrispondente.

☞ ***È importante notare che il valore pre-camber impostato qui ha un effetto solo nei controlli SLS, riducendo la deformazione calcolata in precedenza sulla base della forma originale.***

Diagrammi

Cliccando su un elemento, il programma visualizza i diagrammi che corrispondono a tutte le verifiche.



Calcoli di progetto

Cliccando sul bottone *Calcoli di progetto* viene visualizzata una relazione con i dettagli die calcoli effetuati. Tutti i controlli di resistenza e stabilità appaiono come formule completate con i valori effettivi sostituiti e riferimenti al codice di progettazione.



Facendo clic sull'icona Impostazioni accanto al pulsante *Calcoli di progetto*, è possibile impostare le unità di misura per la forza e le lunghezze utilizzate nei calcoli di progettazione. I risultati importanti appaiono convertiti in unità AXISVM standard (***Vedere...*** *3.3.8 Unità e formati).* Per ulteriori dettagli vedere *6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3 – modulo SD1*

6.7.2. Progettazione antincendio di travi in legno – modulo TD8

Codici

AXISVM esegue la progettazione antincendio del legno secondo molti codici nazionali. I codici di progettazione e gli annessi nazionali per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

Progettazione antincendio di strutture in legno secondo EN 1995-1-2

La progettazione antincendio delle travi in legno (modulo TD8) si basa sui metodi di progettazione generali della trave in legno (modulo TD1, ; ***vedere...*** *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*), pertanto il modulo TD1 è un prerequisito per utilizzare TD8.

EN 1995-1-2 (EC5-1-2) descrive la progettazione antincendio delle strutture in legno. Questa sezione descrive le differenze tra la progettazione generale e la progettazione antincendio.

In AXISVM è possibile eseguire la progettazione antincendio della trave in legno se 1) la combinazione di carico selezionata include un caso di carico incendio (***vedere...*** *4.10.1 Casi di Carico, Gruppi di Carico*) 2) se è stato assegnato un effetto fuoco a uno degli elementi selezionati (***vedere...*** *4.10.33 Effetto del fuoco su elementi lineari in legno - modulo TD8*) in quel caso di carico del fuoco. Se sono stati assegnati diversi effetti di fuoco a componenti di un elemento di progettazione, non è possibile eseguire la progettazione antincendio e appare un messaggio di errore.

Per gli elementi selezionati senza l'effetto fuoco verrà eseguita la progettazione generale del legno. Anche i parametri di progettazione antincendio del legno devono essere assegnati agli elementi (vedi sotto).

Analisi degli elementi

EC5-1-2 tratta diversi metodi: analisi degli elementi, analisi di una parte della struttura e analisi dell'intera struttura. L'analisi degli elementi è il metodo di verifica più diffuso grazie alla sua semplicità. L'analisi di una parte o di una struttura intera richiede in genere modelli numerici non lineari complessi e analisi statiche non lineari.

Principi guida dell'analisi degli elementi secondo EC5-1-2:

- Le forze interne degli elementi del progetto possono essere calcolate con analisi statica lineare;
- Le condizioni al contorno dei supporti possono essere considerate costanti nel tempo. (EC5-1-2, 2.4.2 (4)).

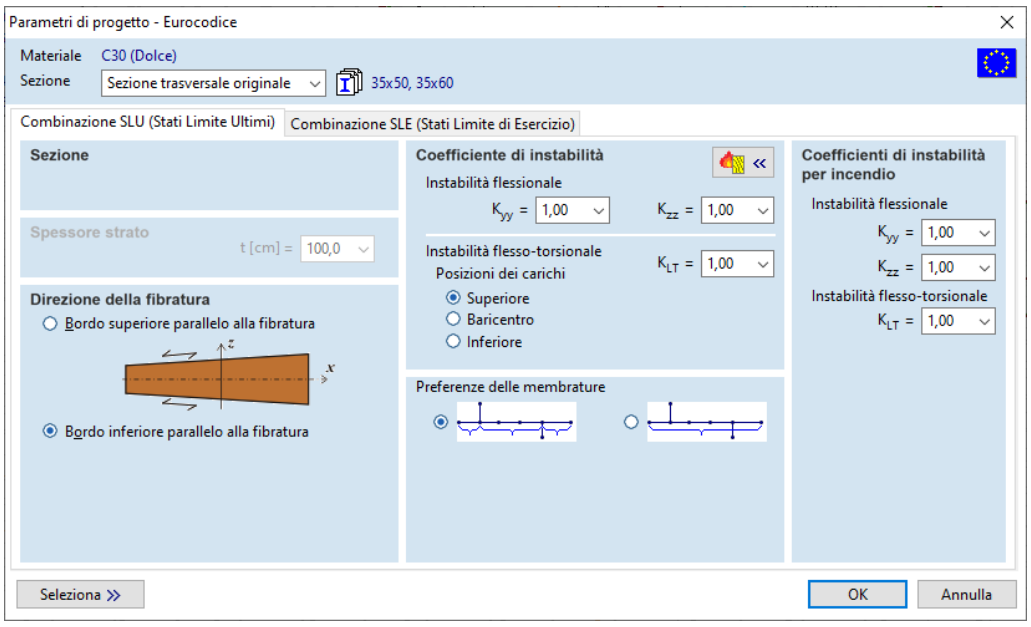
Il modulo TD8 esegue l'analisi degli elementi. È necessario verificare se la struttura/parte strutturale può essere verificata con l'analisi degli elementi secondo le linee guida di EC5-1-2.

Parametri di progettazione antincendio del legno



La progettazione antincendio basata su EC5-1-2 richiede parametri di progettazione antincendio definiti e assegnati agli elementi strutturali. Questo pulsante è disponibile solo se 1) il modulo TD8 è parte della configurazione e 2) l'attuale codice di progettazione supporta la progettazione antincendio del legno. Il pulsante aggiunge un pannello aggiuntivo sul lato destro. Se rimane nascosto, la progettazione antincendio dell'elemento non verrà eseguita.





Coefficienti di instabilità nel fuoco

È possibile definire diversi coefficienti di lunghezza di instabilità in caso di incendio poiché la deflessione dell'elemento viene spesso impedita da altri elementi che potrebbero perdere la loro rigidezza o resistenza in un periodo di tempo più breve. La definizione/calcolo della lunghezza di instabilità è identica a quella del progetto in temperatura normale.

Metodo a sezione trasversale ridotta

EC5-1-2 fornisce due diversi metodi per calcolare la resistenza meccanica in caso di incendio:

- metodo ridotto di sezione trasversale,
- metodo delle proprietà ridotte.

Nel software, viene implementato il metodo ridotto della sezione trasversale. Come primo passo, la cosiddetta profondità effettiva di carbonizzazione viene calcolata nel modo seguente utilizzando la profondità di carbonizzazione nozionale ($d_{char,n}$; ***vedere...*** *4.10.33 Effetto del fuoco su elementi lineari in legno - modulo TD8*)

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

dove $d_0 = 7mm$, k_0 è un coefficiente

La sezione trasversale viene ridotta con questa efficace profondità di carbonizzazione sui lati esposti. Questa sezione ridotta è chiamata sezione trasversale efficace.

Verifica di progettazione antincendio

Il modulo TD8, analogamente al modulo TD1, esegue i seguenti controlli di progettazione:

Forza assiale-Flessione [N-M]	*(EN 1995-1-1, 6.2.3, 6.2.4)*
Compressione-flessione-instabilità (nel piano) [N-M-Instabilità]	*(EN 1995-1-1, 6.3.2)*
Forza assiale - Flessione -Tors. laterale. instabilità [N-M-LT Instabilità]	*(EN 1995-1-1, 6.3.3)*
Taglio (y) - Taglio(z) - Torsione (x) [Vy- Vz-Tx]	*(EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)*
Momento /y - Taglio /z (sforzo a trazione perp. al grano) [My-V z]	*(EN 1995-1-1, 6.4.3)*

I dettagli del calcolo sono presentati nella sezione precedente (***vedere...*** *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*), quindi notiamo solo le differenze in questa sezione:

1. è necessario prendere in considerazione una resistenza diversa,
2. vengono considerati diversi parametri di stabilità.

Calcolo della resistenza del legno

Secondo EC5-1-2, la resistenza del legno è calcolata nel modo seguente:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$f_{20} = k_{fi} f_k$$

dove
f_{20} è il 20% della resistenza frattile a temperatura normale
$k_{mod,fi} = 1$ è il fattore di modifica per il fuoco
k_{fi} è un coefficiente, $\gamma_{M,fi}$ è un fattore parziale

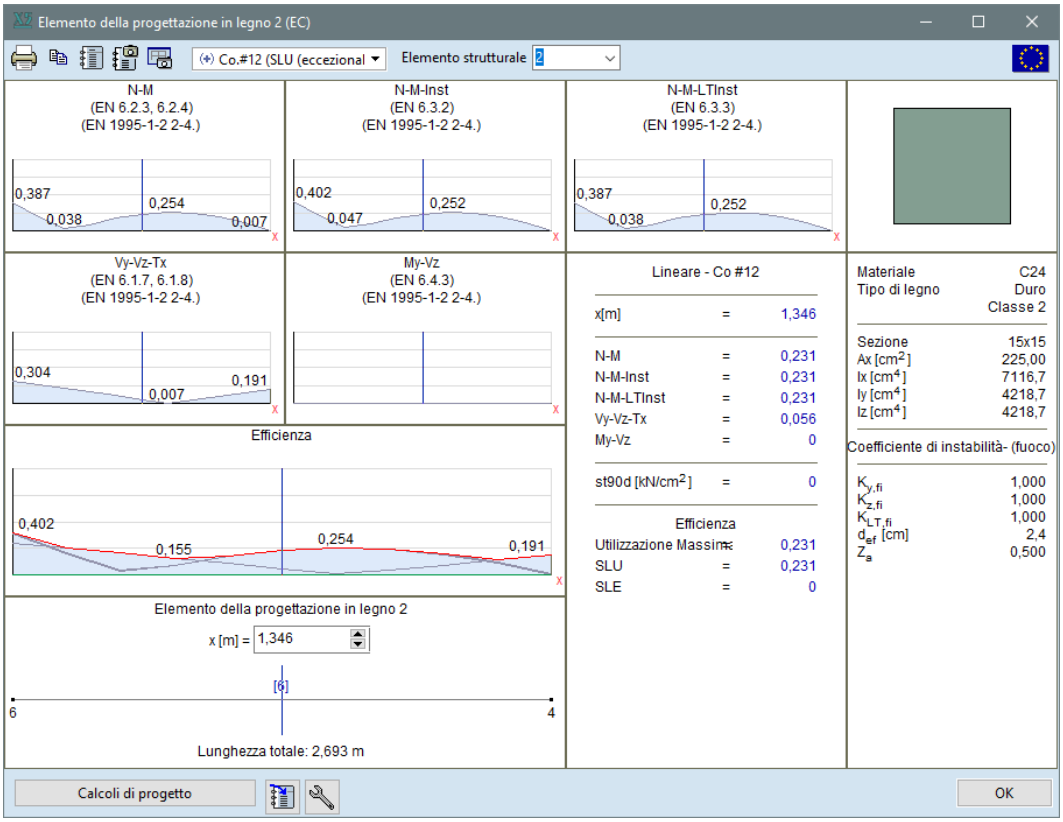
Controlli di stabilità

La lunghezza di instabilità *($K_{y,fi}$* e *$K_{z,fi}$)* e il coefficiente di flessione torsionale laterale *($K_{LT,fi}$)* dati nella *finestra Parametri di progetto* vengono utilizzati per valutare le resistenze di instabilità flessionale e di instabilità torsionale laterale.

Diagrammi dei risultati

Fare clic su un elemento del progetto in legno per visualizzare i diagrammi di tutte le singole verifiche e il loro inviluppo. I risultati per qualsiasi posizione di qualsiasi elemento di progettazione del legno in qualsiasi caso di carico o combinazione possono essere ottenuti impostando x o trascinando la linea di tracciamento. Se la verifica del progetto non può essere eseguita con la sezione trasversale corrente, il diagramma viene sostituito da una croce.

Se la combinazione selezionata o la combinazione critica contiene un caso di carico di fuoco e la progettazione dell'antincendio è stata eseguita per l'elemento di progetto selezionato, vengono mostrati anche i coefficienti di instabilità nella profondità di fuoco e carbonizzazione.



Calcoli di progettazione

Fare clic sul pulsante *Calcoli di progettazione* per visualizzare i dettagli del progetto. Il calcolo può essere salvato nella documentazione. In caso di progettazione antincendio, vengono mostrati anche il tipo di curva di fuoco e la profondità di carbonizzazione effettiva calcolata.

2. Flessione (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

EN 1995-1-2: 2-4.

Curva d'incendio: **Curva d'incendio ISO**

Tempo richiesto di resistenza al fuoco: **R30**

Profondità effetiva di carbonizzazione: $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 1{,}73 + 1 \cdot 0{,}70 = 2{,}43$ cm

Sezione critica: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 269{,}26 = 0$ cm

$$\sigma_{m,y,d,fi} = \frac{|M_y|}{W_{y,fi}} = \frac{|217{,}78|}{173{,}32} = 1{,}26 \text{ kN/cm}^2$$

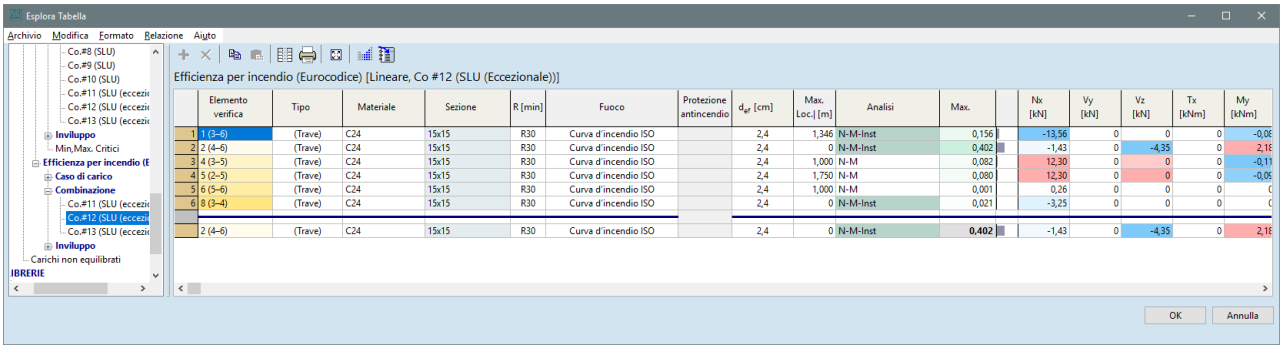
$$k_{h,y} = \min\left(\left(\frac{150}{h_{fi}}\right)^{0.2}; 1.3\right) = \min\left(\left(\frac{150}{10{,}13}\right)^{0.2}; 1.3\right) = 1{,}082 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,20}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1 \cdot 1{,}082 \cdot 3{,}00}{1} = 3{,}24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta_{M_y,fi} = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} = \frac{1{,}26}{3{,}24} = 38{,}7\ \% \qquad \textbf{passato}$$

Tabella dei risultati

Tra le tabelle dei risultati del progetto in legno, *L'utilizzo in fuoco* riassume i risultati del progetto di fuoco per aiutare la comunicazione con gli ingegneri della sicurezza antincendio.



Ottimizzazione della sezione trasversale

Se è presente il modulo TD9, l'ottimizzazione della sezione trasversale del legno può essere eseguita per combinazioni di carico contenenti casi di carico di incendio in relazione alle regole di progettazione degli incendi.

6.7.3. Ottimizzazione delle sezioni trasversali in legno – modulo TD9

Il modulo TD9 richiede il modulo TD1.

L'ottimizzazione delle sezioni trasversali di strutture in legno serve per ottimizzare l'efficienza degli elementi di progetto e a ridurre il peso della struttura.

L'ottimizzazione controlla gli elementi di progetto applicando le stesse forze interne e ignorando le differenze di rigidezza date dalla variazione delle dimensioni modificate. In certe strutture il ricalcolo del modello può mostrare notevoli cambiamenti rispetto all'ottimizzazione. In questi casi diversi cicli di ottimizzazione consecutivi possono portare la struttura ad efficienze maggiori.

I tipi sezione per ottimizzazione dell'area sono: rettangolo, rettangolo arrotondato e forme circolari. Le sezioni variabili non possono essere ottimizzate.

Per i dettagli dell'ottimizzazione vedere *6.6.1.4 Ottimizzazione della sezione d'acciaio – modulo SD9*

6.8. Progetto pannelli CLT – modulo CLT

Codici di progettazione

Non esiste attualmente un regolamento generale di progettazione valido per i pannelli CLT. Per ulteriori dettagli sulla procedura di calcolo dettagliata e sui riferimenti consultare la "Teoria CLT e la Guida alla progettazione".

Proprietà materiali

Nella libreria dei materiali è presente un materiale CLT dedicato con proprietà di rigidezza e resistenza predefinite. Se l'utente desidera, le proprietà del materiale possono essere modificate arbitrariamente nella libreria materiali associata al modello.

Valori caratteristici dei parametri del materiale	*Denominazione*
Resistenza a flessione	$f_{m,k}$
Resistenza a trazione parallela alla direzione delle fibre	$f_{t,0,k}$
Resistenza a trazione perpendicolare alla direzione delle fibre	$f_{t,90,k}$
Resistenza alla compressione parallela alla direzione delle fibre	$f_{c,0,k}$
Resistenza a compressione perpendicolare alla direzione delle fibre (y)	$f_{c,90,k}$
Resistenza a compressione perpendicolare alla direzione delle fibre (z)	$f_{c,90,k}$
Resistenza a torsione	$f_{T,k}$
Resistenza al taglio in direzione y	$f_{v,k}$
Resistenza al taglio in direzione z	$f_{v,k}$
Resistenza ascorrimento	$f_{r,k}$*

** assunto come 1,0 N / mm2, indipendentemente dalla classe di resistenza*

Valori di rigidezza	*Denominazione*
Valore medio del modulo di Young parallelo alla direzione delle fibre	$E_{0,mean}$
Valore medio del modulo di Young perpendicolare alla direzione delle fibre	$E_{90,mean}$
Valore medio del modulo di Young parallelo alla direzione delle fibre per il valore significativo 0,05	$E_{0,05}$
Valore medio del modulo di taglio	G_{mean}
Valore medio del modulo di taglio a scorrimento	$G_{R,mean}$*

** si assumee $G_{R,mean} / G_{mean} = 0,1$ indipendentemente dalla classe di resistenza*

Densità	*Denominazione*
Densità apparente	ρ_k
Valore medio della densità	ρ_{mean}

Coefficiente parziale di sicurezza	*Denominazione*
Fattore di sicurezza parziale del materiale	γ_M

Classi di servizio

Vedere capitolo *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*

Classi di durata del carico

Vedere capitolo *6.7.1 Progetto della trave in legno – modulo TD1*

Valore caratteristico di resistenza

I valori di tensione sono determinati in modo indipendente a causa di azioni di flessione, normali, di taglio e torsionali.

$\sigma_{mx,t}$ – valore risultante dello sforzo normale dovuto alla flessione in direzione x, sulla metà superiore della sezione (lato della sezione associata alla direzione positiva dell'asse z locale).

$\sigma_{mx,b}$ – valore risultante dello sforzo normale dovuto alla flessione in direzione x, sulla metà inferiore della sezione (lato della sezione associata alla direzione negativa dell'asse z locale).

$\sigma_{my,t}$ – valore risultante dello sforzo normale dovuto alla flessione in direzione y, sulla metà superiore della sezione (lato della sezione associata alla direzione positiva dell'asse z locale).

$\sigma_{my,b}$ – valore risultante dello sforzo normale dovuto alla flessione in direzione y, sulla metà inferiore della sezione (lato della sezione associata alla direzione negativa dell'asse z locale).

σ_{nx} – valore rilevante della tensione normale in direzione x dovuta a forze normali.

σ_{ny} – valore rilevante della tensione normale in direzione y dovuta a forze normali.

$\tau_{n,xy}$ – valore rilevante della tensione di taglio nel piano da forza normale.

$\tau_{m,xy}$ – valore rilevante della tensione di taglio nel piano dal momento torcente.

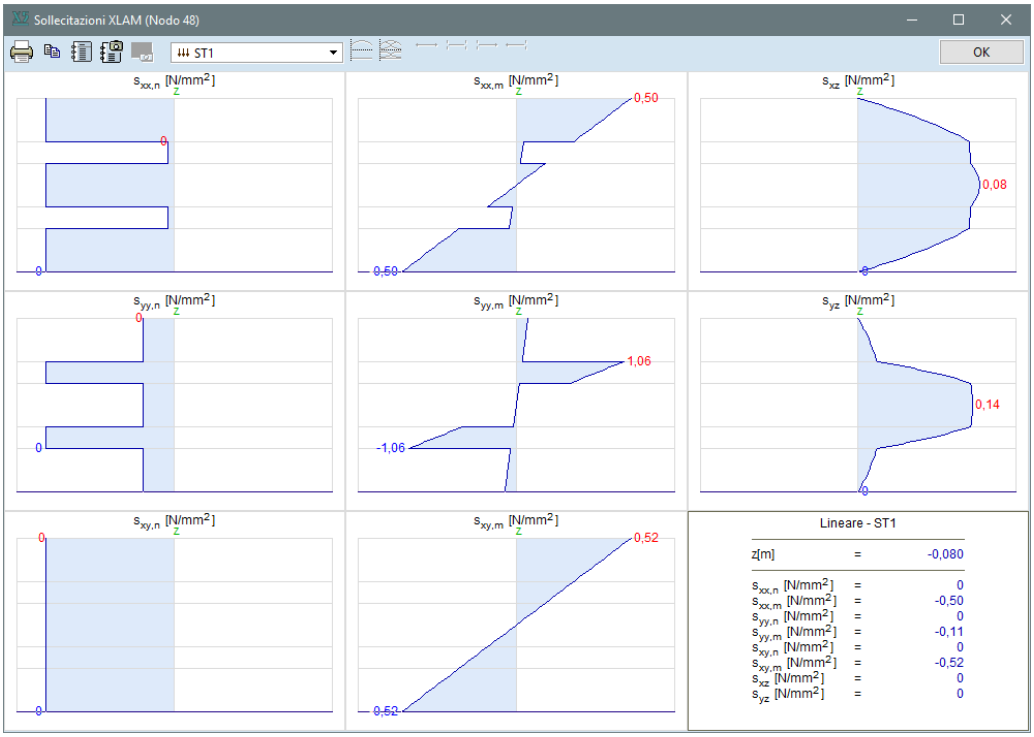
$\tau_{xz,max}$ – risultante dello sforzo di taglio agente in direzione z sul piano zx.

