

Manuale utente

AxisVM[®]

Analisi Elementi Finiti e Progettazione

Versione 10

Inter-CAD Kft.

Copyright	Copyright © 1991-2010 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 dimostrativi, 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 di 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 PAESE RISPETTIVO.
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 CONSEGUENZIALI CONNESSI CON 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 10	9
2.	COME USARE AXISVM	11
2.1.	HARDWARE RICHiesto	12
2.2.	INSTALLAZIONE	13
2.3.	PER INIZIARE.....	16
2.4.	INTERFACCIA UTENTE DI AXISVM	17
2.5.	USO DI CURSORE, TASTIERA, MOUSE	19
2.6.	TASTI UTILI.....	21
2.7.	MENU RAPIDO	22
2.8.	FINESTRE DI DIALOGO.....	22
2.9.	ESPLORA TABELLA	23
2.10.	GENERATORE DI RELAZIONE	29
2.10.1.	Relazione.....	30
2.10.2.	Modifica	31
2.10.3.	Immagini	33
2.10.4.	Galleria.....	34
2.10.5.	La barra degli strumenti della relazione	34
2.10.6.	Barra degli strumenti di galleria e Libreria Immagini	35
2.10.7.	Text Editor	35
2.11.	GESTIONE DEI LIVELLI	36
2.12.	GESTIONE PIANI	36
2.13.	LIBRERIA IMMAGINI.....	36
2.14.	SALVA NELLA LIBRERIA IMMAGINI.....	36
2.15.	MENU A ICONE.....	37
2.15.1.	Selezione	38
2.15.2.	Zoom	40
2.15.3.	Viste	41
2.15.4.	Piani di lavoro	43
2.15.5.	Cambiamento geometrico degli oggetti	44
2.15.5.1.	Sposta/Copia.....	44
2.15.5.2.	Ruota/Copia.....	46
2.15.5.3.	Specchio/Copia.....	47
2.15.5.4.	Scala/Copia.....	48
2.15.6.	Modo visualizzazione	48
2.15.7.	Linee di Riferimento.....	51
2.15.8.	Strumenti Geometrici	52
2.15.9.	Linee, simboli ed etichette di dimensione	53
2.15.9.1.	Linee di dimensione ortogonali	53
2.15.9.2.	Linee di dimensione allineate.....	55
2.15.9.3.	Dimensione angolare.....	56
2.15.9.4.	Lunghezza degli archi.....	57
2.15.9.5.	Raggio dell'arco	57
2.15.9.6.	Segni di livello e di elevazione.....	57
2.15.9.7.	Casella di testo	58
2.15.9.8.	Casella di testo per informazioni su oggetti e risultati.....	59
2.15.9.9.	Etichette Isolinee	61
2.15.10.	Rinominare / rinumerare	62
2.15.11.	Parti	63
2.15.12.	Linee di Sezione	65
2.15.13.	Trova	68
2.15.14.	Opzioni di visualizzazione.....	68
2.15.15.	Opzioni.....	72
2.15.15.1.	Griglia e cursore.....	73
2.15.15.2.	Modifica.....	74
2.15.15.3.	Disegno	75
2.15.16.	Informazioni sul modello	76
2.16.	TASTI RAPIDI	77

2.17.	FINESTRE DI INFORMAZIONE	78
2.17.1.	Finestra Info.....	78
2.17.2.	Finestra delle Coordinate	78
2.17.3.	Finestra Legenda Colori	78
2.17.4.	Finestra per la gestione della prospettiva.....	79