$\tau_{yz,max}$ – risultante dello sforzo di taglio agente in direzione z sul piano zy.

$\tau_{rx,max}$ – risultante dello sforzo di taglio a scorrimento agente in direzione z sul piano zx.

$\tau_{ry,max}$ – risultante dello sforzo di taglio a scorrimento agente in direzione z sul piano zy.

Facendo clic su un nodo, si può vedere la distribuzione di ogni componente di tensione calcolato attraverso lo spessore:



Valori di progetto della resistenza

I valori di progetto della resistenza sono calcolati con le seguenti formule:

$f_{c0d}, f_{c90d}, f_{vd}, f_{rd}$: $f_d = k_{mod} f_k / \gamma_M$

$f_{m90d}, f_{t0d}, f_{t90d}$: $f_d = k_{sys} k_{mod} f_k / \gamma_M$

f_{m0d}: $f_d = k_{sys} k_{mod} k_{fin} f_k / \gamma_M$

dove,

k_{mod} fattore di modifica secondo la durata del carico e il contenuto di umidità (EN 1995-1-1, 3.1.3)
k_{sys} fattore di resistenzadel sistema
k_{fin} fattore di riduzione della resistenza a flessione
f_k fattore resistenza caratteristico
γ_M coefficiente parziale di sicurezza del materiale (EN 1995-1-1, Table 2.3)

k_{sys} fattore

$k_{sys} = \min\{1 + 0.025 \cdot n; 1.2\}$ (n indica il numero di strati, ma n> 1)

Interazioni

Sforzo normale: Momento flettente nella direzione della granulosità [M-N-0]
Sforzo normale - Momento flettente perpendicolare alla direzione della granulosità [M-N-90]
Taglio-Torsione [V-T]
Sforzo normale – Taglio a scorrimento, taglio che agisce sul piano radiale-tangenziale perpendicolare alla granulosità [Vr-N]

Sforzo normale: Momento flettente nella direzione della granulosità (M-N-0)

In caso di tensione

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,0,d}|}{f_{m,0,d}} \leq 1$$

In caso di compressione

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{|\sigma_{m,0,d}|}{f_{m,0,d}} \leq 1$$

Sforzo normale - Momento flettente perpendicolare alla direzione della granulosità (M-N-90)

In caso di tensione

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{f_{t,90,d}} + \frac{|\sigma_{m,90,d}|}{f_{m,90,d}} \leq 1$$

In caso di compressione

$$\left(\frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}}\right)^2 + \frac{|\sigma_{m,90,d}|}{f_{m,90,d}} \leq 1$$

Taglio-Torsione (V-T)

$$\frac{|\tau_{T,d}|}{f_{T,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{r,d}}{f_{r,d}}\right)^2 \leq 1$$

Taglio a scorrimento – Sforzo normale (Vr-N)

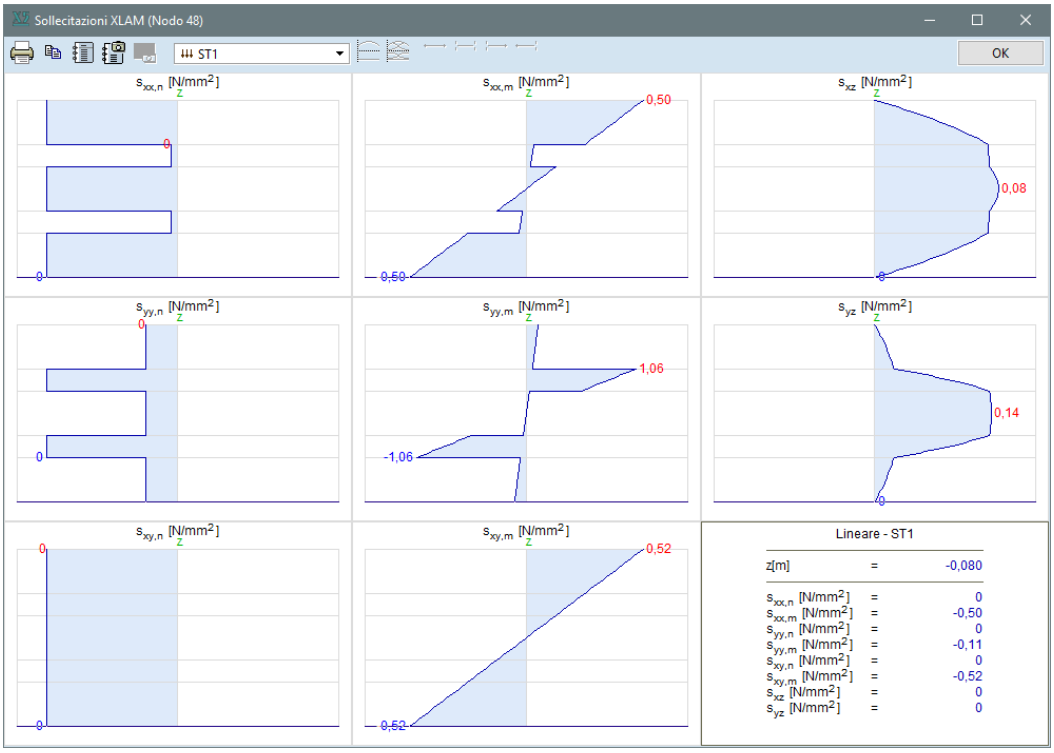
Nella direzione della granulosità

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{f_{t,90,d}} + \frac{|\tau_{r,d}|}{f_{r,d}} \leq 1\,; \quad \frac{|\sigma_{c,90,d}|}{f_{c,90,d}} + \frac{|\tau_{r,d}|}{f_{r,d}} \leq 1$$

Parallelo alla direzione della granulosità

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\tau_{r,d}|}{f_{r,d}} \leq 1\,; \quad \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{f_{c,0,d}} + \frac{|\tau_{r,d}|}{f_{r,d}} \leq 1$$

Facendo clic su un nodo, si può vedere la distribuzione del componente di utilizzo calcolato attraverso lo spessore:



6.9. Progetto delle pareti in muratura - modulo MD1



Il modulo MD1 permette di eseguire l'analisi tipica delle pareti in muratura non rinforzate e di specificare i loro parametri di progetto necessari per le verifiche di progetto. Un processo di verifica complessivo e complesso è implementato per le pareti in muratura soggette a carichi di taglio prevalentemente verticali e in piano.

Esso fornisce una soluzione per l'analisi globale di pareti in muratura a uno o più piani con giunzioni di collegamento. Le giunzioni hanno di solito una notevole influenza sulla capacità portante delle pareti.

La verifica è disponibile per le normative *Eurocodice*, *NTC* e *SIA*. I codici di progettazione e gli annessi nazionali del software per i quali è disponibile questa funzionalità sono elencati in *3.3.7 Codici di calcolo*

6.9.1. Analisi complessa delle pareti in muratura non rinforzate

Principi generali

Nel modulo sono disponibili i seguenti tipi di analisi:

A) *Analisi di stabilità delle pareti soggette a carichi prevalentemente verticali*. Questa verifica tiene conto solo delle eccentricità perpendicolari al piano del muro, indipendentemente dalla larghezza della striscia di muro. L'eccentricità bidirezionale non può essere analizzata.
B) *Controllo di stabilità complesso* che gestisce l'eccentricità bidirezionale della forza normale accoppiata al controllo di taglio nel piano.

I controlli A) e B) utilizzano diverse sezioni di progettazione definite dall'utente (***vedere...*** *6.9.1.3*). Il controllo di tipo *B* viene eseguito solo se nella finestra di dialogo dei parametri dei pannelli in muratura viene richiesto il controllo del taglio (vedere 6.9.1.2 Parametri della striscia di parete in muratura)

Si possono controllare solo le pareti in muratura non rinforzate, supponendo che la parete abbia uno spessore costante lungo un piano, si può definire solo la parete singola.

Le pareti in muratura possono essere controllate secondo le norme *EN 1996-1-1 (capitolo 6.1)*, *NTC (capitolo 4.5.6.2)* e *SIA 266 (capitolo 4.3.1 e 4.4.)* considerando i seguenti presupposti e limiti di applicazione.

I codici di progettazione di cui sopra presuppongono che le pareti siano sostenute orizzontalmente dalle solette, per cui non è possibile analizzare le pareti a sbalzo o isolate.

Al modello possono essere aggiunti diversi parametri (veder *Impostazione giunzioni*) che possono comportare momenti flettenti aggiuntivi sul modello strutturale (pareti a più piani con diversi spessori di parete, impostazioni delle giunzioni, effetto della forza di reazione della soletta eccentrica).

Questi effetti non sono trascurabili nel calcolo della capacità portante degli elementi, ma una modellazione accurata può richiedere in alcuni casi modelli molto complessi. Per facilitare il controllo del progetto, sono forniti due modelli approssimativi (***vedere...*** *Calcolo dei momenti flettenti aggiuntivi*). In tutti i casi, l'utente dovrebbe decidere se queste soluzioni sono applicabili.

Il modulo MD1 funziona con strisce virtuali (***vedere...*** *2.16.19 Travi virtuali*). I parametri di progetto sono assegnati alle strisce virtuali e il controllo può essere eseguito solo sui risultati integrati delle strisce.

Le strisce virtuali possono includere più piani, quindi l'intero segmento di parete può essere analizzato come un sistema strutturale completo, ma i piani possono avere diversi parametri di progettazione.

I capitoli *6.9.1.7*...*6.9.1.10* forniscono informazioni sulle limitazioni standard specifiche.

☞ ***Se il modello contiene fasi di costruzione, il segmento di parete può essere analizzato solo nell'ultima fase di costruzione o nella fase finale. In queste fasi, la striscia virtuale che rappresenta il segmento di parete deve essere continua.***

6.9.1.1. Definizione delle pareti in muratura e dei loro parametri

Parametri di progetto



Fare clic sull'icona *Parametri di progetto*, per specificare i piani della striscia di muri in muratura e controllare il muro nella finestra *Pareti in muratura*.

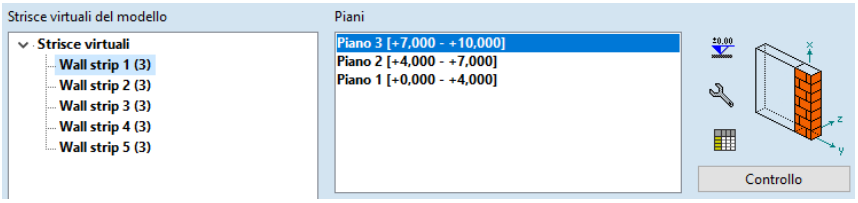
Cliccare sull'icona o sull'asse di una striscia virtuale per assegnare i parametri di progetto (***vedere...*** *2.16.19 Travi virtuali*). L'icona è abilitata solo se nel modello è presente almeno una striscia virtuale con risultati statici o dinamici.

Prima di tutto è necessario selezionare la striscia virtuale (***vedere...*** *2.16.1 Selezione*). Si può selezionare solo una striscia virtuale, i suoi domini non possono avere materiali diversi dalla muratura, la striscia deve essere continua, i domini non possono essere rastremati e devono essere verticali con una deviazione massima di 15°. Se uno qualsiasi di questi criteri non è soddisfatto, appare un messaggio di avvertimento, altrimenti viene visualizzata la finestra di dialogo *Pareti in muratura* e la striscia virtuale selezionata verrà selezionata dall'elenco delle strisce virtuali in muratura.

☞ ***La finestra di dialogo delle pareti in muratura si apre automaticamente cliccando su una striscia virtuale (valida) nel modello.***

Strisce virtuali

La finestra di dialogo dellle *Pareti in muratura* mostra la lista delle *VStrisce virtuali del modello*. Queste sono le strisce virtuali in muratura esistenti. Selezionando una striscia virtuale viene visualizzato l'elenco dei piani assegnati alla striscia selezionata *(Piani)*. Selezionando un piano, vengono visualizzati i parametri di progetto assegnati al piano selezionato.
Poiché i parametri di progetto sono assegnati ai piani, il primo passo è definire i piani per la striscia selezionata.
Se una striscia virtuale contiene già uno o più piani, il suo nome viene mostrato in grassetto. Il numero tra parentesi indica il numero di piani assegnati alla striscia virtuale.

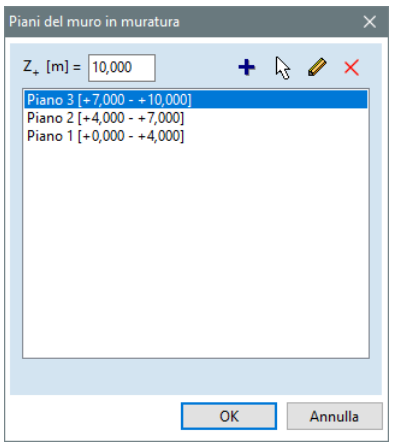


Piani

Il primo passo è quello di assegnare i piani alle strisce. Le verifiche di progettazione vengono eseguite sui piani. I livelli impostati sono identificati come i livelli delle solette che sostengono la parete.



Cliccare sull'icona Modifica piani per definire i piani per la striscia virtuale.



Ogni piano deve intersecare l'asse della trave/striscia virtuale selezionata. Se il modello ha dei livelli (***vedere...*** *3.3.3 Gestore dei livelli*) vengono importati di default, ma i piani assegnati alle strisce virtuali in muratura non devono necessariamente essere identici ai piani del modello.

I piani possono essere cancellati (icona di cancellazione), modificati (matita) e possono essere aggiunti nuovi piani (+ e freccia). I piani vengono salvati nella striscia virtuale. Se i piani sono assegnati alla striscia virtuale, la sezione trasversale e la sezione verticale (***vedere...*** *6.9.1.5 Visualizzazione delle pareti in muratura nel modello*) della parete sarà visualizzata anche nella finestra principale. I limiti dei piani saranno visualizzati come cerchi sull'asse della striscia virtuale.

Parametri automatici di progettazione

Dopo aver impostato i piani, i seguenti parametri sono ricavati dal modello in base alle proprietà dei domini associati alla striscia virtuale.

- *Il materiale murario di ogni piano.*
  Se la striscia virtuale passa attraverso diversi domini di muratura (parete), alla striscia viene assegnato solo uno dei materiali (su ogni piano può essere considerato un solo tipo di materiale). Il materiale assegnato può essere sovrascritto nei *Parametri di progetto*.

I moduli di elasticità (applicati per la verifica del progetto) vengono individuati esaminando il sistema di coordinate locali del dominio. Se nessuno dei due assi del sistema di coordinate locali coincide con la direzione verticale, allora l'asse più vicino alla direzione verticale viene utilizzata per determinare il parametro. I moduli di elasticità assegnati possono essere sovrascritti nella finestra dei *Parametri di progetto* (***vedere...*** *6.9.1.3*).

- *Lo spessore delle pareti di ogni piano.*
  Se la striscia virtuale passa attraverso diversi domini di muratura (parete), alla striscia viene assegnato solo uno dei parametri di spessore (nella verifica si può considerare solo lo spessore costante della parete). Lo spessore della parete non può essere modificato in seguito, la proprietà del dominio interessato deve essere modificata se necessario.
- *La larghezza del muro,* che è la stessa larghezza della striscia virtuale.
  La capacità portante è calcolata considerando la larghezza totale.
- *Il tipo di soletta (in calcestruzzo) collegata alle strisce di muro e il suo spessore*.
  Se non è stata trovata alcuna soletta di collegamento in calcestruzzo appare il valore *Soletta non definita* (***vedere...*** *6.9.1.3*).

  Nota: i codici di progettazione disponibili presuppongono che le pareti siano sostenute lateralmente dalle solette. Quindi il valore 'Soletta non definita' indica solo che nel modello non è stata trovata nessuna soletta di supporto.

  Se più domini sono collegati alla striscia virtuale, viene applicato lo spessore della soletta più sottile.
  Il tipo di soletta e il suo spessore possono essere modificati in seguito indipendentemente dal modello nella finestra *Giunzioni muratura*.
- *Progettazione di sezioni trasversali* (4 o 6 posizioni diverse, vedere più avanti) in funzione delle strutture collegate.

☞ ***Se le proprietà delle solette collegate ai piani vengono sovrascritte, le modifiche dei parametri del dominio non aggiornano più i parametri della muratura. Questi devono essere aggiornati dall'utente cancellando i parametri della muratura e ridefinendoli nuovamente, oppure i parametri devono essere modificati manualmente.***

Ripristino dei parametri di progettazione automatica



Con questo pulsante è possibile ripristinare alcuni o tutti i parametri di progettazione automatica del piano selezionato della striscia virtuale vera e propria. Questi sono

- Materiale della muratura (e i suoi parametri),
- Spessore della parete,
- Collegamenti alla muratura (giunto superiore e inferiore, con tutte le sezioni trasversali di riferimento),
- Parametri di progetto (tutti i dati visualizzati nella finestra di dialogo dei *Parametri di progetto* tranne il materiale).

Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.3*.

Tabella dei parametri di progettazione globali



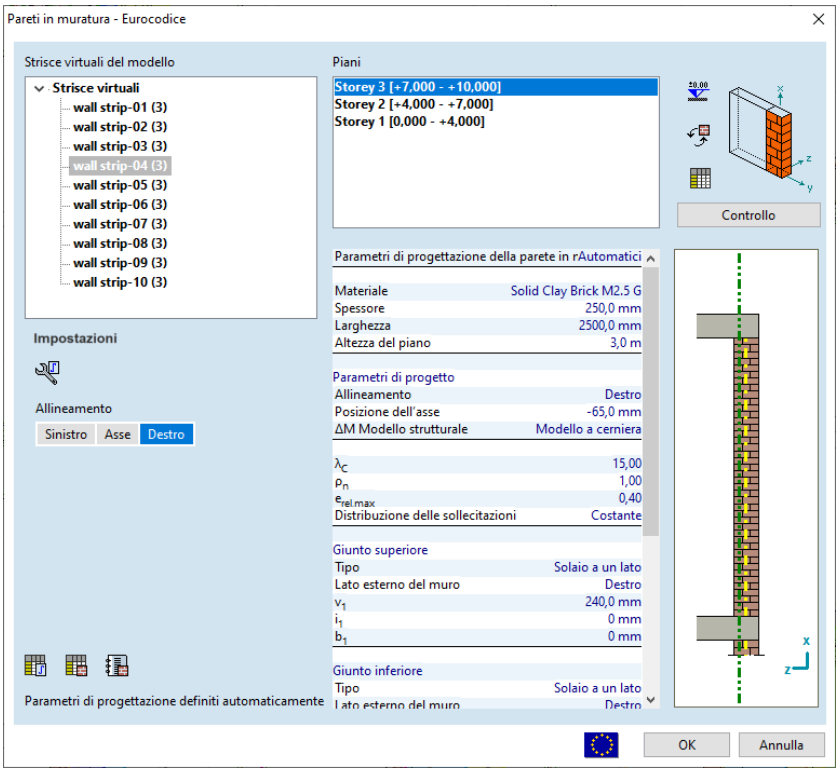
Cliccando sull'icona *Tabella dei parametri di progettazione globale*, è possibile visualizzare i *Parametri di progettazione delle strisce virtuali* in una tabella di sintesi .

Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.6 Risultati*.

Controllo

Cliccare sul pulsante *Controllo* per eseguire le verifiche di progettazione dei piani.

Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.4 Verifica delle pareti in muratura, definizione dei parametri di progetto e dei collegamenti*



☞ **Il nome di un piano può essere cambiato cliccando con il tasto destro del mouse sul nome e scegliendo *Rinomina*.**

Altri parametri di progettazione

Altri parametri di progetto sono impostati secondo le direttive del codice di progetto o il settaggio dell'impostazione predefinita in AXISVM.

Parametri di progettazione della parete in muratura

Se i parametri di progetto non sono stati modificati, nella prima riga della lista viene visualizzato *Auto*, altrimenti viene visualizzato *Custom*.

Vista in sezione di un piano

La finestra di dialogo *Pareti in muratura* mostra la vista in sezione della striscia di muratura selezionata con le solette collegate.

Sistema di coordinate



La vista in sezione della parete e le forze interne della striscia sono visualizzate nel sistema di coordinate locali della striscia virtuale. Lo stesso sistema viene utilizzato nelle finestre di dialogo *Pareti in muratura* e *Progettazione e verifica delle pareti in muratura*.

Chiudendo la finestra di dialogo *Pareti in muratura*, la finestra principale mostra la sezione verticale del muro con i suoi collegamenti (***vedere...*** *6.9.1.5*).

Impostazioni

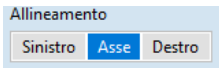
Le seguenti impostazioni sono assegnate all'intera striscia virtuale:

Impostazioni dei parametri di progettazione globale



Le impostazioni globali delle strisce di muratura sono disponibili cliccando sull'icona *Impostazioni dei parametri globali di progettazione*.

Allineamento



Se la striscia virtuale selezionata contiene piani con diversi valori di spessore delle pareti, l'utente può impostare il piano di riferimento delle pareti. Per impostazione predefinita, il programma abbina i piani mediani (*Asse*) delle pareti (come nel caso delle pareti interne).
In caso di pareti di facciata o in altre situazioni, le pareti possono essere allineate a *Sinistra* o *Destra* (in base al sistema di coordinate locali della striscia virtuale), in corrispondenza del lato sinistro o destro della parete. In questi casi si deve tener conto dell'effetto di un ulteriore momento flettente (vedi paragrafo successivo).
La vista in sezione vmostra l'asse della striscia virtuale e l'asse della parete con il maggiore spessore della parete come linea verde tratteggiata. La linea gialla tratteggiata mostra l'asse del muro sul piano selezionato.
Se tutte le pareti della striscia hanno lo stesso spessore, l'opzione *Allineamento* è disabilitata.

Parametri di progettazione della parete in muratura

Cliccando sull'icona *Parametri di progettazione delle pareti in muratura*, si possono vedere i parametri di progettazione dei piani riassunti in una tabella. L'icona è attiva solo se il modello contiene già almeno una striscia virtuale (in muratura) con uno o più piani.



Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.6 Risultati*.

Calcoli di progetto



Cliccando sull'icona *Calcoli di progetto*, il software genera un report dettagliato dei risultati sulla base della striscia virtuale attiva e della combinazione di carico/caso di carico selezionata nel modello. L'icona è attiva solo se il modello contiene già almeno una striscia virtuale (in muratura) con uno o più piani.

Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.6 Risultati*.

Risultati del progetto



Cliccando sull'icona *Risultati di progetto*, si possono vedere i risultati di progetto delle strisce virtuali riassunti in una tabella. L'icona è attiva solo se il modello contiene già almeno una striscia virtuale (in muratura) con uno o più piani.

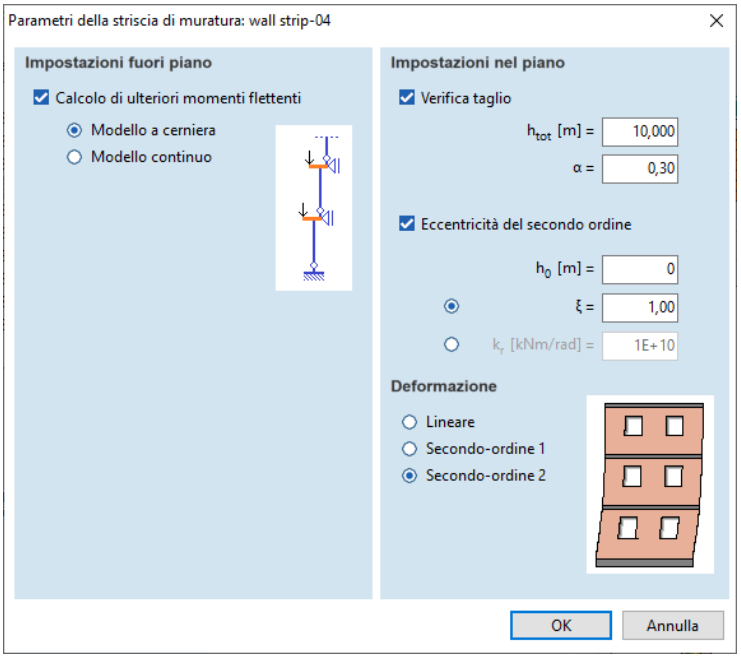
Per dettagli, ***vedere...*** *6.9.1.6 Risultati*.

6.9.1.2. Parametri della striscia di parete in muratura

Parametri generali di una striscia di parete in muratura



Cliccare sull'icona *Impostazioni dei parametri generali di progetto* to per modificare i parametri assegnati all'intera striscia di muratura.

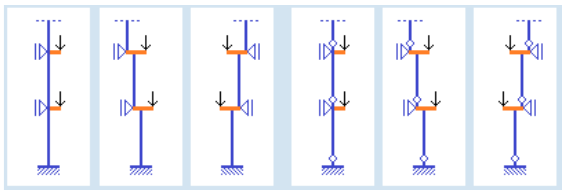


Impostazioni fuori piano

Calcolo dei momenti flettenti addizionali

Le impostazioni della striscia di muratura (allineamento delle pareti, impostazioni delle giunzioni della muratura, distribuzione delle sollecitazioni e capacità di risposta della soletta) possono introdurre delle eccentricità, per cui è necessario tenere conto di momenti flettenti addizionali. Se il modello non include questi effetti, il modulo per muratura offre due diversi modelli per approssimarli e calcolarli: *Modello a cerniera* o *Modello continuo*. Per I dettagli ***vedere...*** *6.9.1.7 Principi di verifica*. Il momento flettente di progetto è la somma del momento della striscia virtuale e dei risultati dei modelli di cui sopra.

Il diagramma accanto al modello selezionato rappresenta le forze eccentriche nelle giunzioni e i vari spessori delle pareti. La figura dipende anche dal piano di riferimento delle pareti (*sinistra/asse/destra*) in caso di diversi spessori di parete.



Se *Calcolo dei momenti flettenti addizionali* è deselezionato, non viene calcolato nessun momento flettente aggiuntivo.

Impostazioni nel piano

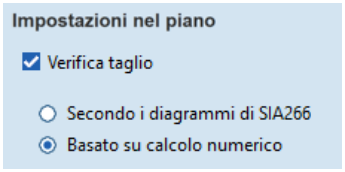
Queste impostazioni sono relative alle verifiche nel piano:

Verifica taglio

Selezionando *Verifica taglio* il modulo esegue sia I controlli di tipo *A* sia quelli di tipo *B* come riportatato in dettaglio nel capitolo *6.9.1*. Se questa opzione non è attivata, verrà eseguito solo il controllo di tipo *A*.

Norme di progettazione SIA

Nel caso della norma SIA, sono disponibili le seguenti opzioni per determinare la capacità di taglio:



I metodi sopra citati sono dettagliati nel capitolo *6.9.1.10 Verifica di progetto secondo SIA*.

Eccentricità iniziale

Il programma calcola l'eccentricità iniziale solo se questa opzione è selezionata. L'eccentricità iniziale è calcolata secondo la regola generale della *EN 1996-1-1 sezione 5.3.* supponendo che la struttura sia inclinata di un certo angolo rispetto alla verticale e considerando i parametri di cui sopra.

Eccentricità secondo ordine

Selezionare *Eccentricitá del secondo ordine* per considerare questo effetto. Questa necessità è descritta in dettaglio nella *sezione 5.4* in *EN 1996-1-1*. Il programma calcola solo l'eccentricità del secondo ordine se questa opzione è selezionata.

Calcolo delle eccentricità di progetto

Le eccentricità di primo e secondo ordine nel piano della parete sono calcolate utilizzando i seguenti parametri

h_{tot} Altezza totale della parete misurata dalla sommità della fondazione
α Rapporto dei carichi verticali normalizzati per la striscia di parete ($0 < \alpha \leq 1$).

Parametri supplementari per l'eccentricità del secondo ordine:

h_0 Punto base
ξ Fattore di incremento per la rigidezza rotazionale del vincolo dell'elemento strutturale considerato
k_r rigidezza rotazionale di contenimento

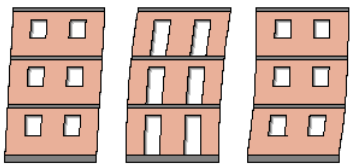
Solo uno dei due parametri precedenti può essere dato.

☞ ***In caso di combinazione di tipo sismico, il programma non calcola automaticamente l'eccentricità del secondo ordine. Questo può essere preso in considerazione sulla base dell'indice di plasticizzazione disponibile nella tabella della sensibilità sismica dei piani e seguendo le relative disposizioni della norma EN 1998-1-1.***

Deformazione

Nelle sezioni trasversali di progetto, l'eccentricità del secondo ordine è approssimata supponendo una delle seguenti (tipiche) forme di deformazione.

- Lineare
- 2nd ordine 1
- 2nd ordine 2



6.9.1.3. Verifica del dominio come parete in muratura

Verifica del dominio come parete in muratura



Verifica del dominio come parete in muratura è una verifica semplificata di un muro a un piano senza strisce virtuali esistenti. La striscia virtuale viene creata automaticamente durante il processo. Deve essere selezionata una superficie muraria semplice e un punto di riferimento per la striscia virtuale.

La striscia virtuale creata è sempre larga 1 m, ma questo valore può essere modificato in qualsiasi momento modificando le impostazioni delle *strisce virtuali (**vedere...** 2.16.19 Travi virtuali)*. Se il punto di partenza inserito è vicino al bordo del dominio, l'asse della striscia virtuale viene automaticamente spostato per garantire che l'intera striscia rientri nel dominio.

Terminata la selezione, si apre la finestra *Verifiche di progetto delle pareti in muratura*, dove si possono impostare i parametri di progetto e le connessioni ed è possibile controllare i risultati.

La striscia di parete in muratura definita dalla funzione *Verifica il dominio come parete in muratura* può anche essere gestita dalla funzione *Parametri di progetto* come le altre strisce virtuali.

Nota: con questa funzione il software assume che il calcolo del momento flettente addizionale (vedi più avanti) non sia necessario e che il segno di spunta del taglio non sia attivo. Per modificare queste impostazioni cliccare sulla striscia virtuale creata automaticamente ed effettuare le modifiche attraverso la finestra di dialogo *Pareti in muratura*.

6.9.1.4. Verifica delle pareti in muratura, definizione dei parametri di progetto e dei collegamenti

Verifica delle pareti in muratura

Selezionando l'opzione *Pareti in muratura* della finestra di dialogo *Verifica delle pareti in muratura* è possibile specificare i parametri di progetto dei piani di parete ed eseguire il progetto.

Impostare nella barra degli strumenti superiore la prima lista a tendina sul piano della parete desiderata e impostare il caso di carico o la combinazione di carico.

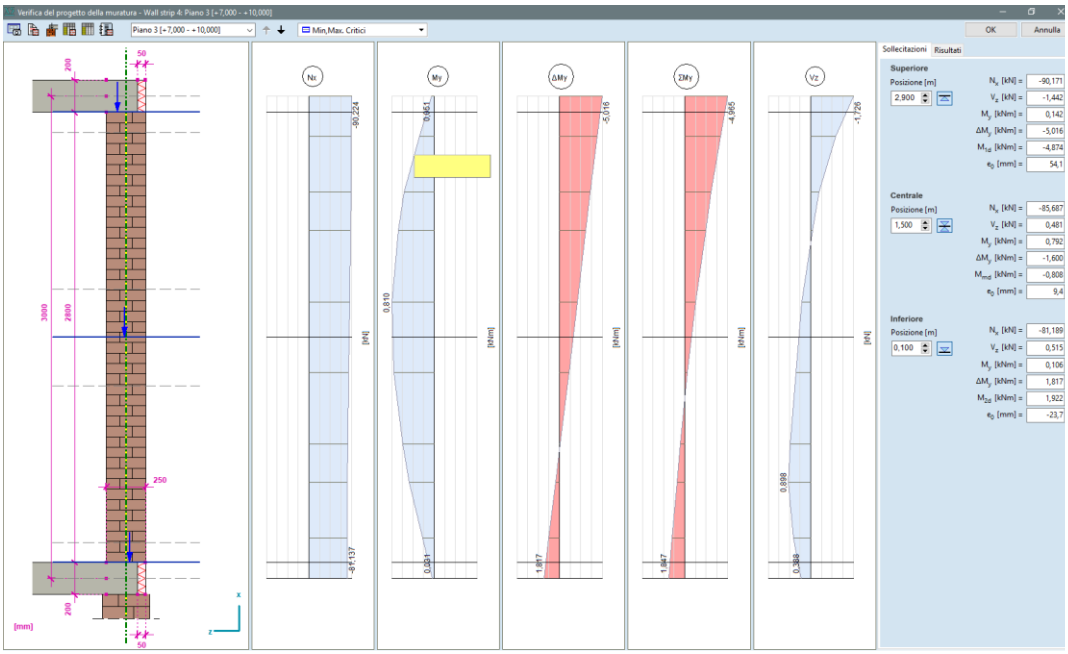
Sul lato sinistro della finestra viene visualizzata la *Sezione verticale* o la *Vista laterale* del piano della muratura selezionata. (Se la verifica a taglio non è attiva, si può vedere solo la sezione della parete.) Le dimensioni e le connessioni sono indicate in dettaglio, compresa la soletta di collegamento, l'isolamento termico, ecc. Nella *Vista laterale* della parete, i domini collegati della parete sono visibili anche in un colore tenue, questo aiuta a specificare le sezioni di progetto (aperture) per la verifica a taglio.

Il sistema di coordinate nell'angolo destro/sinistro (a seconda della vista selezionata) mostra il sistema di coordinate della striscia virtuale.

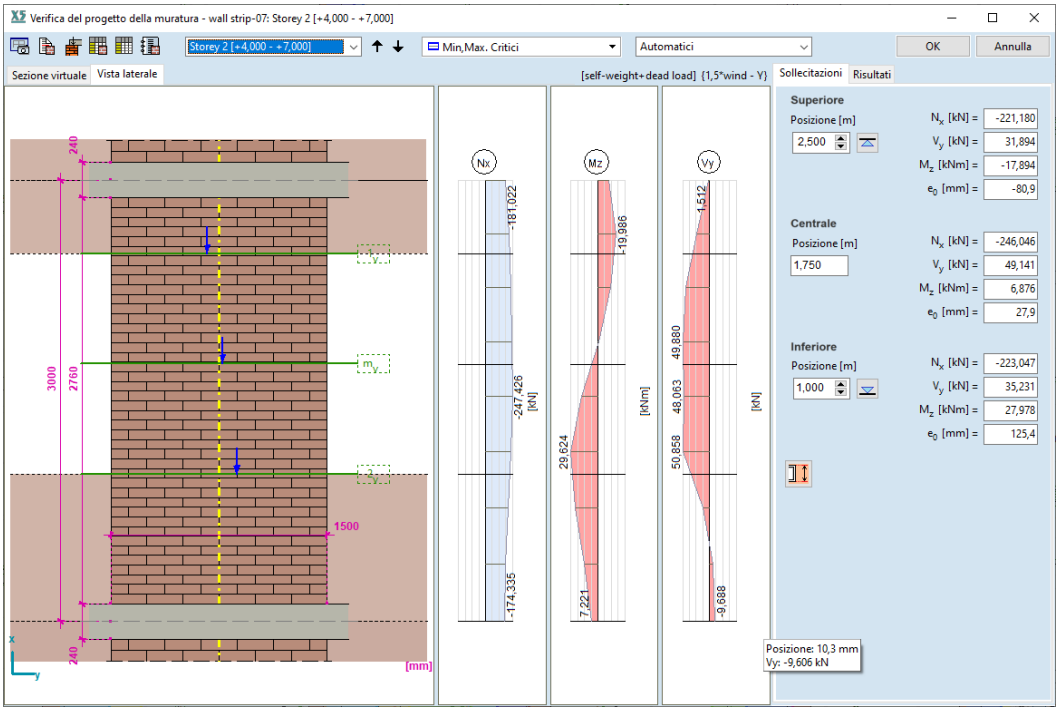
L'asse verde mostra l'asse della striscia virtuale. Se lo spessore della parete non è lo stesso su tutti i piani, questo asse è identico all'asse della parete più spessa. L'asse giallo è l'asse del piano. Se lo spessore della parete non è lo stesso su tutti i piani, l'asse giallo non coincide necessariamente con l'asse verde.

Il colore del materiale utilizzato è lo stesso colore degli elementi in muratura. Il motivo di riempimento non può essere modificato e non segue il tipo degli elementi in muratura.

Sezione verticale



Vista laterale



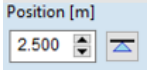
Piano attivo

☞ ***Se il mouse viene spostato sulla parete in muratura, il cursore si trasforma nel simbolo di una mano. Fare doppio clic sulla parete per accedere alla finestra parametri di progettazione della parete in muratura.***

☞ ***Se il mouse viene spostato sul giunto superiore o inferiore della parete in muratura, il cursore passa al simbolo della mano. Doppio clic per aprire la finestra di dialogo dei giunti in muratura.***

Sezione trasversale di riferimento

La posizione delle sezioni trasversali di riferimento può essere inserita nella parte *uperiore / centrale / inferiore*. Le forze interne della striscia virtuale vengono lette in queste posizioni per la verifica del progetto.



Sezioni trasversali di riferimento 1, m, 2

Se non viene selezionato il controllo di taglio, si possono impostare solo 3 sezioni trasversali di riferimento (con etichette ***1, m, 2***). Queste possono essere specificate quando la *Sezione verticale* della parete è attiva. Queste sezioni appartengono al tipo di controllo *A* (vedi sopra).

Le linee spesse e blu mostrano le posizioni delle sezioni trasversali di riferimento. Queste linee possono essere trascinate con il mouse tra i limiti (linee tratteggiate nere).

La posizione delle sezioni trasversali di riferimento viene regolata automaticamente sul bordo delle solette in calcestruzzo nella parte superiore e inferiore se le solette in calcestruzzo sono presenti in

base alle impostazioni dei giunti. Cliccare sul piccolo pulsante a destra del pannello di modifica per ripristinare la posizione automatica.

☞ ***Nel caso dello standard SIA 266, la posizione della sezione trasversale centrale non può essere impostata.***

Sezioni trasversali di riferimento 1_v, m_v, 2_v (posizione delle aperture)

Se il controllo di taglio è attivato, si possono impostare altre tre sezioni trasversali di riferimento nella *Vista laterale* della parete. Queste sono le posizioni in cui viene eseguita la verifica di progetto B) (verifiche complesse per stabilità e taglio). Gli effetti delle aperture e le connessioni dei domini possono essere considerati con queste posizioni (la progettazione a taglio viene eseguita sulla sezione della parete tra la sezione inferiore e quella superiores). Queste posizioni sono indipendenti dalle sezioni *1*, *m*, *2* e sono indicate in verde con le etichette ***1_v, m_v, 2_v.*** Solo la posizione superior ed inferior può essere impostata, la linea di riferimento centrale è sempre a metà strada tra di esse.

Impostazione della posizione delle aperture

Le posizioni di default delle sezioni 1_v, m_v, 2_v sono determinate in base alla connessione dei domini. Queste possono essere modificate trascinando le linee di riferimento oppure possono essere impostate direttamente nel modello dopo aver cliccato sull'icona *Posizione dell'apertura*. L'icona è disponibile solo sul pannello *Forze interne* (se è selezionata la *Vista laterale*).



Ulteriori informazioni sulle sezioni trasversali di riferimento

Utilizzando le tre caselle di modifica della scheda *Forze interne*, e posizioni possono essere date da valori esatti. Questi valori sono accettati solo se si trovano tra i limiti (linee tratteggiate).

La posizione delle frecce sopra le spesse linee blu rappresenta l'eccentricità della forza di compressione in quella specifica sezione trasversale. Il colore delle frecce è blu, ma se la resistenza della sezione trasversale non è adeguata secondo le verifiche di progetto il colore cambia in rosso. Se la resistenza non può essere calcolata a causa di un errore, la freccia non viene mostrata.

☞ ***Se le posizioni delle sezioni trasversali di riferimento cambiano sia le forze interne considerate che i risultati di progetto cambieranno.***

Forze interne

Nella finestra *Verifica di progetto della parete in muratura*, vengono mostrati i seguenti diagrammi di forza interna:

Sezione verticale

- N_x Forza assiale (forza assiale di progetto)
- M_y Momento flettente sull'asse *y* locale
- DM_y Momento flettente aggiuntivo dovuto agli effetti eccentrici (calcolato solo se l'opzione *Calcolo dei momenti flettenti aggiuntivi* è selezionata sulla finestra *Pareti in muratura*)
- SM_y Momento flettente di progetto (la somma del momento flettente della striscia virtuale e del momento flettente aggiuntivo)
- V_z Forza di taglio della striscia virtuale perpendicolare al piano della parete

Vista laterale

- N_x Forza assiale (forza assiale di progetto)
- M_z Momento flettente sull'asse *z* locale
- V_y Forza di taglio della striscia virtuale all'interno del piano della parete

Sottili linee nere indicano la posizione delle sezioni trasversali di riferimento sui diagrammi delle forze interne.