3.	IL MENÙ PRINCIPALE	81
3.1.	FILE.....	81
3.1.1.	Nuovo.....	81
3.1.2.	Apri	82
3.1.3.	Salva	82
3.1.4.	Salva come	83
3.1.5.	Esporta.....	83
3.1.6.	Import	84
3.1.7.	Collegamento TEKLA - AXISVM.....	86
3.1.8.	Intestazione pagina.....	89
3.1.9.	Configurazione di stampa	89
3.1.10.	Stampa.....	90
3.1.11.	Stampa da file.....	92
3.1.12.	Libreria Modelli	93
3.1.13.	Libreria Materiali	94
3.1.14.	Libreria Sezioni.....	96
3.1.14.1.	Nuova Sezione.....	101
3.1.15.	Esci.....	107
3.2.	MODIFICA	108
3.2.1.	Annulla.....	108
3.2.2.	Ripeti.....	108
3.2.3.	Seleziona tutto.....	108
3.2.4.	Copia	108
3.2.5.	Incolla	109
3.2.6.	Opzioni Copia / Incolla.....	109
3.2.7.	Elimina.....	110
3.2.8.	Browser di tabella.....	111
3.2.9.	Generatore di relazioni.....	111
3.2.10.	Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione	111
3.2.11.	Informazioni sul Peso.....	112
3.2.12.	Cerca elementi strutturali	112
3.2.13.	Separa elementi strutturali.....	112
3.3.	IMPOSTAZIONI.....	113
3.3.1.	Visualizzazione	113
3.3.2.	Opzioni.....	113
3.3.3.	Gestore dei livelli.....	114
3.3.4.	Piani.....	115
3.3.5.	Linee di riferimento (linee guida)	116
3.3.6.	Codici di calcolo.....	117
3.3.7.	Unità e formati.....	117
3.3.8.	Gravità.....	117
3.3.9.	Preferenze	118
3.3.10.	Toolbars alla posizione di default.....	124
3.4.	VISUALIZZA	125
3.5.	FINESTRA	127
3.5.1.	Modifica Proprietà	127
3.5.2.	Finestre d'Informazione	128
3.5.3.	Immagine di sfondo.....	128
3.5.4.	Dividi orizzontalmente	128
3.5.5.	Dividi verticalmente.....	129
3.5.6.	Chiudi finestra	129
3.5.7.	Libreria immagini	129
3.5.8.	Salva nella Libreria Immagini	131

3.6.	AIUTO	132
3.6.1.	Argomenti	132
3.6.2.	Aggiornamenti per AxisVM	132
3.6.3.	Aggiornamento AxisVM.....	132
3.6.4.	Informazioni su.....	132
3.6.5.	Informazioni di release.....	132
3.7.	BARRA ICONE	133
3.7.1.	Nuovo	133
3.7.2.	Apri.....	133
3.7.3.	Salva	133
3.7.4.	Stampa	133
3.7.5.	Annulla	133
3.7.6.	Ripeti	133
3.7.7.	Gestore dei Livelli	133
3.7.8.	Piani	133
3.7.9.	Esplora Tabella	134
3.7.10.	Gestore della Relazione	134
3.7.11.	Libreria Immagini.....	134
3.7.12.	Salva nella Libreria Immagini	134
4.	IL PREPROCESSORE	135
4.1.	GEOMETRIA	135
4.2.	IL COMANDO GEOMETRIA	136
4.2.1.	Modalità Finestre Multiple.....	136
4.3.	SISTEMI DI COORDINATE	137
4.3.1.	Sistemi di coordinate	137
4.3.2.	Coordinate Polari.....	138
4.4.	FINESTRA COORDINATE	139
4.5.	GRIGLIA	139
4.6.	PASSO DEL CURSORE.....	139
4.7.	STRUMENTI DI EDITAZIONE	140
4.7.1.	Identificazione del cursore	140
4.7.2.	Immissione numerica delle coordinate.....	141
4.7.3.	Misura di Distanze	141
4.7.4.	Movimenti vincolati del Cursore	141
4.7.5.	Congelamento Coordinate.....	143
4.7.6.	Intersezione automatica.....	143
4.8.	BARRA STRUMENTI GEOMETRIA.....	144
4.8.1.	Nodo (Punto)	144
4.8.2.	Linea.....	144
4.8.3.	Arco	146
4.8.4.	Divisione orizzontale	146
4.8.5.	Divisione verticale.....	147
4.8.6.	Divisione in Quadrilateri/Triangoli	147
4.8.7.	Divisione linea.....	149
4.8.8.	Intersezione	149
4.8.9.	Elimina nodo	149
4.8.10.	Normale Trasversale.....	149
4.8.11.	Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da traslare rigidamente.....	150
4.8.12.	Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da eliminare	150
4.8.13.	Intersezione Domini	150
4.8.14.	Controllo geometria e contorni del dominio.....	150
4.8.15.	Superficie	151
4.8.16.	Modifica, trasformazione	151
4.8.17.	Elimina.....	153

4.9.	ELEMENTI FINITI	154
4.9.1.	Materiale	154
4.9.2.	Sezione trasversale	155
4.9.3.	Disegno diretto degli oggetti	156
4.9.4.	Dominio	157
4.9.5.	Fori	158
4.9.6.	Operazioni sui Domini	159
4.9.7.	Elementi Lineari	160
4.9.8.	Elementi bidimensionali	167
4.9.9.	Appoggio elastico nodale	170
4.9.10.	Appoggi elastici lineari	173
4.9.11.	Appoggi elastici superficiali	175
4.9.12.	Cerniera di bordo	176
4.9.13.	Elemento Rigido	176
4.9.14.	Diaframma	177
4.9.15.	Vincolo Elastico	178
4.9.16.	Vincolo Monolatero	179
4.9.17.	Link (collegamento)	180
4.9.18.	DOF (Gradi di Libertà) Nodali	183
4.9.19.	Riferimenti	186
4.9.20.	Creazione del modello strutturale da un modello architettonico	189
4.9.21.	Modifica	192
4.9.22.	Elimina	192
4.10.	CARICHI	193
4.10.1.	Casi di Carico, Gruppi di Carico	193
4.10.2.	Combinazione di Carico	197
4.10.3.	Carichi nodali	199
4.10.4.	Carico Concentrato su Trave	200
4.10.5.	Carico concentrato su un Dominio	200
4.10.6.	Carico distribuito lineare su trave / nervatura	201
4.10.7.	Carico di bordo	202
4.10.8.	Carico Lineare su Dominio	203
4.10.9.	Carico superficiale	205
4.10.10.	Carichi di superficie su dominio	206
4.10.11.	Carichi superficiali distribuiti su elementi lineari	209
4.10.12.	Carico idraulico	210
4.10.13.	Peso proprio	210
4.10.14.	Difetto di Lunghezza	210
4.10.15.	Pretrazione/Precompressione	211
4.10.16.	Carico Termico su elementi lineari	211
4.10.17.	Carico termico su elementi bidimensionali	212
4.10.18.	Spostamenti imposti agli appoggi elastici	212
4.10.19.	Linea d'influenza	213
4.10.20.	Carichi Sismici	214
4.10.20.1.	Calcolo sismico in accordo con l'EUROCODICE 8	216
4.10.20.2.	Calcolo sismico in accordo con la normative Svizzera	221
4.10.20.3.	Calcolo sismico in accordo con la Normative italiana	225
4.10.21.	Carichi Pushover	229
4.10.22.	Precompressione	232
4.10.23.	Carichi mobili	238
4.10.23.1.	Carichi mobili su elementi lineari	238
4.10.23.2.	Carichi mobili sui domini	239
4.10.24.	Carichi dinamici	240
4.10.25.	Massa Nodale	244
4.10.26.	Modifica	245
4.10.27.	Elimina	245
4.11.	MESH	246
4.11.1.	Generazione della Mesh	246
4.11.1.1.	Mesh di elementi lineari	246
4.11.1.2.	Generazione della mesh sul dominio	247
4.11.2.	Raffinamento mesh	248
4.11.3.	Controllo Geometria	249