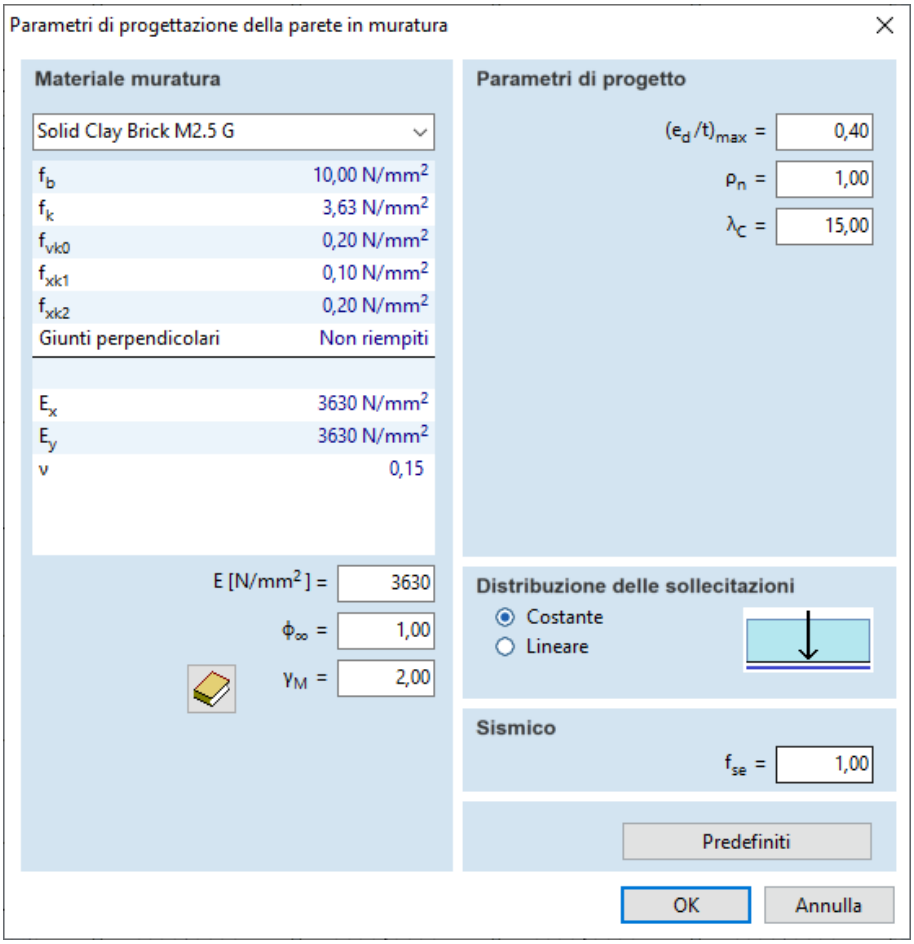
Pannello dei risultati

I risultati del progetto sono riassunti in una tabella nella scheda Risultati. Per ulteriori informazioni ***vedere...*** *6.9.1.6 Risultati*.

Parametri di progetto della parete in muratura

I parametri di progetto del piano selezionato possono essere specificati nella finestra di dialogo *Parametri di progetto della parete in muratura*:





Materiale murario

Dopo la definizione dei piani, il modulo imposta automaticamente il materiale della parete in muratura in base al materiale dei domini coinvolti. Questo materiale predefinito può essere modificato qui.

Parametri del materiale editabil

I seguenti parametri possono essere modificati. (Le modifiche in questa finestra non cambiano i parametri del materiale del dominio. Questi valori vengono usati solo nella verifica di progetto di questo particolare piano della parete in muratura selezionata):

Eurocodice

- E Modulo elastico
- φ_∞ Valore finale del coefficiente di scorrimento
- γ_M Fattore di sicurezza parziale della resistenza del materiale

NTC

- γ_M Fattore di sicurezza parziale della resistenza del materiale

SIA 266

- E_{xk} Moduli elastici
- γ_M Fattore di sicurezza parziale della resistenza del materiale

☞ ***Come spiegato nella sezione precedente, il materiale murario viene selezionato automaticamente dopo la prima definizione dei piani. Nel caso di materiali ortotropi, l'orientamento degli assi locali deve essere rivisto.***

☞ ***Eventuali modifiche di questa finestra relative al materiale della parete in muratura non implicano il cambiamento del materiale dei domini collegati alla striscia virtuale. Il materiale dei domini deve essere modificato dall'utente se necessario.***

Parametri specifici della normativa di progetto

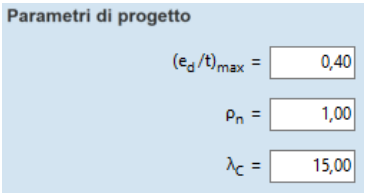
Eurocodice 6

- $(e_d/t)_{max}$ – il valore limite dell'eccentricità relativa (fuori piano o nel piano) della forza assiale:

Se l'eccentricità relativa è superiore a questo valore limite in qualsiasi sezione trasversale, la verifica di progetto non è superata e la resistenza della sezione trasversale è considerata inadeguata.

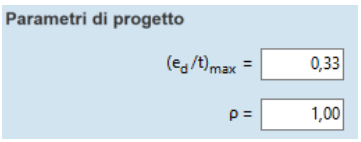
Nel caso di sezioni superiori e inferiori, l'eccentricità relativa viene calcolata in base allo spessore effettivo della parete rispetto al suo asse.

- ρ_n fattore di riduzione considerando l'instabilità, il valore predefinito è 1.0,
- λ_C valore del rapporto di snellezza fino al quale le eccentricità dovute a scorrimento possono essere trascurate.



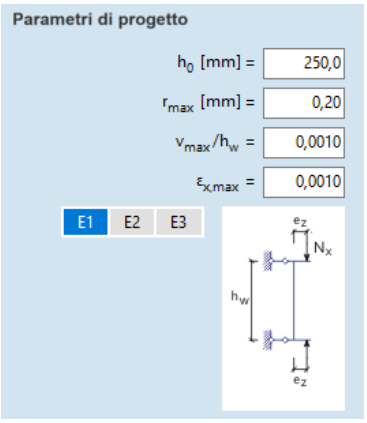
NTC

- $(e_d/t)_{max}$ – il valore limite di eccentricità relativa,
- ρ fattore di riduzione considerando l'instabilità, il valore predefinito è 1.0.



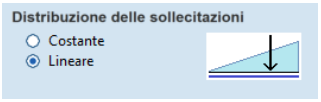
SIA 266

- h_0 è la somma dell'altezza dell'elemento in muratura e dell'altezza dello strato di malta,
- r_{max} è la larghezza massima ammissibile della fessurazione,
- v_{max}/h_w è lo spostamento relativo consentito considerando le sezioni di riferimento 1_v e 2_v (dove h_w è la distanza tra le due sezioni di riferimento). Per i valori massimi vedere la Tabella 8 nella norma.
- $\varepsilon_{x,max}$ valore massimo ammissibile secondo la *Tabella 8* della normativa,
- condizioni limite *(E1 / E2 / E3)*.



Distribuzione delle sollecitazioni

Nel caso di solette su un lato, la distribuzione delle sollecitazioni costante e lineare può essere considerata sotto la forza di reazione della soletta. La distribuzione delle sollecitazioni impostata ha un effetto significativo sul momento flettente aggiuntivo calcolato.



Il momento flettente addizionale è calcolato come il prodotto della forza di reazione della soletta e dell'eccentricità in base alla posizione della risultante della distribuzione delle sollecitazioni. La reazione della soletta calcolata dalla differenza tra le forze assiali dei piani successivi.

☞ ***La distribuzione delle sollecitazioni può essere selezionata solo se l'opzione Calcolo dei momenti flettenti aggiuntivi è selezionata nella finestra Pareti in muratura.***

☞ ***Nel caso del piano più alto, la forza assiale totale nella parte superiore è considerata come forza di reazione della soletta. Per le strutture a più piani, si consiglia vivamente di utilizzare strisce virtuali che si estendono su tutti i piani se la parete è continua, altrimenti il software non è in grado di calcolare correttamente i momenti flettenti aggiuntivi.***

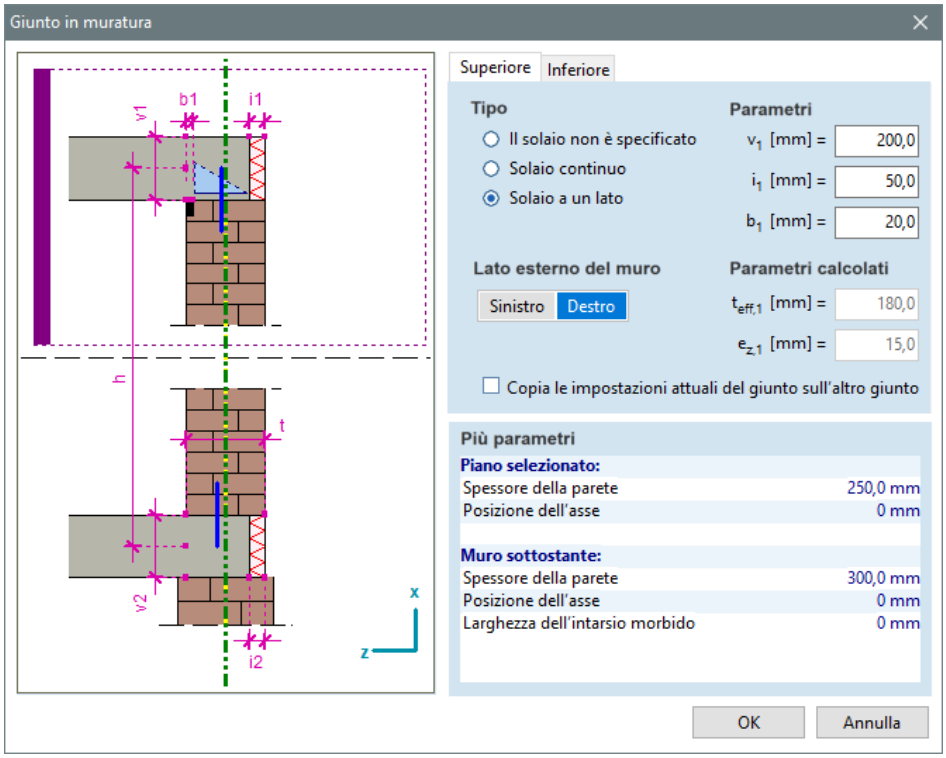
☞ ***Se si seleziona la normativa di progetto SIA 266, si può prendere in considerazione solo la distribuzione costante delle sollecitazioni.***

Sismica

Per ulteriori dettagli sul coefficiente delle forze sismiche ***vedere...*** *4.10.25 Carichi Sismici - modulo SE1*

Impostazioni delle giunzioni

I parametri delle giunzioni possono essere specificati nella finestra *Giunto in muratura*:



I due disegni mostrano i giunti in muratura superiore e inferiore. Cliccare su quello superiore o inferiore per modificare il giunto attivo. La cornice viola tratteggiata mostra quale giunto è attivo. I parametri del giunto attivo possono essere modificati a destra.

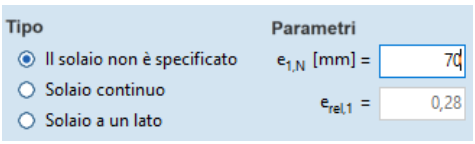
☞ ***Se il mouse viene spostato sopra il giunto superiore o inferiore della parete in muratura nella finestra Verifica di progetto della parete in muratura, il cursore si cambia in un simbolo a forma di mano. Doppio clic per aprire la finestra di dialogo Giunti in muratura.***

Tipo di soletta

I casi possibili sono: *Il solaio non è specificato, Solaio continuo, Solaio su un lato.* Ulteriori parametri dipendono dal caso selezionato. Gli indici inferiori indicano la posizione del giunto (*1* = superiore; *2* = inferiore).

Il solaio non è specificato

L'opzione *Il solaio non è specificato* può essere impiegata se l'utente non vuole definire i parametri della soletta.



Parametri opzionali:

$e_{1,N}$ è l'eccentricità della reazione della soletta (ha origine dal "salto" nelle forze assiali o dalla differenza tra le forze assiali dei piani). (Questo parametro è disponibile solo per i giunti superiori). Il segno dell'eccentricità viene selezionato secondo il sistema di coordinate della striscia virtuale.

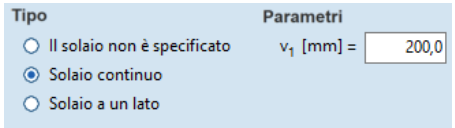
$e_{rel,1}$ è l'eccentricità relativa basata sullo spessore della parete (calcolata).

☞ ***L'eccentricità relativa calcolata viene rivista rispetto al limite impostato nei DParametri di progetto senza la considerazione delle (altre) forze interne che riducono l'eccentricità della reazione della soletta.***

Nella verifica, nella sezione superiore, lo spessore effettivo della parete è identico allo spessore della parete del piano. Questa regola è valida anche per la sezione inferiore, ma se lo spessore della parete al di sotto del piano indagato è inferiore allo spessore della parete del piano reale, allora solo lo spessore della parete inferiore viene preso in considerazione nel calcolo.

Solaio continuo

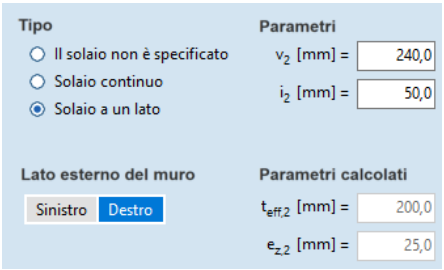
Nel caso di *Solaio continuo*, si presume che i carichi di reazione della soletta siano centrati. L'altezza del piano è calcolata considerando lo spessore della lastra.



Parametri opzionali:

- *v* è lo spessore della soletta.

Solaio a un lato



L'eccentricità della reazione della soletta viene calcolata tenendo conto dei parametri dei giunti (ad es. spessore dell'isolamento termico) e del tipo di distribuzione delle sollecitazioni come descritto sopra. L'altezza del piano è calcolata considerando lo spessore della soletta.

Parametri opzionali:

- *v* è lo spessore della soletta,
- *i* è lo spessore dell'isolamento termico,
- *b* è la larghezza dello strato di rivestimento (solo per il giunto superiore)
- *Lato esterno della parete (Sinistra/Destra),* in accordo con il sistema di coordinate locali della striscia virtuale selezionata,

Se l'opzione *Calcolo dei momenti flettenti aggiuntivi* è attiva nella finestra *Pareti in muratura*, il software mostra la distribuzione delle sollecitazioni prevista sul disegno.

Parametri calcolati

Il software calcola e mostra i seguenti parametri:

- t_{eff} se lo spessore effettivo (considerando lo spessore dell'isolamento termico e la larghezza del rivestimento)
- e_z è la differenza tra il centro dell'area effettiva e il centro del muro.

Copiare le impostazioni effettive del collegamento

Con l'opzione *Copia le impostazioni effettive del giunto ad un'altro giunto*, i parametri definiti possono essere copiati sul giunto opposto del piano.

Parametri supplementari

L'elenco dei *Parametri supplementari* mostra i parametri rilevanti che non possono essere letti dai disegni.

Toolbar

Salva nella Libreria dei disegni



Salva il disegno nella Libreria dei disegni.

Parametri di progettazione di pareti in muratura



vedere... *6.9.1.6 Risultati*.

Risultati di progetto



vedere... *6.9.1.6 Risultati*.

Calcoli di progetto



vedere... *6.9.1.6 Risultati*.

Cambio piano



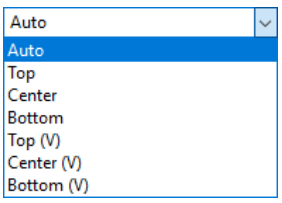
Il piano in esame può essere selezionato dall'elenco sottostante. Le frecce accanto all'elenco possono essere utilizzate per passare da un piano all'altro.



Casi di carico / combinazioni

Nell'elenco a tendina delle combinazioni di carico, l'utente può selezionare il caso di carico da visualizzare.

Interpretazione dei risultati in caso di combinazioni critiche o inviluppo



Selezionando *Combinazioni critiche* o *Inviluppo*, i risultati visualizzati appartengono al caso o alla combinazione di carico che determina il massimo utilizzo in base ai risultati di tutte le sezioni trasversali. Questo è il modo di funzionamento predefinito, denominato *Auto.*

Ci possono essere casi in cui l'utilizzo massimo di ogni sezione trasversale di riferimento proviene da combinazioni diverse che possono causare incomprensioni se i risultati non vengono analizzati in dettaglio. Per visualizzare il massimo utilizzo di una determinata sezione di riferimento, selezionare una sezione trasversale di riferimento dall'elenco a tendina.

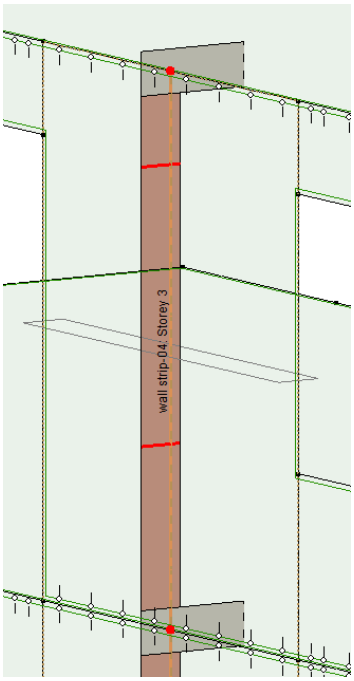
La combinazione che porta al massimo utilizzo viene visualizzata sopra i diagrammi delle forze interne.

☞ ***Nota: se si considerano diverse combinazioni di carico, non è possibile tracciare un diagramma continuo della forza interna e solo i risultati delle relative combinazioni di carico possono essere confrontati e interpretati insieme.***

I risultati complessivi delle sezioni possono essere confrontati e controllati contemporaneamente nella *Tabella dei risultati*.

☞ ***Il report di calcolo di progetto utilizza la posizione di riferimento o la funzione Auto selezionabile qui. La funzione Auto viene utilizzata se la relazione di calcolo di progetto è stata creata dalla finestra di dialogo Pareti in muratura.***

6.9.1.5. Visualizzazione delle pareti in muratura nel modello



Sulla base dei parametri definiti o assegnati automaticamente, il software mostra la sezione verticale della parete. Può essere utile per controllare i parametri di giunzione e per interpretare il sistema di coordinate della striscia.

I cerchi rossi sull'asse della striscia virtuale indicano i confini dei piani definiti.

Le linee rosse spesse sulle sezioni mostrano la posizione delle sezioni trasversali di riferimento superiore e inferiore impostate per la progettazione a taglio.

6.9.1.6. Risultati

I risultati di progettazione delle pareti in muratura sono fruibili in vari modi.

Risultati di verifica

Il riepilogo dei risultati del piano esaminato è riportato nella scheda *Risultati* nella finestra *Risultati della parete in muratura*. Se si verifica un errore durante la verifica di progetto, il modulo mostra la causa dell'errore.

Il contenuto della scheda Risultati dipende dal codice di progettazione corrente. Nel caso di *SIA* e *NTC* vengono presentati anche il disegno e le curve.

Senza verifica a taglio

Quando la verifica di taglio non è richiesta, il pannello dei risultati appare come segue:

Eurocodice

Sollecitazioni | Risultati

Sommario dei risultati

Sezione critica	Inferiore
Efficienza	0,491
	passato!

Superiore

N_{1d}	-90,172 kN
M_{1d}	-4,875 kNm
$e_0 = e_{1d} + e_{he}$	54,1 mm
Δz	25,0 mm
$e_{0,1}$	29,1 mm
e_{init}	±6,2 mm
e_{min}	±10,0 mm
e_1	35,3 mm
e_1/t	0,176
	0,647
	237,493 kN
	0,380
	passato!

Centrale

N_{md}	-85,687 kN
M_{md}	-0,808 kNm
$e_0 = e_{md} + e_{he}$	9,4 mm
e_{init}	±6,2 mm
e_m	15,7 mm
e_k	±0 mm
e_{min}	±12,5 mm
e_{mk}	15,7 mm
e_{mk}/t	0,063
ϕ_m	0,793
N_{Rdm}	363,717 kN
Efficienza	0,236
	passato!

Inferiore

N_{2d}	-81,189 kN
M_{2d}	1,922 kNm
$e_0 = e_{2d} + e_{he}$	-23,7 mm
Δz	25,0 mm
$e_{0,2}$	-48,7 mm
e_{init}	±6,2 mm
e_{min}	±10,0 mm
e_2	-54,9 mm
e_2/t	0,274
ϕ_2	0,451
N_{Rd2}	165,521 kN
Efficienza	**0,491**
	passato!

NTC

Sollecitazioni | Risultati

Sommario dei risultati

Sezione critica	Inferiore
Efficienza	0,389
	passato!

Superiore

N_d	-89,961 kN
M_d	1,031 kNm
e_0	-11,5 mm
Δz	-25,0 mm
$e_{0,1}$	13,5 mm
e_a	±17,5 mm
e_{min}	±17,5 mm
e_1	31,0 mm
e_1/t	0,094
ϕ	0,616
N_r	280,413 kN
Efficienza	0,321
	passato!

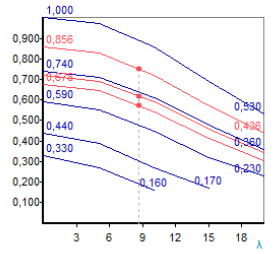
Centrale

N_d	-97,663 kN
M_d	-0,668 kNm
e_0	6,8 mm
$e_a/2$	±8,8 mm
e_{min}	±17,5 mm
e_2	17,5 mm
e_2/t	0,046
ϕ	0,749
N_r	392,951 kN
Efficienza	0,249
	passato!

Inferiore

N_d	-101,105 kN

Φ Fattore di riduzione



SIA 266

Sollecitazioni | Risultati

Sommario dei risultati

Combinazione	SLU
Sezione critica	Superiore
Efficienza	0,342
	passato!

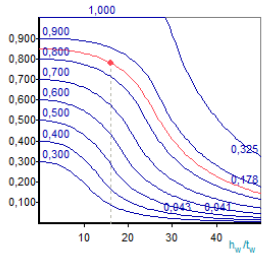
Superiore

N_{xd}	-233,758 kN
M_{zd}	-4,447 kNm
e_z	19,0 mm
e_z/t_w	0,076
$Max(e_z/t_w)$	0,350
h_w/t_w	16,000
Modello strutturale	E1
k_N	0,781
N_{Rd}	683,131 kN
Efficienza	**0,342**

Inferiore

N_{xd}	-232,776 kN
M_{zd}	-3,033 kNm
e_z	13,0 mm
a	250,0 mm
N_{Rd}	875,000 kN
Efficienza	**0,266**
Attenzione:	**$\|e_z\| > 0$**

Curve di progetto per il coefficiente k_N



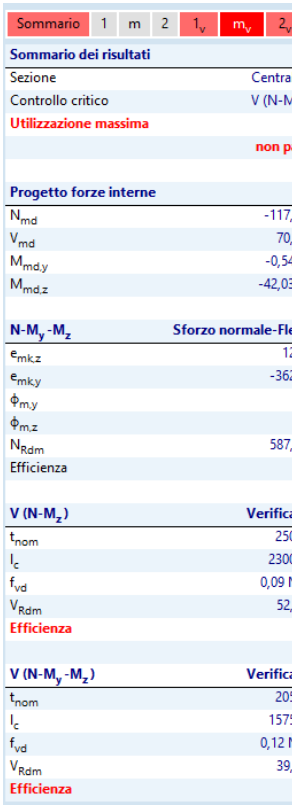
Risultati nel caso di verifica a taglio

In caso di verifica a taglio, l'utente può scegliere tra i tipi di risultato. Possono essere visualizzati i risultati sommari o dettagliati di diverse verifiche.

L'elenco dei simboli orizzontali in alto riassume i risultati del progetto nelle sezioni trasversali di riferimento *1, m, 2 e* 1_v, m_v, 2_v (***vedere...*** *6.9.1.4 Verifica delle pareti in muratura, definizione dei parametri di progetto e dei collegamenti*). ThLo sfondo delle sezioni verificate è grigio, le sezioni non verificate sono rosse. La posizione selezionata è blu se la sezione è verificata, altrimenti rimane rossa. Il colore del carattere della posizione selezionata è sempre bianco.

Nel caso di *Eurocodice*, sono disponibili le seguenti opzioni:

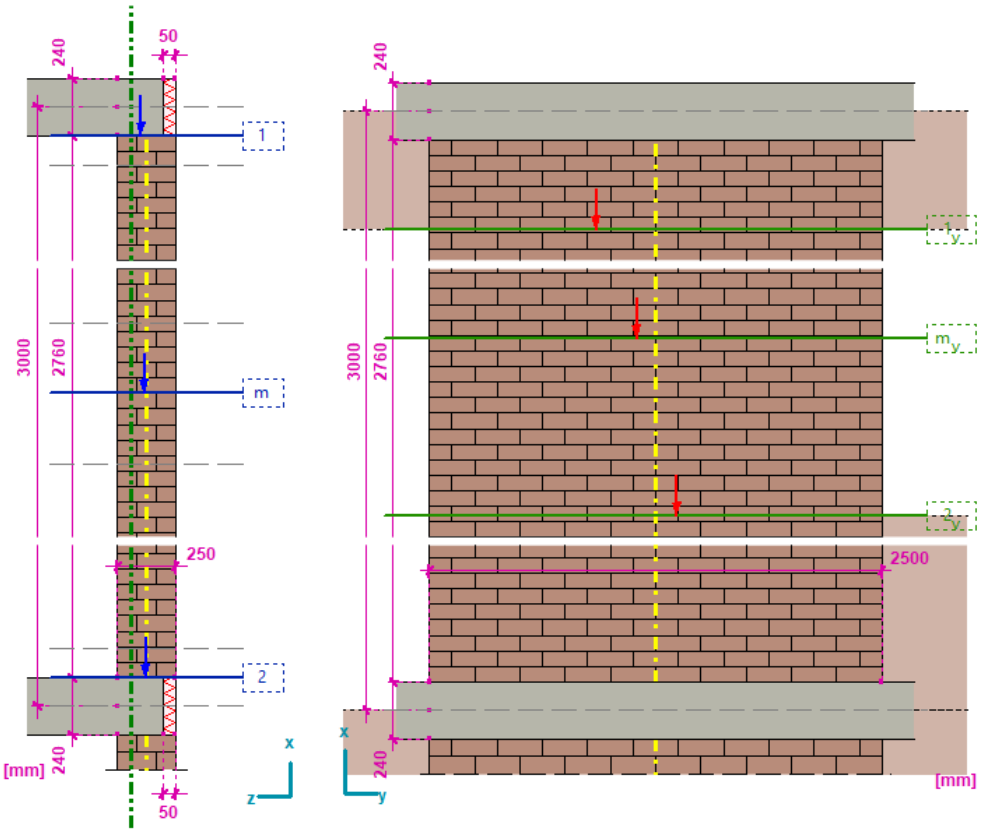






Risultati visualizzati nella sezione verticale o nella vista laterale

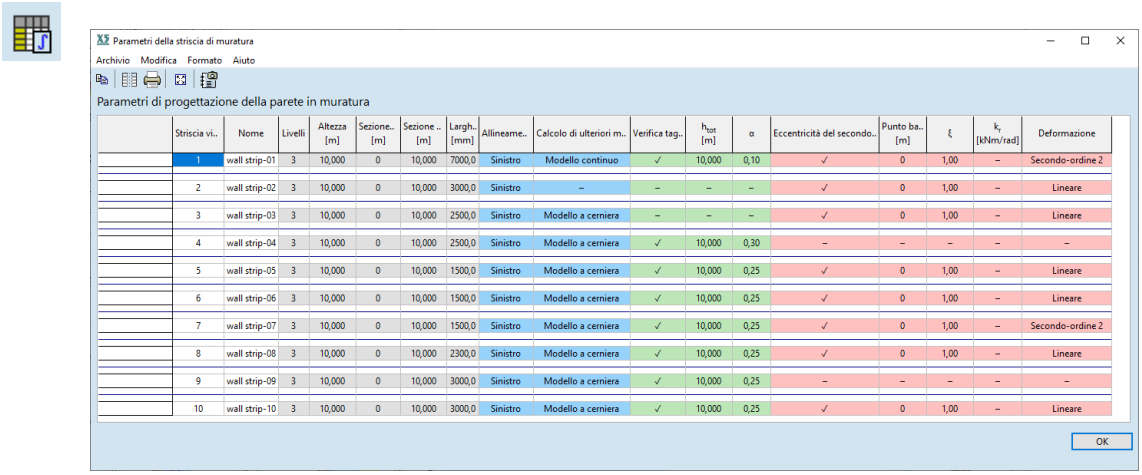
Per ogni sezione trasversale di riferimento, sulla sua linea di riferimento, il programma indica il punto di azione della forza verticale in base alle forze interne (l'eccentricità non contiene l'eccentricità iniziale / eccentricità minima).
Se la resistenza della sezione della parete è adeguata, il colore della freccia è blu, altrimenti è rosso. Se la resistenza verticale non può essere calcolata, la freccia non viene visualizzata.



Tabelle

Tabella dei parametri di progettazione globale

La tabella dei *Parametri globali di progettazione* è disponibile nella finestra di dialogo *Verifica di progetto della parete in muratura* e mostra i parametri di progettazione assegnati alle strisce di muratura.



Striscia vi..	Nome	Livelli	Altezza [m]	Sezione.. [m]	Sezione .. [m]	Largh.. [mm]	Allineame..	Calcolo di ulteriori m..	Verifica tag..	h_{tot} [m]	α	Eccentricità del secondo..	Punto ba.. [m]	ξ	k_r [kNm/rad]	Deformazione
1	wall strip-01	3	10,000	0	10,000	7000,0	Sinistro	Modello continuo	✓	10,000	0,10	✓	0	1,00	–	Secondo-ordine 2
2	wall strip-02	3	10,000	0	10,000	3000,0	Sinistro	–	–	–	–	✓	0	1,00	–	Lineare
3	wall strip-03	3	10,000	0	10,000	2500,0	Sinistro	Modello a cerniera	–	–	–	✓	0	1,00	–	Lineare
4	wall strip-04	3	10,000	0	10,000	2500,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,30	–	–	–	–	–
5	wall strip-05	3	10,000	0	10,000	1500,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	✓	0	1,00	–	Lineare
6	wall strip-06	3	10,000	0	10,000	1500,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	✓	0	1,00	–	Lineare
7	wall strip-07	3	10,000	0	10,000	1500,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	✓	0	1,00	–	Secondo-ordine 2
8	wall strip-08	3	10,000	0	10,000	2300,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	✓	0	1,00	–	Lineare
9	wall strip-09	3	10,000	0	10,000	3000,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	–	–	–	–	–
10	wall strip-10	3	10,000	0	10,000	3000,0	Sinistro	Modello a cerniera	✓	10,000	0,25	✓	0	1,00	–	Lineare

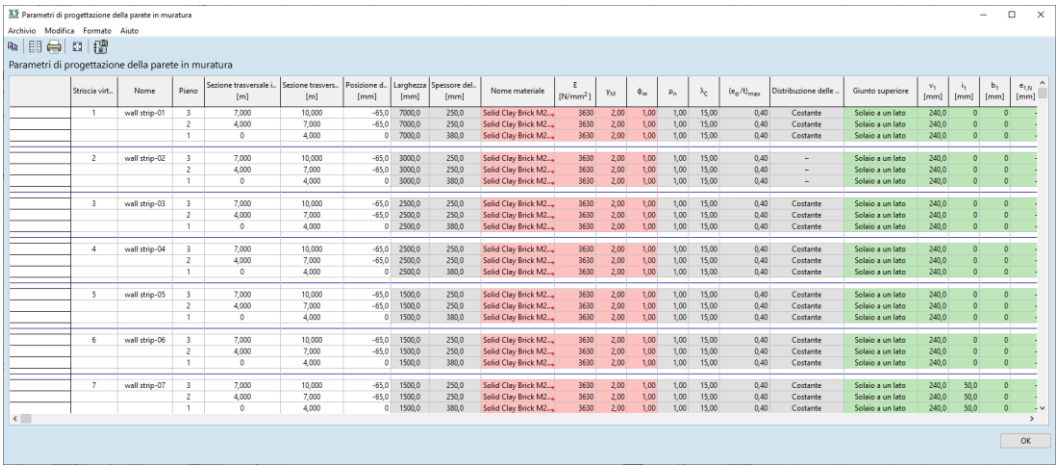
La tabella può essere stampata e salvata nella documentazione.

Parametri di progettazione di pareti in muratura

La tabella *Parametri di progettazione di pareti in muratura* table è accessibile sia dalla finestra di dialogo *Verifica di progetto della parete in muratura* che dalla finestra *Pareti in muratura*. Questa tabella mostra i parametri di progetto definiti o assegnati automaticamente.



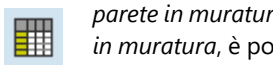
Se la tabella viene aperta dalla finestra *Pareti in muratura*, riassume i parametri di ogni parete in muratura del modello, altrimenti viene riportata solo la striscia virtuale esaminata con i suoi piani.

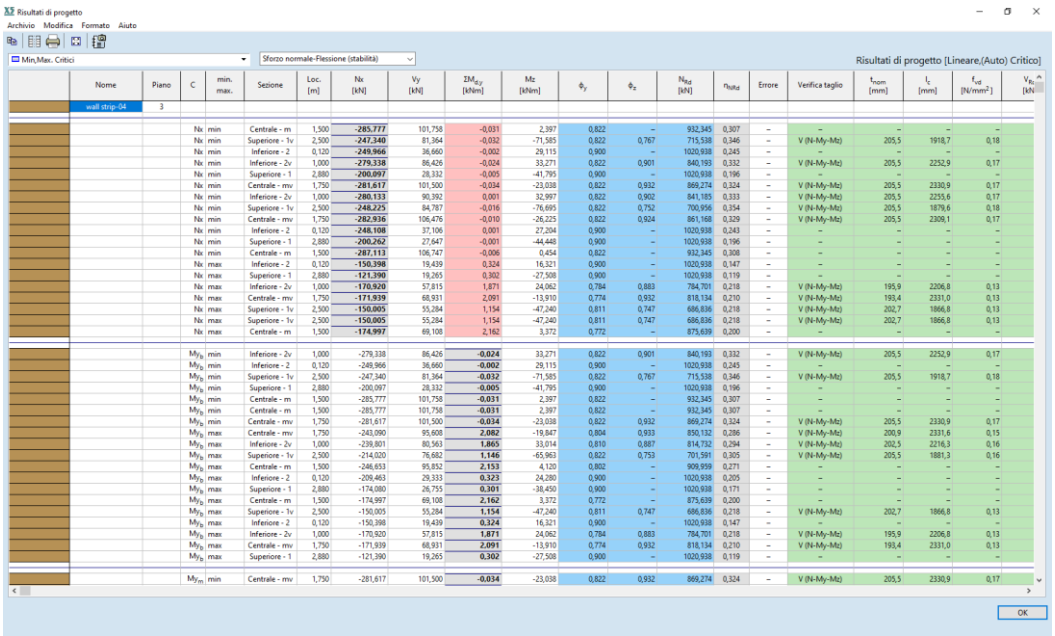


La tabella può essere stampata e salvata nella documentazione.

Risultati di progetto

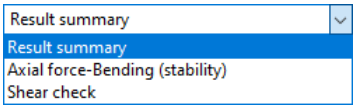
La tabella *Risultati di progetto* table è accessibile sia dalla finestra di dialogo *Verifica di progetto della parete in muratura* che dalla finestra *Pareti in muratura*. Se la tabella viene aperta dalla finestra *Pareti in muratura*, è possibile selezionare il caso di carico/combinazione, inviluppo o combinazione critica automatica da una lista che viene presa in considerazione nella verifica del progetto. Dopo aver modificato la selezione in questa lista, la finestra esegue automaticamente le verifiche di progetto che possono richiedere solo pochi secondi. Senza il controllo di taglio la tabella appare come segue:





La tabella può essere stampata e salvata nella documentazione.
Se viene richiesta la verifica a taglio, la tabella è costruita in modo diverso a causa del numero significativo di verifiche. Il tipo di risultato può essere selezionato dall'elenco a tendina sopra la tabella.

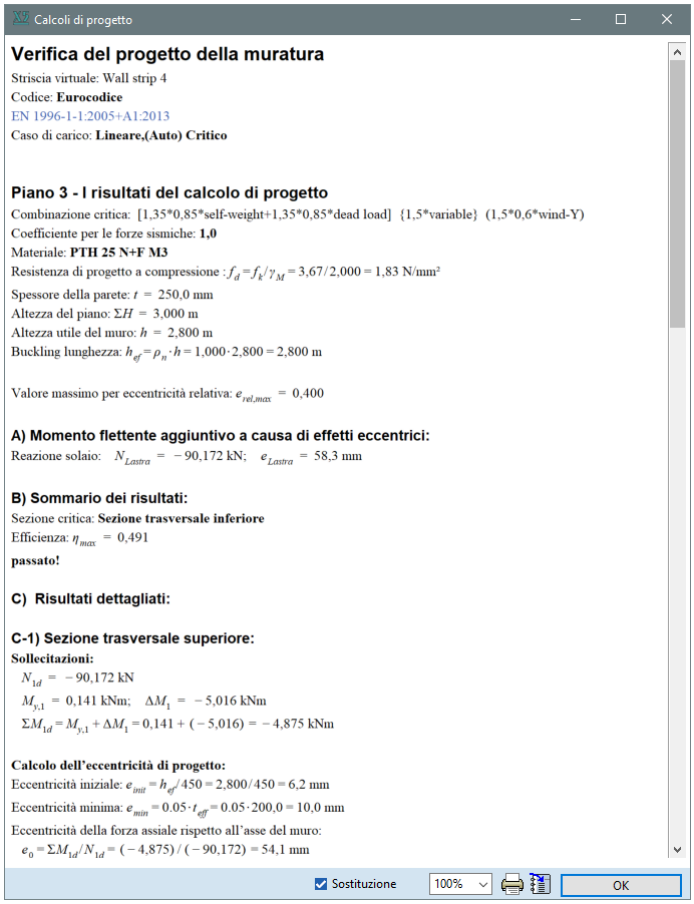
n caso di Eurocodice sono disponibili i seguenti tipi di risultati (*Riepilogo dei risultati, Forza assiale - flessione (stabilità), Verifica a taglio*).



Calcoli di progetto

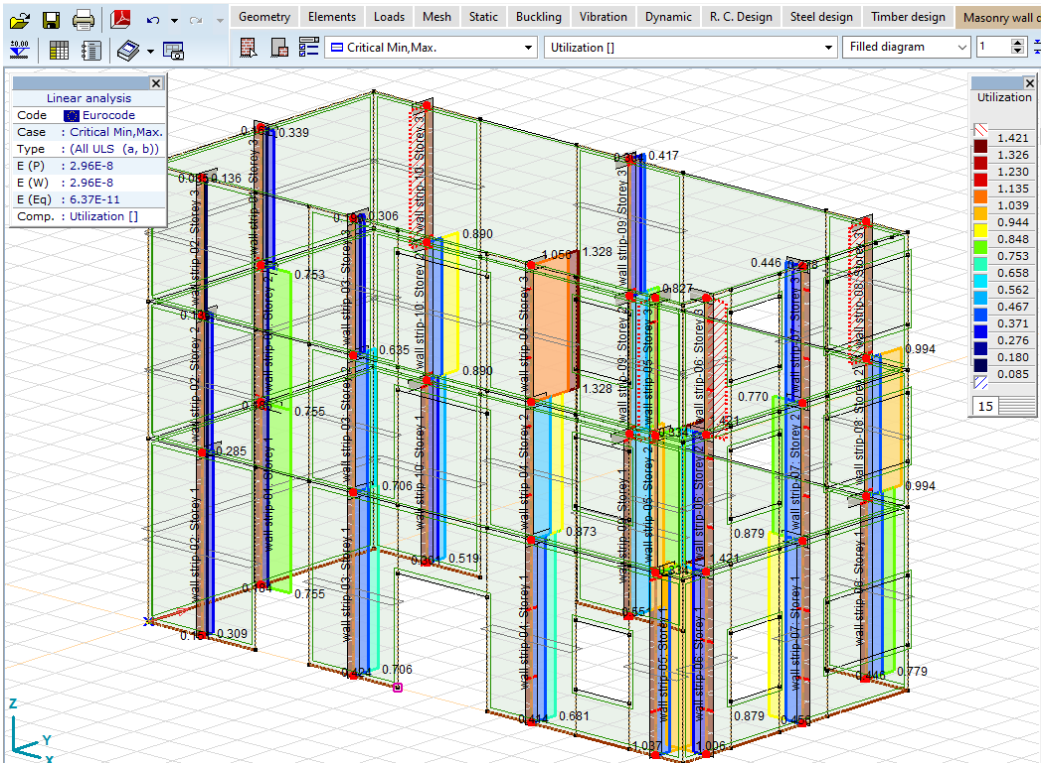


Fare clic sul pulsante *Calcoli di progetto* er vedere i dettagli del progetto. Il calcolo può essere salvato nella relazione. Si può accedere ai *Calcoli di progetto* attraverso le finestre *Verifica di progetto della parete in muratura* e *Pareti in muratura*.
Aprendo i *Calcoli di progetto* dalla finestra *Pareti in muratura*, vengono riassunti i dettagli di progettazione per i piani selezionati della striscia di parete in muratura vera e propria.
Aprendo i *Calcoli di progetto* dalla finestra *Verifica di progetto della parete in muratura*, vengono riassunti solo i risultati di progettazione del piano esaminato.
Se si richiede la verifica a taglio, il calcolo di progetto contiene più elementi da calcolare e appare in forma più complessa. Cliccando sull'icona *Calcoli di progetto*, l'utente può specificare gli elementi da includere nella documentazione:
Se la posizione della sezione di riferimento superiore (*1 - 1$_v$*), centrale (*m - m$_v$*), o inferiore (*2 - 2$_v$*) coincidono, solo i risultati delle sezioni critiche sono dettagliati.



Componente di risultato dell'utilizzo della parete in muratura

Se i parametri delle pareti in muratura sono assegnati a strisce virtuali nel modello e sono disponibili risultati statici (lineari/non lineari) o dinamici, una nuova componente di risultato diventa disponibile nella scheda *Progettazione delle pareti in muratura* relativa ai risultati della verifica di progetto.



Se l'utilizzo non può essere calcolato a qualsiasi piano, il programma visualizza una linea tratteggiata rossa sul lato negativo del diagramma che indica l'errore.

Risultati nell'Editor delle tabelle

I risultati del progetto sono disponibili anche nell' Editor delle tabelle (***vedere...*** *2.9 Esplora Tabella*), dove i risultati di ogni parete in cemento armato sono disponibili in tabelle riassuntive.

6.9.1.7. Principi di verifica

Verifica

Il software può eseguire due tipi di analisi con le seguenti restrizioni:

A. Verifica di progetto di pareti in muratura sottoposte a carichi prevalentemente verticali.
In questa verifica possono essere prese in considerazione solo le eccentricità fuori piano, la verifica al taglio non è inclusa. La verifica si basa sulle sezioni trasversali di riferimento contrassegnate da *1*, *m*, *2*. (Vengono prese in considerazione solo le eccentricità perpendicolari al piano della parete, indipendentemente dalla larghezza della striscia di parete, l'eccentricità bidirezionale non può essere analizzata.)

B. Verifica di progetto delle pareti di controventatura in muratura, che prevede una complessa analisi di stabilità considerando l'eccentricità della forza assiale fuori e dentro il piano e una verifica di taglio nel piano.
T Questa verifica riguarda le sezioni trasversali di riferimento contrassegnate da 1_v, m_v, 2_v, ma viene eseguita solo se viene richiesta la verifica a taglio.

- La resistenza alla trazione dei giunti perpendicolari al piano della muratura è pari a zero.
- Si possono esaminare solo pareti monolitiche con spessore di parete costante lungo un piano.
- I momenti flettenti aggiuntivi dovuti agli effetti di eccentricità (allineamento delle pareti in caso di diversi spessori di parete, impostazioni dei giunti in muratura, distribuzione delle tensioni sotto la la soletta di fondazione) delle impostazioni possono essere calcolati con modelli di approssimazione solo se i risultati del modello non li contengono. Le variazioni della rigidezza dovute agli effetti eccentrici non possono essere prese in considerazione.

Calcolo delle forze interne di progetto

Le forze interne di una striscia virtuale sono calcolate dall'integrazione delle forze interne del dominio considerando la larghezza totale della striscia.

Le forze di progetto assiale, di taglio e il momento flettente nel piano sono identici alla forza interna della striscia virtuale (N_x, V_y e M_z).

Il momento flettente di progettazione fuori piano è la somma del momento della striscia virtuale My e del momento flettente aggiuntivo calcolato con i modelli approssimativi.

I modelli approssimativi disponibili sono i seguenti:

Modello con cerniera:

Si tratta di un modello a trave semplice con cerniere alla base. Le pareti sono sostenute lateralmente su ogni piano.

Modello continuo:

Il momento flettente aggiuntivo calcolato con un modello a trave continua che interessa tutte le pareti. Le pareti sono sostenute lateralmente su ogni piano, il giunto inferiore del piano inferiore deve essere fissato.

☞ ***In questi modelli si considerano solo le proprietà di rigidezza lineare delle pareti e si suppone che la rigidezza sia costante per un piano. Le varie rigidezze delle solette di collegamento e dei supporti laterali non possono essere prese in considerazione.***

☞ ***Nella normativa SIA è disponibile solo il modello con cerniera.***

Specifiche di normativa

Sono implementate regole di verifica specifiche per ogni normative disponibile ***vedere...*** *6.9.1.8...6.9.1.10*.

6.9.1.8. Verifica di progetto secondo l'Eurocodice 6

Convenzioni di nomenclatura

Durante la verifica di progetto si distinguono 6 diverse sezioni trasversali di riferimento:

- le sezioni di riferimento *1*, *m*, *2* sono identiche alle sezioni di progettazione illustrate nel capitolo 6.1 dell'Eurocodice (sezioni superiore, centrale e inferiore);
- le sezioni 1_v, m_v, 2_v sono le sezioni superiore, centrale e inferiore e vengono utilizzate per la verifica a taglio.

Controllo di stabilità

Nel caso di sezioni di riferimento contrassegnate con*1*, *m* e *2*, nell'analisi vengono prese in considerazione solo le eccentricità fuori piano della forza assiale. Nelle sezioni 1_v, m_v, 2_v sono considerate entrambe le eccentricità (fuori piano e nel piano). I due casi sono esaminati insieme qui di seguito.

Principi generali

Considerando i principi generali della norma (capitolo 6.1.) il programma esegue le seguenti verifiche:

La resistenza della sezione della parete è adeguata se il criterio successivo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

e le regole di dettaglio sono soddisfatte.

Per determinare la resistenza verticale di una parete si applica la seguente formula:

$$\mathrm{N}_{Rd} = \Phi_y \cdot \Phi_z \cdot t \cdot b \cdot f_d$$

dove Φ_y e Φ_z sono i fattori di riduzione relativi alla direzione *y* e *z*. (Nel caso delle sezioni trasversali di riferimento *1*, *m* e *2*, il fattore di riduzione della capacità Φ_z = 1 perché non si tiene conto dell'eccentricità nel piano).

Nelle sezioni superiore e inferiore, il fattore di riduzione della capacità viene calcolato in base allo spessore effettivo della parete - t_{eff} (vedi impostazioni delle giunzioni in muratura).

In caso di verifica a taglio, se la sezione superiore 1_v o inferiore 2_v viene adeguata ad un angolo di apertura interna e la distanza tra la sezione di riferimento (1_v o 2_v) e la parte superiore/inferiore della parete è maggiore della larghezza della parete, la sezione viene considerata come sezione 'centrale' durante la verifica. La sezione trasversale di riferimento m_v è sempre considerata come sezione 'centrale'.

La resistenza a compressione di progetto è: $f_d = f_k/\gamma_M$

Se l'area della sezione trasversale di una striscia di muro è inferiore a 0,01 m^2, la resistenza a compressione di progetto deve essere abbassata: $\mathrm{f}_{d,red} = f_d \cdot (0{,}7 + 3A)$, dove *A* è l'area trasversale lorda orizzontale caricata della parete, espressa in metri quadrati.

Nel modello si può considerare solo la sezione trasversale della striscia virtuale, indipendentemente dalla larghezza totale del dominio interessato.

Verifica nella sezione superiore o inferiore del muro

Le eccentricità di progetto, i fattori di riduzione e la resistenza verticale delle sezioni sono calcolati come segue:

Eccentricità fuori piano

L'eccentricità di progetto è calcolata mediante l'equazione successiva:

$$e_{i,z} = \frac{M_{id,y}}{N_{id}} + e_{he,z} + e_{init,z} \geq 0{,}05 \cdot t$$

dove $e_{i,z}$ è l'eccentricità superiore (i=1) o inferiore (i=2) della parete.

Il programma non separa l'eccentricità a seconda del tipo di carico (verticale/orizzontale) e ne indica la somma nel seguente calcolo. L'eccentricità si riferisce alle forze interne calcolate sull'asse della parete:

$$e_{0,z} = \frac{M_{id,y}}{N_{id}} + e_{he,z}$$

Nella verifica, il programma applica uno spessore di parete ridotto (t_{eff}), quando non lavora l'intera sezione (a causa delle impostazioni dei giunti in muratura). In questo caso, l'eccentricità viene calcolata sull'asse dello spessore effettivo della parete:

$$e_{0,i,z} = e_{i,z} - \Delta z$$

dove Δz è la differenza tra l'asse della parete e lo spessore effettivo della parete.

(Se lo spessore della parete t non viene ridotto a causa delle impostazioni dei giunti, allora $t_{eff} = t$ e $e_{0,i,z} = e_{0,z}$.)

Considerando le regole della normativa e le indicazioni di cui sopra, l'eccentricità di progetto deriva dalla seguente espressione:

$$e_{i,z} = e_{0,i,z} + e_{init,z} \geq 0{,}05 \cdot t_{eff}$$

L'eccentricità iniziale viene misurata nella direzione sfavorevole rispetto all'asse dello spessore effettivo, l'eccentricità minima viene determinata dal t_{eff}.

Il fattore di riduzione della capacità $\Phi_{i,y}$ è calcolato come segue:

$$\Phi_{i,y} = 1 - \frac{2 \cdot e_{i,z}}{t_{eff}}$$

Eccentricità nel piano

L'eccentricità di progetto viene calcolata con la formula successiva:

$$e_{i,y} = e_{0,i,y} + e_{init,y} + e_{\Delta 2,y}$$

dove $e_{i,y}$ è l'eccentricità nel piano della forza assiale in direzione y.

L'eccentricità iniziale $e_{init,y}$ è calcolata seguendo le regole del capitolo 5.3 della normativa EN 1996-1-1 5.3 considerando l'inclinazione iniziale dell'edificio e i parametri di progettazione globale della striscia di muratura.

L'eccentricità del secondo ordine $e_{\Delta 2,y}$ è calcolata secondo *L'allegato B* della *EN 1996-1-1*.

Queste ulteriori eccentricità sono prese in considerazione nella direzione sfavorevole.

Il fattore di riduzione della capacità $\Phi_{i,z}$ è calcolato come segue:

$$\Phi_{i,z} = 1 - \frac{2 \cdot e_{i,y}}{b}$$

dove b è la larghezza totale della parete (striscia).

In caso di combinazione di tipo sismico, il programma non calcola automaticamente l'eccentricità del secondo ordine. Questa può essere presa in considerazione utilizzando l'indice di stabilità plastica disponibile nella *tabella della sensibilità sismica dei piani* e seguendo le regole relative alla normativa *EN 1998-1-1*.

Resistenza verticale

Considerando la larghezza totale della parete b, la resistenza verticale è la seguente:

$$\mathrm{N}_{Rd,i} = \Phi_{i,y} \cdot \Phi_{i,z} \cdot t_{eff} \cdot b \cdot f_d$$

Verifica nella sezione centrale del muro

Le eccentricità di progetto, i fattori di riduzione e la resistenza verticale delle sezioni centrali sono calcolati come segue:

Eccentricità fuori piano

L'eccentricità di progetto viene calcolata con l'espressione successiva:

$$e_{m,z} = \frac{M_{md,z}}{N_{md}} + e_{hm,z} \pm e_{init,z}$$

Il programma non separa l'eccentricità a seconda del tipo di carico (verticale/orizzontale) e ne indica la somma nel seguente calcolo. L'eccentricità si riferisce alle forze interne calcolate sull'asse della parete:

$$e_{0,m,z} = \frac{M_{md,y}}{N_{md}} + e_{hm,z}$$

e l'eccentricità dovuta ai carichi:

$$e_{m,z} = e_{0,m,z} \pm e_{init,z}$$

In conclusione, l'eccentricità di progetto deriva dalla seguente espressione:

$$e_{mk,z} = e_{m,z} + e_{k,z} \geq 0{,}05 \cdot t$$

dove $e_{k,z}$ è l'eccentricità dovuta allo scorrimento, ma deve essere presa in considerazione solo se la snellezza della parete supera il limite di λ_C:

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} > \lambda_c$$

in questo caso

$$e_{k,z} = 0{,}002 \cdot \phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t \cdot e_{m,z}}$$

λ_C è specificato nell'Allegato Nazionale (nel programma il parametro λ_C può essere modificato se necessario).

Nella ***NEN-EN 1996-1-1*** (***normativa olandese***) il seguente criterio è considerato nel calcolo di $e_{mk,z}$:

$$e_{mk,z} = max\left\{e_{m,z} + e_{k,z};\ 0{,}05 \cdot t;\ \frac{h_{ef}}{300};\ 10\ \text{mm}\right\}$$

Il fattore $\Phi_{m,y}$ è calcolato dall'allegato *G* (*G1*...*G4*) nella normativa *EN 1996-1-1*.

Eccentricità nel piano

L'eccentricità di progetto viene calcolata con la formula successiva:

$$e_{m,y} = e_{0,m,y} + e_{init,y} + e_{\Delta 2,y}$$

dove $e_{m,y}$ l'eccentricità nel piano della forza assiale in direzione *y*.

L'eccentricità iniziale $e_{init,y}$ viene calcolata seguendo le regole del capitolo 5.3 della normativa EN 1996-1-1 5.3 considerando l'inclinazione iniziale e i parametri di progettazione globale della striscia di muratura.
L'eccentricità $e_{\Delta 2,y}$ el secondo ordine è calcolata utilizzando *L'allegato B* della normativa *EN 1996-1-1*.
Queste eccentricità aggiuntive sono prese in considerazione nella direzione sfavorevole.

Il fattore di riduzione della capacità $\Phi_{m,z}$ è calcolato come segue:

$$\Phi_{m,z} = 1 - \frac{2 \cdot e_{m,y}}{b}$$

dove *b* è la larghezza totale della parete (striscia).

In caso di combinazione di tipo sismico, il programma non calcola automaticamente l'eccentricità del secondo ordine. Questa può essere presa in considerazione utilizzando l'indice di stabilità plastica disponibile nella *tabella della sensibilità sismica dei piani* e seguendo le regole relative alla normativa *EN 1998-1-1*.

Resistenza verticale

Considerando la larghezza totale della parete *b*, la resistenza verticale è la seguente:

$$\mathrm{N}_{Rd,i} = \Phi_{m,y} \cdot \Phi_{m,z} \cdot t \cdot b \cdot f_d$$

Regole di progettazione e di dettaglio

Vengono verificate le seguenti disposizioni:

- snellezza della parete: $\lambda \leq 27$.
- spessore minimo della parete secondo l'allegato nazionale. Viene esaminato solo se nell'allegato nazionale viene indicato un valore specifico. Nei casi in cui lo spessore minimo dipende dal tipo di parete, il programma applica solo il minimo dei valori indicati.
- area minima di parete: 0,04 m^2.
- massima eccentricità relativa (non è chiaramente regolamentata nella *EN 1996-1-1*). Nel programma il limite può essere impostato liberamente (vedi *Parametri di progettazione*). L'impostazione predefinita è: $e_{rel,max}$ = 0,40 (si può impostare un solo valore, che viene preso in considerazione in tutte e tre le sezioni).
  Verifica
  - in sommità (i=1) o alla base (i=2):
    $$e_{rel,i} = \frac{e_i}{t_{eff}} \leq e_{rel,max}$$
  - al centro dell'altezza della parete:
    $$e_{rel,m} = \frac{e_{mk}}{t} \leq e_{rel,max}$$
  La relativa eccentricità viene controllata in entrambe le direzioni (y e z).

Verifica a taglio

La resistenza a taglio è calcolata nelle sezioni 1_v, m_v, 2_v per ogni piano considerando i seguenti principi.

Nella normativa *EN 1996-1-1*, la formula generale (*capitolo 6.2, 6.13)* per la verifica a taglio non fornisce chiare istruzioni per gestire l'eccentricità fuori piano della forza assiale. Per questo motivo, vengono eseguiti due diversi controlli a taglio (verifica '*lineare*' e verifica '*con interazione*'), tra i quali la resistenza a taglio inferiore è considerata critica. Nel calcolo di progetto, viene documentato solo il valore della verifica critica.

Verifica lineare

Nel caso del *verifica a taglio lineare*, la resistenza è calcolata con la formula descritta nel *6.2* della *EN-1996-1-1*, ma si trascura l'eccentricità fuori piano della forza assiale (che dovrebbe essere pari a zero)

$$\mathrm{V}_{Rd,i} = \mathrm{f}_{vd} \cdot t \cdot l_c$$

$V_{Rd,i}$ è la resistenza al taglio della sezione trasversale di riferimento superiore (1_v), centrale (m_v) o inferiore (2_v) (l'indice i indica la posizione della sezione *1, m, 2*),

l_c è la lunghezza della parte compressa della parete assumendo la distribuzione lineare delle sollecitazioni.

f_{vd} è il valore di progetto della resistenza a taglio della muratura basato sulla media delle sollecitazioni verticali sulla parte compressa della parete.

Verifica con interazione

In caso di *verifica a taglio con interazione*, le eccentricità sono considerate in entrambe le direzioni e la lunghezza della parte compressa della sezione viene calcolata ipotizzando una distribuzione costante delle sollecitazioni:

$$\mathrm{V}_{Rd,i} = \mathrm{f}_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c$$

$V_{Rd,i}$ è la resistenza al taglio della sezione trasversale di riferimento superiore (1_v), centrale (m_v) o inferiore (2_v) (l'indice i indica la posizione della sezione *1, m, 2*),

t_{nom} è la larghezza della parte compressa della parete considerando l'eccentricità fuori piano,

l_c è la lunghezza della zona compressa calcolata in funzione dell'eccentricità di piano.

Sulla base dei risultati del test di stabilità:

$$l_c = \Phi_{i,z} \cdot b$$

$$t_{nom} = \Phi_{i,y} \cdot t$$

f_{vd} il valore di progetto della resistenza a taglio della muratura basato sulla media delle sollecitazioni verticali sulla parte compressa della parete.

☞ ***Nel calcolo della resistenza con i metodi di cui sopra, se la sezione trasversale di riferimento 1_v o 2_v è considerata come seziones 'superiore' o 'inferiore' nella verifica (la distanza tra il livello superiore/inferiore e la posizione della sezione trasversale di riferimento rispetto alla larghezza della parete inferiore), nel calcolo si tiene conto dello spessore della parete ridotto t_{eff}.***

Note per il risultato del controllo di taglio

Di solito, c'è solo una leggera differenza tra i risultati dei metodi di cui sopra, ma dipende da molti parametri. Nel caso del verifica con interazione, l'area della zona compressa è più bassa, ma la resistenza al taglio di progetto può essere maggiore a causa delle maggiori sollecitazioni verticali medie. Tuttavia, la resistenza al taglio di progetto è limitata dalla massima resistenza al taglio secondo gli *Allegati Nazionali*. In genere, la verifica con interazione fornisce la resistenza critica (inferiore).

Messaggi d'errore

Nei risultati appaiono i seguenti messaggi di errore:

Messaggio d'errore visualizzato:	*Interpretazione dell'errore:*
Non passato!	La resistenza della parete/sezione non è adeguata.
La forza è fuori dalla sezione trasversale	Il punto di azione della forza verticale è fuori dalla sezione trasversale.
L'eccentricità relativa è troppo elevata.	Nella sezione trasversale l'eccentricità relativa supera il limite (vedere *Parametri di progetto*).
La sezione trasversale è in trazione.	La sezione trasversale è in trazione, la resistenza verticale non può essere calcolata.
La forza di compressione assiale è pari a zero.	Nella sezione trasversale la forza di compressione assiale è trascurabilmente, meno di 0,1 kN.
Il valore di snellezza è troppo elevato.	La snellezza della parete supera il limite previsto dalla normativa.
Lo spessore della parete è insufficiente.	Lo spessore della parete è minore del limite previsto dall'Allegato Nazionale.
La sezione del muro è insufficiente.	La sezione trasversale della parete (sezione della striscia virtuale) è inferiore al limite previsto dalla normativa.

6.9.1.9. **Verifica di progetto secondo le NTC**

Principi generali

Secondo i principi generali della normativa *NTC* un muro deve essere verificato in tre sezioni (superiore, centrale, inferiore) similmente all' *Eurocode 6*.

Nella normativa si considera che la parete abbia delle cerniere in alto e in basso. L'utente deve realizzare un modello con le giuste impostazioni che segua le linee guida della normativa.

Nomenclatura

Durante la verifica di progetto si distinguono 6 diverse sezioni trasversali di riferimento:

- le sezioni di riferimento indicate come *1*, *m*, *2*-es sono identiche alle sezioni di progettazione illustrate nel capitolo *6.1* in *Eurocode* (sezioni superiore, centrale e inferiore);
- le sezioni indicate come 1_v, m_v, 2_v sono le sezioni superiore, centrale e inferiore e vengono utilizzate per la verifica a taglio.

Verifica della stabilità

Nel caso di sezioni di riferimento indicate con *1*, *m* e *2,* nell'analisi vengono prese in considerazione solo le eccentricità fuori piano della forza assiale. Nelle sezioni 1_v, m_v, 2_v sono considerate entrambe le eccentricità (fuori piano e nel piano). I due casi sono esaminati insieme qui di seguito.

La resistenza della sezione della parete è adeguata se il criterio successivo

$$N_d \leq N_r$$

e le regole di dettaglio sono soddisfatte.

Il programma utilizza la seguente formula per determinare la resistenza verticale di una parete:

$$\mathrm{N}_r = f_{d,rid} \cdot t \cdot b$$

e

$$\mathrm{f}_{d,rid} = \Phi_y \cdot \Phi_z \cdot f_d$$

dove Φ_y e Φ_z sono i fattori di riduzione relativi alla direzione *y* e *z*. (Nel caso delle sezioni trasversali di riferimento *1*, *m* e *2*, il fattore di riduzione della capacità Φ_z=1 perché non si tiene conto dell'eccentricità nel piano).

Nelle sezioni superiore e inferiore, il fattore di riduzione è calcolato in base allo spessore effettivo della parete (vedi impostazioni delle giunzioni in muratura).

La resistenza a compressione di progetto è $\mathrm{f}_d = f_k/\gamma_M$

Verifica nella sezione superiore o inferiore del muro

Le eccentricità di progetto, i fattori di riduzione della capacità e la resistenza verticale delle sezioni sono calcolati come segue:

Eccentricità fuori piano

Nelle *NTC*, l'eccentricità di progetto è calcolata dalla seguente equazione:

$$e_{1,z} = |e_{s,z}| + e_{a,z}$$

dove $e_{s,z}$ è l'eccentricità dei carichi verticali nella direzione locale *z*.

Il programma non separa le eccentricità a seconda del tipo di carico (verticale/orizzontale) e ne indica la somma come $e_{0,z}$.

Nella verifica, il programma applica uno spessore di parete ridotto (t_{eff}), quando non lavora l'intera sezione (a causa delle impostazioni dei giunti in muratura). In questo caso, l'eccentricità viene calcolata sull'asse dello spessore effettivo della parete:

$$e_{0,1,z} = e_{0,z} - \Delta z$$

dove Δz è la differenza tra gli assi della parete e lo spessore effettivo della parete.

(Se lo spessore della parete *t* non viene ridotto a causa delle impostazioni dei giunti, allora $t_{eff} = t$ e $e_{0,i,z} = e_{0,z}$.)

In conclusione, l'eccentricità di progetto deriva dalla seguente espressione:

$$e_{1,z} = e_{0,1,z} + e_{a,z}$$

Dove $e_{a,z} = h/200$ (*h* è l'altezza del piano).

L'eccentricità iniziale $e_{a,z}$ viene misurata nella direzione sfavorevole rispetto all'asse dello spessore effettivo (t_{eff}).

Sulla base dei parametri iniziali, il fattore $\Phi_{i,z}$ è calcolato per interpolazione lineare utilizzando la tabella riportata nella normativa (vedi sotto).

Eccentricità relativa: $e_{rel,1,z} = e_{1,z}/t_{eff}$, dove t_{eff} è lo spessore effettivo della parete.

Il coefficiente di eccentricità *m* è calcolato come segue: $m = 6 \cdot e_{rel,1,z}$,

E la snellezza: $\lambda = h_0/t$, dove $h_0 = \varrho \cdot h$.

Eccentricità nel piano

L'eccentricità nel piano e il fattore di riduzione della capacità sono calcolati secondo i principi della normativa *EN 1996-1-1* (vedi I dettagli sopra).

Resistenza verticale

Considerando la larghezza totale della parete *b*, la resistenza verticale è la seguente:

$$N_r = \Phi_{1,y} \cdot \Phi_{1,z} \cdot f_d \cdot t_{eff} \cdot b$$

Verifica nella sezione centrale del muro

Le eccentricità di progetto, i fattori di riduzione della capacità e la resistenza verticale delle sezioni centrali sono calcolati come segue:

Eccentricità fuori piano

L'eccentricità di progetto è calcolata con la seguente espressione:

$$e_{2,z} = \frac{e_{1,z}}{2} + e_{v,z}$$

dove $e_{2,z}$ è l'eccentricità di progetto nella parte superiore in direzione locale *z*, $e_{v,z}$ eccentricità è calcolata a partire da carichi orizzontali.

Il programma non separa le eccentricità a seconda del tipo di carico (verticale/orizzontale) e ne indica la somma come $e_{0,z}$.

L'eccentricità di progetto deriva dalla seguente espressione:

$$e_{2,z} = e_{0,z} + \frac{e_{a,z}}{2} \geq e_{a,z}$$

Dove $e_{a,z} = h/200$

Nella formula di cui sopra, la metà della $e_{a,z}$ è assunta nel calcolo considerando il modello a cerniera raccomandato nella normativa.

Se l'utente utilizza le cerniere per i domini e applica anche il modello chiamato *Modello a cerniera* allora questa formula dà lo stesso risultato della normativa. L'utente deve applicare questo tipo di modellazione.

Sulla base dei parametri iniziali, il fattore di 2,z viene calcolato per interpolazione lineare utilizzando la tabella riportata nella normativa (vedi sotto).

Eccentricità relativa: $e_{rel,2,z} = \frac{e_{2,z}}{t}$, dove *t* è lo spessore totale della parete.

Il coefficiente di eccentricità *m* è calcolato come segue: $m = 6 \cdot e_{rel,2,z}$,

E la snellezza: $\lambda = \frac{h_0}{t}$, dove $h_0 = \varrho \cdot h$.

Eccentricità nel piano

L'eccentricità nel piano e il fattore di riduzione della capacità sono calcolati secondo i criteri della normativa *EN 1996-1-1* (vedi dettagli sopra).

Resistenza verticale

Considerando la larghezza totale della parete *b*, la resistenza verticale è la seguente:

$$N_r = \Phi_{2,y} \cdot \Phi_{2,z} \cdot f_d \cdot t_{eff} \cdot b$$

Tabella di interpolazione per la determinazione del fattore Φ_y

La seguente tabella (riportata nella norma, Tab. 4.5.III) utilizzata per determinare il fattore di Φ_y.

Snellezza - λ	*m = 6e/t*				
	0	*0,5*	*1,0*	*1,5*	*2,0*
0	1,00	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	-
20	0,53	0,36	0,23	-	-

Verifica a taglio

La resistenza al taglio è calcolata secondo i criteri della normativa *EN 1996-1-1* (vedi dettagli sopra). La resistenza al taglio di progetto è determinata secondo la normativa *NTC*.

Regole di progettazione e di dettaglio

Vengono verificate le seguenti disposizioni:

- snellezza della parete: $\lambda \leq 20$.
- spessore minimo della parete: t ≥ 150 mm.
- area minima di parete: 0,04 m^2 (applica la regola data dall' *Eurocodice 6*).
- massima eccentricità relativa (il valore di default è 0,33, ma può essere modificato). Verifica
  - in sommità o alla base:
    $$e_{rel,1} = \frac{e_1}{t_{eff}} \leq 0{,}33$$
  - al centro dell'altezza del muro:
    $$e_{rel,2} = \frac{e_2}{t} \leq 0{,}33$$

  L'eccentricità relativa viene verificata in entrambe le direzioni (*y* e *z*).

Error messages

Nei risultati appaiono i seguenti messaggi di errore:

Messaggio d'errore visualizzato:	*Interpretazione dell'errore:*
Non passato!	La resistenza della parete/sezione non è adeguata.
La forza è fuori dalla sezione trasversale.	Il punto di azione della forza verticale è fuori dalla sezione trasversale.
L'eccentricità relativa è troppo elevata.	Nella sezione trasversale l'eccentricità relativa supera il limite (vedere *Parametri di progetto*).
La sezione trasversale è in trazione.	La sezione trasversale è in trazione, la resistenza verticale non può essere calcolata.
La forza di compressione assiale è pari a zero.	Nella sezione trasversale la forza di compressione assiale è trascurabilmente, meno di 0,1 kN.
Il valore di snellezza è troppo alto.	La snellezza della parete supera il limite previsto dalla normativa.
Lo spessore della parete è insufficiente.	Lo spessore della parete è minore del limite previsto dall'Allegato Nazionale.
La sezione del muro è insufficiente.	La sezione trasversale della parete (sezione della striscia virtuale) è inferiore al limite previsto dalla normativa.
Φ non può essere calcolato!	Φ non può essere valutato sulla base dei parametri iniziali di interpolazione.

6.9.1.10. **Verifica di progetto secondo SIA**

Principi generali

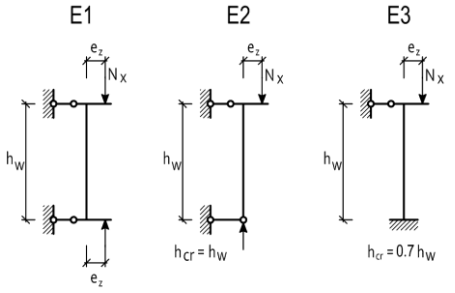
I principi del metodo di calcolo della normative *SIA 266* differiscono in modo significativo dalla procedura descritta nell'*Eurocode 6*. Secondo la normativa, il muro deve essere verificato sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio (ULS e SLS).

Il programma esegue la verifica ULS o SLS a seconda del tipo di combinazione. Se il tipo non è noto, vengono eseguite entrambe le verifiche, ma viene visualizzato solo il risultato dello stato critico.

La norma di progettazione contiene dei vincoli relativi al modello statico, per cui l'utente deve fare attenzione alla corretta scelta del modello statico. Per le ipotesi, vedere i dettagli riportati di seguito.

Calcolando il momento flettente aggiuntivo è disponibile solo il modello a cerniera, e può essere applicata solo la distribuzione costante delle sollecitazioni.

Il modello statico applicato (*E1*, *E2* e *E3*) deve essere selezionato in quanto il programma non può determinarlo dal modello.



Nomenclatura delle sezioni trasversali di progetto

Nella verifica si distinguono quattro diverse sezioni trasversali di progetto

- sezioni trasversali indicate con 1 (*superiore*) o 2 (*inferiore*),
- sezioni trasversali indicate con *1_v (superiore)* o *2v (inferiore) per la verifica ataglio*.

Verifiche ULS

Nella verifica ULS, il muro viene verificato in due sezioni della parete: in sommità e alla base. Vengono eseguite quattro diverse analisi:

- Sollecitazione limite alle sezioni trasversali *1* e *1_v*,
- controllo di stabilità considerando le forze interne della striscia virtuale nella posizione di riferimento delle sezioni *1* e *2_v*,
- Sollecitazione limite alle sezioni trasversali *2* e 2_v,
- verifica a taglio nella sezione trasversale superiore (*1_v*).

Le verifiche delle sezioni trasversali *1_v* e *2_v* vengono eseguite solo se viene richiesta la verifica a taglio.

Nelle sezioni di progetto *1* e *2* si tiene conto solo dell'eccentricità fuori piano della forza assiale, ma nelle sezioni *1_v* e *2_v* si considera anche l'eccentricità nel piano.

Sollecitazioni limite

In primo luogo,l'eccentricità relativa viene verificata secondo lo standard: (*e_z/t_w*) è limitata dalla formula (*6)* e Figura 4 (*e_z/t_w* ≤ 0,375). D'altra parte, il programma calcola la capacità portante considerando la zona compressa della parete e viene confrontata con la forza assiale di progetto.

La larghezza compressa della sezione considerando l'eccentricità fuori piano:

$$\mathrm{t}_{nom} = t - 2 \cdot e_{0,z}$$

Nella verifica, il programma applica uno spessore di parete ridotto (*t_{eff}*), se non tutta la sezione lavora (a causa delle impostazioni di giunzione della muratura).

$e_{0,z}$ è l'eccentricità è calcolata sull'asse dello spessore effettivo della parete:

$$N_{Rd,nom} = l_c \cdot t_{nom} \cdot f_{xd}$$

dove *l_c* è uguale a *l_w* quando si verificano le sezioni trasversali *1* e *2*. Nel caso delle sezioni trasversali *1_v* e *2_v* la lunghezza della parte compressa della parete è (*l=l_2*) ridotto a causa del momento flettente nel piano:

$$l_2 = l_w - \frac{2 \cdot M_{z,i,d}}{N_{xd}}$$

Verifica della stabilità

Nel caso della sezione *1*, l programma segue le regole della normativa (*SIA 266)* descritte nel capitolo *4.3.1.3* (11):

$$N_{xd} \leq k_N \cdot l_w \cdot t_w \cdot f_{xd}$$

Nel caso della sezione trasversale *2v*, si usa la formula (17, nel capitolo *4.3.3.1* considerando il momento flettente nel piano:

$$N_{xd} \leq k_N \cdot l_2 \cdot t_w \cdot f_{xd}$$

dove

- N_{xd} è la forza verticale di progetto in sommità del muro,
- l_w larghezza della parete (nel programma è uguale alla larghezza della striscia virtuale)
- t_w spessore della parete,
- f_{xd} è la resistenza alla compressione di progetto, $f_{xd} = f_{xk}/\gamma_M$
- l_2 lunghezza della parte compressa della parete assumendo una distribuzione costante delle sollecitazioni:

$$l_2 = l_w - \frac{2 \cdot M_{z2d}}{N_{xd}}$$

Il fattore k_N è calcolato per interpolazione lineare sulla base del modello statico impostato (*E1*, *E2* e *E3*) utilizzando le curve di progetto indicate nella normativa (*SIA 266, Figura 5*).

L'interpolazione è determinata dalla snellezza relativa della parete (h_w / t_w o h_{cr} / t_w) e dall'eccentricità relativa (e_z / t_w) calcolata nella parte superiore della parete.

In caso di eccentricità e_z, il software assume le seguenti caratteristiche:

- l'eccentricità è originata dall'eccentricità della reazione della soletta. La risultante della forza di reazione della soletta è sull' asse dello spessore effettivo della parete (spessore della parete ridotto considerando le impostazioni delle giunzioni in muratura).
- l'eccentricità della forza verticale della parete soprastante dovrebbe essere pari a zero nella sezione superiore esaminata ($e_z \approx 0$).

L'utente deve considerare se queste approssimazioni sono adeguate in base al modello costruito e alle impostazioni.

Nella normativa, l'eccentricità relativa (e_z/t_w) è limitata dalla formula (*6)* e Figura 4 ($e_z/t_w \leq 0{,}375$). Ma nel programma, questo valore è limitato a 0,35, a causa dei limiti della curva di progetto per l'interpolazione.

$$\frac{e_z}{t_w} \leq min\left\{\frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{N_{xd}}{l_w \cdot t_w \cdot f_{xd}}\right); 0{,}35\right\}$$

Se questa disposizione non è soddisfatta, la resistenza verticale della parete non può essere calcolata.

☞ ***La normativa non contiene un metodo di verifica per la sezione centrale simile all'Eurocodice 6, quindi la parete non viene verificata per le forze interne nella sezione centrale.***

Verifica a taglio

La capacità a taglio è determinata dal metodo stabilito nei parametri della striscia di muratura:

Secondo i diagrammi SIA 266:

Il programma segue le regole della sezione *4.3.3.1* (*SIA 266*) e usa la formula (18):

$$V_d \leq k_V \cdot l_1 \cdot t_{nom} \cdot f_{yd}$$

dove

V_d è la forza di taglio di progetto nella sezione trasversale di riferimento *1v*,

l_1 è la lunghezza della parte compressa considerando il momento flettente sul piano:

$$l_1 = l_w - \frac{2 \cdot M_{z1d}}{N_{xd}}$$

t_{nom} è la larghezza della zona compressa dovuta alla flessione fuori piano:

$$t_{nom} = t - 2 \cdot e_{0,y}$$

(Nella verifica, il programma applica uno spessore di parete ridotto - t_{eff}, se la sezione intera non lavora a causa delle impostazioni del giunto in muratura).

f_{yd} è la resistenza alla compressione di progetto nella direzione parallela ai giunti del basamento:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M}$$

Il fattore di k_V è calcolato tramite interpolazione lineare sulla base delle curve di progetto date dalla norma (*SIA 266, Figura 9*). h_w è la differenza di altezza delle sezioni trasversali 1_v e 2_v. Il software fa anche l'interpolazione tra le 3 curve date in funzione del rapporto di f_{xd}/f_{yd} nell'intervallo 0.30...0.75.

Basato sul calcolo numerico:

Considerando i principi di base e le condizioni al contorno della sezione *4.3.2.1 (SIA 266)*, il programma risolve il sistema di equazioni soddisfacenti per trovare con metodo iterativo il possibile campo di sollecitazione, che risulta nella massima capacità di taglio.

Messaggi d'errore

Nei risultati appaiono i seguenti messaggi di errore:

Messaggio di errore visualizzato:	*Interpretazione dell'errore:*
Non passato!	La resistenza della parete/sezione non è adeguata.
La forza è fuori dalla sezione trasversale.	Il punto di azione della forza verticale è fuori dalla sezione trasversale.
L'eccentricità relativa è troppo elevata.	Nella sezione trasversale l'eccentricità relativa supera il limite (vedere Parametri di progetto).
La sezione trasversale è in trazione.	La sezione trasversale risulta in trazione, la resistenza verticale non può essere calcolata.
La forza di compressione assiale è pari a zero.	Nella sezione trasversale la forza di compressione assiale è trascurabilmente piccola, inferiore a 0,1 kN.
Il valore di snellezza è troppo alto.	La snellezza della parete supera i limiti delle curve di progetto per l'interpolazione ($h_w/t_w \leq 50$ o $h_{cr}/t_w \leq 50$), il fattore k_N non può essere calcolato.

Verifiche SLE

Il programma segue le disposizioni della norma (*SIA 266)* descritte nel capitolo *4.4.1.5* (21):

La larghezza massima della fessura può essere calcolata con la formula seguente:

$$r = k_r \cdot \frac{N_x \cdot h_0}{E_{xk} \cdot l_w \cdot t_w}$$

dove

N_x	è la forza verticale sulla sommità del muro,
h_0	è l'altezza totale dell'unità di muratura e della malta,
E_{xk}	moduli di elasticità,
l_w	larghezza della parete (nel programma è uguale alla larghezza della striscia virtuale),
t_w	spessore della parete,

Il fattore k_r è calcolato per interpolazione lineare sulla base del modello statico impostato (*E1*, *E2* ed *E3*) utilizzando le curve di progetto indicate nella normativa (*SIA 266, Figura 12*).

L'interpolazione è determinata dalla snellezza relativa della parete (h_w/h_E o h_{cr}/h_E) e dall'eccentricità relativa (e_y/t_w) calcolata nella parte superiore della parete.

Il parametro h_E è calcolato come segue:

$$h_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E_{xk} \cdot l_w \cdot t_w^3}{12 \cdot N_x}}$$

La parete risulta adeguata per le verifiche SLE, se $r \leq r_{max}$, dove r_{max} è la larghezza massima della fessura secondo *4.2.2.2*. Il valore predefinito della larghezza massima della fessura è 0,2 mm, ma può essere impostato tra i parametri di progetto.

In caso di verifica a taglio

Se è richiesta la verifica di taglio, allora la verifica SLE viene estesa con le seguenti verifiche secondo il *4.4.2.1* in *SIA 266*.

Lo spostamento relativo – il valore di '*v*' secondo la formula (22) – tra la sezione superiore (1_v) e quella inferiore (2_v) è calcolato in base alla deformazione relativa della striscia virtuale.

La deformazione massima $\varepsilon_{x,max}$ è determinata dalla formula (23):

$$\varepsilon_{x.max} = \frac{6 \cdot (M_{z1} + V \cdot h_w)}{E_{xk} \cdot l_w^2 \cdot t_w} - \frac{N_x}{E_{xk} \cdot l_w \cdot t_w}$$

Lo spostamento relativo e la deformazione massima sono sempre determinati dalle sezioni superiore (2_v) e inferiore (2_v) definite per la verifica a taglio.

I risultati di cui sopra vengono confrontati con i limiti stabiliti tra i parametri di progettazione di un piano.

Messaggi d'errore

Nei risultati appaiono i seguenti messaggi di errore:

Messaggio di errore visualizzato:	*Interpretazione dell'errore:*
Non superato!	*La resistenza della parete/sezione non è adeguata.*
L'eccentricità relativa è troppo elevata.	*Nella sezione trasversale l'eccentricità relativa supera il limite di 0,35.*
La sezione trasversale è in trazione.	*La sezione trasversale è in trazione, la resistenza verticale non può essere calcolata.*
La forza di compressione assiale è pari a zero.	Nella sezione trasversale la forza di compressione assiale è trascurabilmente , inferiore a 0,1 kN.
kr non può essere calcolato!	Il fattore kr non può essere valutato sulla base dei parametri iniziali di interpolazione (h_w/h_E o h_{cr}/h_E e e_z/t_w)

Regole di progetto e di dettaglio

Vengono verificate le seguenti disposizioni:

- a snellezza della parete: $\lambda \leq 50$ (limite delle curve di progetto del fattore k_N, $\lambda=h_w/t_w$ o $\lambda=h_{cr}/t_w$).
- massima eccentricità relativa (limitata nelle curve di progetto per l'interpolazione): $e_{rel,max} = 0{,}35$.
  l'eccentricità relativa viene verificata solo nella sezione trasversale superiore:
  $$e_{rel,i} = \frac{e_z}{t} \leq e_{rel,max}$$
  dove *t* è la sezione trasversale effettiva.

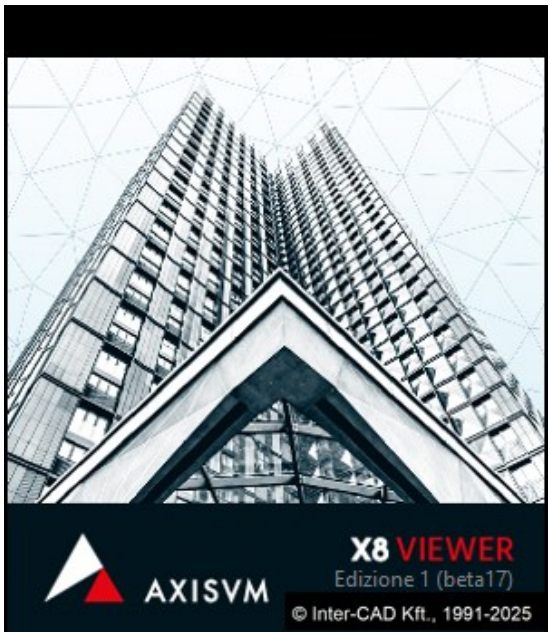
7. AXISVM Viewer

AXISVM Viewer è una versione scaricabile, gratuitamente che si utilizza per visualizzare i modelli costruiti con il programma AXISVM, senza apportare modifiche.

Può essere scaricato da my.axisvm.eu dopo la registrazione. ***Vedi...*** *MYAXISVM - Richiesta di versione Trial, Student,Viewer e Light di AXISVM*

Non è disponibile la stampa del disegno e della relazione.

Questo programma permette una dettagliata presentazione del modello, anche se il programma AXISVM non è stato installato.



Se si desidera che altri utenti possano visualizzare un proprio lavoro come base per i loro modelli, è possibile salvalo in formato AXISVM Viewer (*. AXV) (vedere File / Esporta). La versione di AXISVM 12 non può leggere i file AXViewer.Mentre il programma AXISVM Viewer può leggere i file di AXISVM 12.

Questo formato garantisce la protezione del lavoro.

AXISVM Viewer Expert

I proprietari della versione AXISVM possono acquistare la versione Viewer Expert, che permette di stampare i diagrammi, le tabelle e la relazione oppure di settare in modo temporaneo le dimensioni delle linee e le caselle di testo. Nessuna modifica può essere salvata.

8. Programmazione di AXISVM – modulo COM

AXISVM COM server

AXISVM come molte altre applicazioni di Windows supporta la tecnologia Microsoft COM rendendo le sue operazioni a disposizione per i programmi esterni.

I programmi di attuazione di un server COM, registrano le loro classi COM nel Registro di sistema di Windows che fornisce informazioni di interfaccia.

Qualsiasi programma esterno può ottenere queste descrizioni, leggere le proprietà dell'oggetto o chiamare le funzioni fornite tramite l'interfaccia. Un programma può lanciare AXISVM, costruire modelli, eseguire calcoli e ottenere i risultati attraverso il server AXISVM COM.

Questo è il modo migliore per:

• costruire e analizzare modelli parametrici

• Trovare le soluzioni con metodi iterativi o

• costruire moduli di estensioni specifici di progettazione.

I moduli DLL inseriti nella cartella plugins dI AXISVM sono automaticamente inclusi nel menu Plugins, imitando la struttura sottocartella della cartella Plugins. La specificazione del server AXISVM COM e la programmazione sono scaricabili dal sito web di AXISVM, *www.axisvm.eu*.

La programmazione di AXISVM tramite Python è supportata dal pacchetto PyAXISVM che richiede almeno la versione 3.6 di Python (*https://github.com/AXISVM/pyaxisvm*).

9. MYAXISVM - Richiesta di versione Trial, Student,Viewer e Light di AXISVM

Versione trial

Per esplorare le funzionalità del software, è possibile scaricare una versione di prova di AXISVM, che include tutti i moduli di progettazione e non limita il numero di elementi utilizzabili. La versione di prova può essere utilizzata per 30 giorni dal primo avvio.

Versione student

Gli studenti universitari o di college possono scaricare un pacchetto software completo e senza limitazioni per svolgere compiti complessi, studiare argomenti di ricerca e scrivere una tesi (BSc, MSc). La versione scaricata può essere utilizzata per 6 mesi dalla data di registrazione e può essere utilizzata per l'intero periodo di studio (su un massimo di due computer) estendendo la licenza, a condizione che lo studente abbia uno status di studente valido.

Viewer version

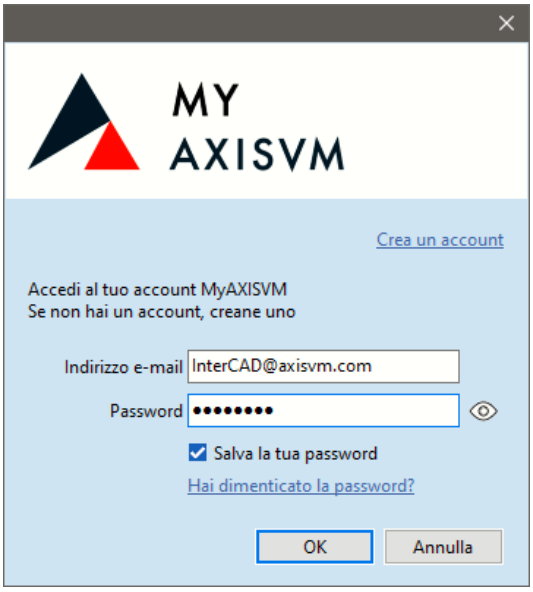
Starting with X8, the Viewer can also be downloaded via the MyAXISVM interface. More about *AXISVM Viewer*

Versione light

Questa versione gratuita può essere utilizzata senza registrazione o limiti di tempo. Non richiede un file di licenza o una chiave hardware, ma il numero di elementi finiti utilizzabili è limitato a 40 travi o reticolari, 150 elementi di superficie, 50 casi di carico e 10 forme modali.

MyAXISVM

Per scaricare e richiedere una versione trial, student o Viewer è necessario registrare un account MyAXISVM all'indirizzo *my.axisvm.eu*. Riceverete un'e-mail di approvazione. Una volta scaricato e installato, il programma può essere utilizzato inserendo l'indirizzo e-mail e la password forniti al momento della registrazione dell'account. Se l'opzione *Salva password* è attivata, il programma consente di accedere automaticamente all'account appropriato agli avvii successivi.



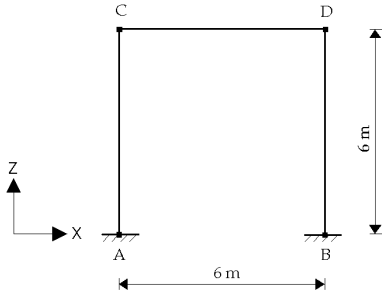
10. Esempi

10.1. Analisi Statica Lineare di un Telaio Piano di Acciaio

Inserimento dati

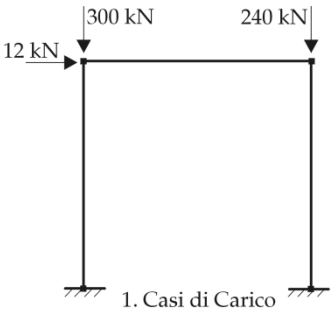
AK-ST-I.axs

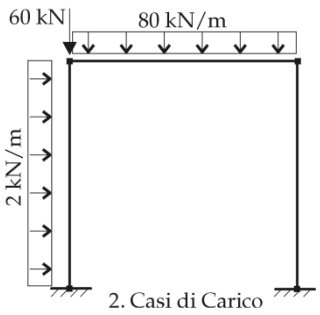
Geometria:



Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

Carichi:





Risultati

AK-ST-I.axe

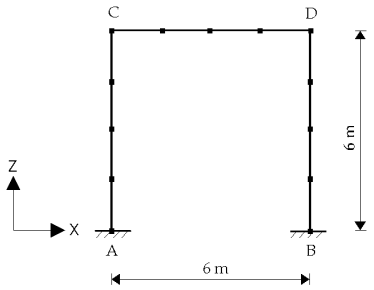
Componente		Analitici	AXISVM
1 Lc.	$e_x^{(C)}$ [mm]	17.51	17.51
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-20.52	-20.52
2 Lc.	$e_x^{(C)}$ [mm]	7.91	7.91
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	63.09	63.09

10.2. Analisi Statica Non-Lineare per Geometria di un Telaio Piano in Acciaio

Inserimento dati

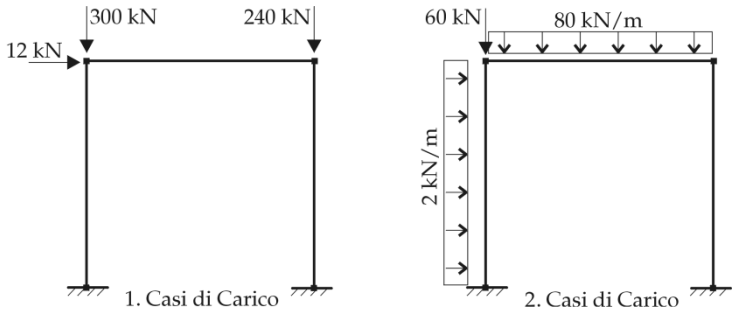
AK-ST-II.axs

Geometria:



Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

Carichi:



Risultati

AK-ST-II.axe

Componente		Con Funzioni di Stabilità	AXISVM
1 Lc.	$e_X^{(C)}$ [mm]	20.72	20.58
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-23.47	-23.41
2 Lc.	$e_X^{(C)}$ [mm]	9.26	9.22
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	66.13	66.25

Verifica

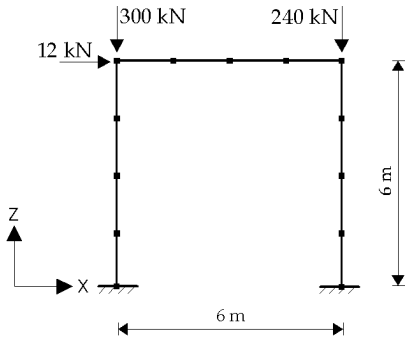
L'equilibrio deve essere verificato considerando le frecce.

10.3. Analisi di Instabilità di un Telaio Piano in Acciaio

Inserimento dati

AK-KI.axs

Geometria e carichi:

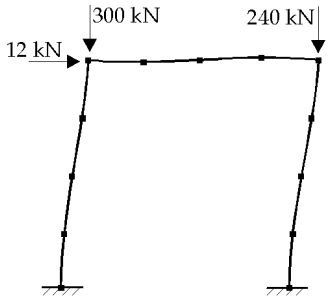


Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

Risultati

AK-KI.axe

Modo di Instabilità:

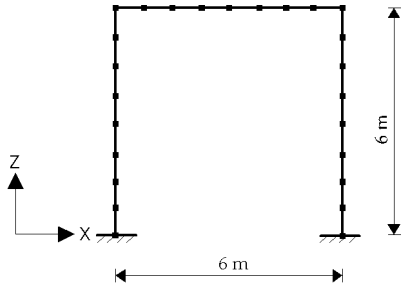


Moltiplicatore di Carico critico	Cosmos/M™	AXISVM
n_{cr}	6.632	6.633

10.4. Analisi Dinamica (del I Ordine) di un Telaio Piano in Acciaio

Inserimento dati AK-RZ-I.axs

Geometria:



Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

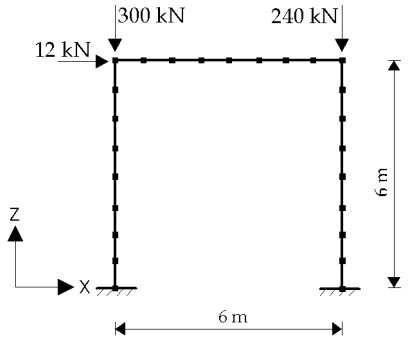
Risultati AK-RZ-I.axe

Modo	Frequenza [Hz]	
	Cosmos/M™	AXISVM
1	6.957	6.957
2	27.353	27.353
3	44.692	44.692
4	48.094	48.094
5	95.714	95.714
6	118.544	118.544

10.5. Analisi Dinamica (del II Ordine) di un Telaio Piano in Acciaio

Inserimento dati AK-RZ-II.axs

Geometria e carichi:



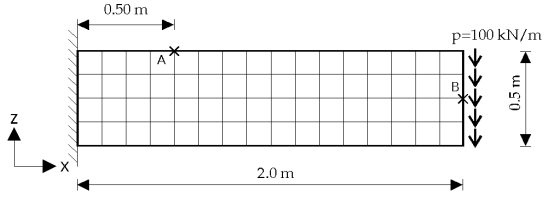
Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

Risultati AK-RZ-II.axe

Modo	Frequenza [Hz]	
	Cosmos/M™	AXISVM
1	0.514	0.514
2	11.427	11.426
3	12.768	12.766
4	17.146	17.145
5	27.112	27.109
6	39.461	39.456

10.6. Analisi Statica Lineare di una Trave in Calcestruzzo Armato

Inserimento dati VT1-ST-I.axs



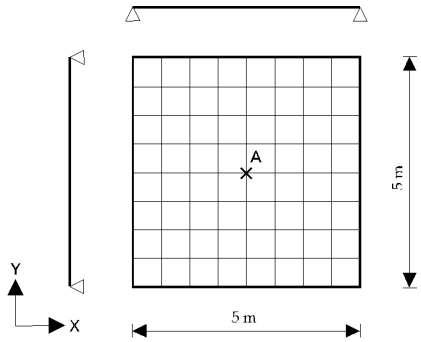
E=880 kN/cm^2
ν=0
t=0.10 m
p=100 kN/m
Maglia: 4x16

Risultati VT1-ST-I.axe

Componente	Teoria della Trave (incluse deformazioni di taglio)	AXISVM
$e_z^{(B)}$ [mm]	15.09	15.09
$n_x^{(A)}$ [kN/m]	1800.00	1799.86

10.7. Analisi Statica Lineare di una Piastra in Calcestruzzo Armata semplicemente Appoggiata

Inserimento dati VL1-ST-l.axs

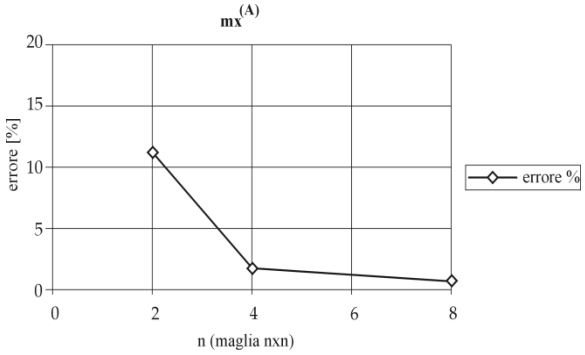


E=880 kN/cm^2
ν=0
t=0.15 m
p=50 kN/m^2
Maglia: 8x8

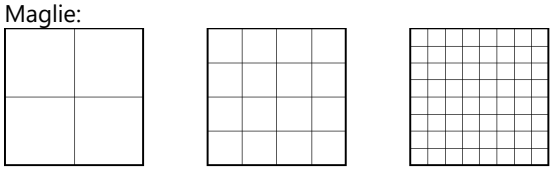
Risultati

Componente	Analitici (escluse deformazioni di taglio)	AXISVM (incluse deformazioni di taglio)
$e_z^{(A)}$ [mm]	51.46	51.46
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	46.11	46.31

Analisi di convergenza



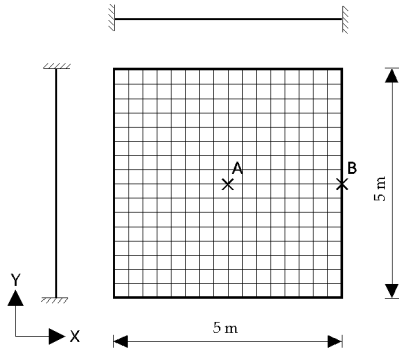
Maglie:



10.8. Analisi Statica Lineare di una Piastra Incastrata in Calcestruzzo Armato.

Inserimento dati

VL2-ST-I.axs

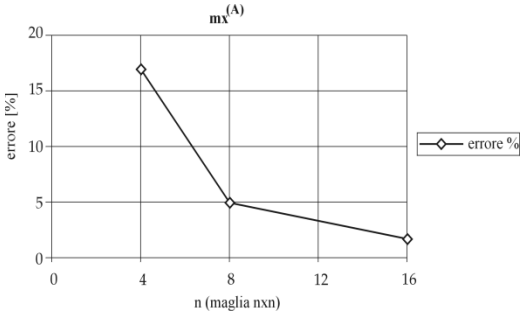


E=880 kN/cm2
ν=0
t=0.15 m
p=50 kN/m2
Maglia: 16x16

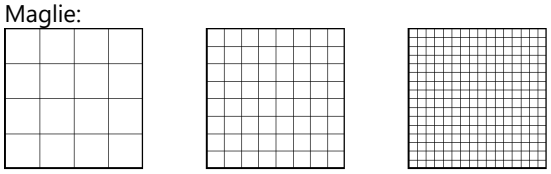
Risultati

VL2-ST-I.axe

Componente	**Analitici** **(escluse deformazioni di taglio)**	**AXISVM** **(incluse deformazioni di taglio)**
$e_z^{(A)}$ [mm]	16.00	16.18
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	22.01	22.15
$m_x^{(B)}$ [kNm/m]	64.43	63.25
$q_x^{(B)}$ [kN/m]	111.61	109.35



Maglie:



n=4 n=8 n=16

11. Bibliografia

1. **Bathe, K. J., Wilson, E. L.,** *Numerical Methods in Finite Element Analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 1976
2. **Bojtár I., Vörös G.**, *A végeselem-módszer alkalmazása lemez- és héjszerkezetekre*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
3. **Chen, W. F., Lui, E. M.**, *Structural Stability*, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, 1987
4. **Hughes, T. J. R.**, *The Finite Element Method*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987
5. **Owen D. R. J., Hinton E.**, *Finite Elements in Plasticity*, Pineridge Press Limited, Swansea, 1980
6. **Popper Gy., Csizmás F.**, *Numerikus módszerek mérnököknek*, Akadémiai Kiadó · Typot$_e$x, Budapest, 1993
7. **Przemieniecki, J. S.**, *Theory of Matrix Structural Analysis*, McGraw Hill Book Co., New York, 1968
8. **Weaver Jr., W., Johnston, P. R.**, *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984
9. **Dr. Szalai Kálmán**, *Vasbetonszerkezetek, vasbeton-szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990. 1998
10. **Dr. Kollár László:** *Vasbeton-szilárdságtan*, Műegyetemi Kiadó, 1995
11. **Dr. Kollár László:** *Vasbetonszerkezetek I., Vasbeton-szilárdságtan az Eurocode 2 szerint*, Műegyetemi Kiadó, 1997
12. **Dr. Bölcskei E., Dr. Dulácska E.:** *Statikusok könyve*, Műszaki Könyvkiadó, 1974
13. **Dr. Dulácska Endre:** *Kisokos, Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez*, BME Építészmérnöki Kar, 1993
14. **Porteous, J., Kermani, A.,** *Structural Timber Design to Eurocode 5,* Blackwell Publishing, 2007
15. **Dulácska Endre, Joó Attila, Kollár László:** *Tartószerkezetek tervezése földrengési hatásokra,* Akadémiai Kiadó, 2008
16. **Pilkey, W. D.,** *Analysis and Design of Elastic Beams - Computational methods,* John Wiley & sons, Inc., 2002
17. **Navrátil, J.,** *Prestressed Concrete Structures,* Akademické Nakladatelství Cerm®, 2006
18. **Szepesházi Róbert:** *Geotechnikai tervezés (Tervezés Eurocode 7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján),* Business Media Magyarország Kft., 2008
19. **Györgyi József:** *Dinamika*, Műegyetemi Kiadó, 2003
20. **Bojtár Imre, Gáspár Zsolt:** *Végeselemmódszer építőmérnököknek***,** Terc Kft., 2003
21. **Kollár Lajos:** *A mérnöki stabilitáselmélet különleges problémái,* Akadémiai Kiadó, 2006
22. **Cholnoky Tibor: Rugalmasságtan II. rész, Tankönyvkiadó, 1969**
23. **A. H. Varma.** *Structural Stability and Design***,** Purdue University

    https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fengineering.purdue.edu%2F~ahvarma%2FCE%2520579%2FSpring%25202005%2FCE%2520579_Lecture6_Jan31.ppt&wdOrigin=BROWSELINK
24. **G. Vörös.** *Free vibration of thin walled beams***,** Periodica Polytechnica, Mechanical Engineering, 2004

    https://www.researchgate.net/publication/228573555_Free_vibration_of_thin_walled_beams
25. **Wilson, E. L.,** *Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures – A Physical Approach With Emphasis on Earthquake Engineering*, Computers and Structures Inc., Berkeley, 2002
26. **E. J. Sapountzakis.** *Bars under Torsional Loading: A Generalized Beam Theory Approach,* International Scholarly Research Notices, 2013

    https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/916581/
27. **Paz,M., Leigh, W.,** *Structural Dynamics - Theory and Computation*, Fifth Edition, Springer, 2004
28. **Chopra, A. K.,** *Dynamics of Structures - Theory and Applications to Earthquake Engineering*, Third Edition, Pearson Prentice Hill, 2007
29. **Biggs, J. M.,** *Introduction to Structural Dynamics*, McGraw-Hill, 1964
30. **Weaver, W.,** *Jr., P. R. Johnston, Structural Dynamics by Finite Elements*, Prentice-Hall, 1987
31. **Bathe, K. J.,** *Finite Element Procedures,* Prentice-Hall, 1996

32. **Borst, R., Crisfield, M. A., Remmers, J. J. C., Verhoosel, C. V.,** *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures***,** Second Edition, John Wiley & Sons Ltd., 2012

33. **Willford, M.R., Young,** *P. A Design Guide for Footfall Induced Vibration of Structures,* Concrete Society, 2006

34. **Smith, A. L., Hicks, S. J., Devine, P. J.** *Design of Floors for Vibration: A New Approach,* The Steel Construction Institute, Ascot, 2009

35. **https://en.wikipedia.org/wiki/Von_Mises_yield_criterion**

36. **https://en.wikipedia.org/wiki/Bresler_Pister_yield_criterion**

37. **https://en.wikipedia.org/wiki/Whittaker%E2%80%93Shannon_interpolation_formula**

38. **https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist%E2%80%93Shannon_sampling_theorem**

39. **C. Basaglia, D. Camotim, N Silvestre.** *Torsion warping transmission at thin-walled frame joints: Kinematics, modelling and structural response***,** Journal of Constructional Steel Research (69), 2012

40. **P. C. J. Hoogenboom, A. Borgart.** *Method for including restrained warping in traditional frame analyses,* ResearchGate, 2005

    https://www.researchgate.net/publication/27347413_Method_for_including_restrained_warping_in_traditional_frame_analyses

41. **A. F. Hughes, D. C. Iles, A. S. Malik.** *Design of Steel Beams in Torsion in Accordance with Eurocodes and the UK National Annexes,* The Steel Construction Institute, 2011

    https://www.steelconstruction.info/images/6/6f/Sci_p385.pdf

42. **Csellár Ödön, Dr. Halász Ottó, Réti Vilmos:** *Vékonyfalú acélszerkezetek,* Műszaki Könyvkiadó, 1965

43. **Vörös Gábor:** *Merevített lemez és héj elemek méretezése, mechanikai vizsgálata;* MTA doktori értekezés, 2008

    http://real-d.mtak.hu/320/1/V%C3%B6r%C3%B6s_G%C3%A1bor.pdf

44. **E. Riks:** *An incremental approach to the solution of snapping and buckling problems,* International Journal of Solids and Structures, 15(7), pp. 524–551, 1979.

    https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0020768379900817

45. **H.R. Ronagh, M.A. Bradford, M.M. Attard.** *Nonlinear analysis of thin-walled members of variable cross-section.* Part I: Theory, Computers and Structures, 77, pp. 285-299, 2000

    https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045794999002230