5.	ANALISI	251
5.1.	ANALISI STATICA	252
5.2.	VIBRAZIONI	256
5.3.	ANALISI DINAMICA	258
5.4.	ANALISI DI INSTABILITÀ	260
5.5.	ELEMENTI FINITI	261
5.6.	PRINCIPALI FASI DI UN' ANALISI	263
5.7.	MESSAGGI DI ERRORE	264
6.	IL POSTPROCESSORE	265
6.1.	STATICA	265
6.1.1.	Valori minimo e massimo	269
6.1.2.	Animazione	270
6.1.3.	Visualizzazione Diagramma	271
6.1.4.	Le curve di capacità Pushover	273
6.1.4.1.	La curva di capacità secondo l'Eurocodice 8	274
6.1.4.2.	La curva di capacità secondo la normativa Italiana	274
6.1.4.3.	L'accelerazione-spostamento dello spettro di risposta	275
6.1.5.	Tabella Risultati	276
6.1.6.	Spostamenti	277
6.1.7.	Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave	278
6.1.8.	Sollecitazioni Nervatura	280
6.1.9.	Sollecitazioni Elementi Bidimensionali	280
6.1.10.	Reazioni Appoggio Elastico	283
6.1.11.	Sollecitazioni negli elementi link linea-liena e cerniere di bordo	284
6.1.12.	Tensioni Elemento Reticolare/Trave/Nervatura	284
6.1.13.	Tensioni Elementi Bidimensionali	285
6.1.14.	Linee di Influenza	286
6.1.15.	Carichi non Equilibrati	287
6.2.	VIBRAZIONE	288
6.3.	DINAMICA	289
6.4.	INSTABILITÀ	289
6.5.	PROGETTO C.A.	290
6.5.1.	Armatura Elemento Bidimensionale	290
6.5.1.1.	Calcolo in accordo con l'Eurocodice 2	292
6.5.1.2.	Calcolo secondo DIN 1045-1 e SIA 262	294
6.5.2.	Armatura effettiva	295
6.5.2.1.	Armatura per elementi superficiali e domini	295
6.5.2.2.	Armatura elementi superficiali	296
6.5.3.	Calcolo delle fessurazioni	297
6.5.3.1.	Calcolo secondo Eurocodice 2	298
6.5.3.2.	Calcolo secondo to DIN 1045-1	298
6.5.4.	Deformazione non lineare di piastre in c.a.	299
6.5.5.	Calcolo di resistenza al taglio per piastre e gusci	299
6.5.5.1.	Calcolo secondo Eurocodice 2	300
6.5.5.2.	Calcolo secondo DIN	300
6.5.5.3.	Calcolo secondo SIA 262	300
6.5.6.	Armatura Colonna/Trave	301
6.5.6.1.	Controllo delle colonne armate secondo Eurocodice 2	307
6.5.6.2.	Controllo delle colonne armate secondo DIN	308
6.5.6.3.	Controllo delle colonne armate secondo SIA 262	309
6.5.7.	Progetto dell'armatura delle travi	310
6.5.7.1.	Progetto armatura travi secondo Eurocodice 2	315
6.5.7.2.	Progetto armatura travi secondo SIA 262	317
6.5.8.	Analisi di punzonamento	319
6.5.8.1.	Analisi di punzonamento secondo Eurocodice2	321
6.5.8.2.	Analisi di punzonamento secondo SIA 262:2003 (Tedesco)	323
6.5.9.	Progettazione della fondazione	324
6.6.	PROGETTO ACCIAIO	333
6.6.1.	Progetto acciaio secondo Eurocodice 3	333
6.6.2.	Calcolo dei bulloni per giunti in acciaio	339
6.7.	PROGETTO DELLA TRAVE IN LEGNO	343

7.	AXISVM VIEWER COME ESPERTO DI VISUALIZZAZIONE	351
8.	PROGRAMMAZIONE DI AXISVM	353
9.	SCHEMI DI INTRODUZIONE DATI PASSO PER PASSO	355
9.1.	MODELLO RETICOLARE PIANO	355
9.2.	MODELLO TELAIO PIANO	357
9.3.	MODELLO PIASTRA	359
9.4.	MODELLO MEMBRANA	361
9.5.	ANALISI CON SPETTRO DI RISPOSTA	363
10.	ESEMPI	365
10.1.	ANALISI STATICA LINEARE DI UN TELAIO PIANO DI ACCIAIO	365
10.2.	ANALISI STATICA NON-LINEARE PER GEOMETRIA DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO.....	366
10.3.	ANALISI DI INSTABILITÀ DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO.....	367
10.4.	ANALISI DINAMICA (DEL I ORDINE) DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO.....	368
10.5.	ANALISI DINAMICA (DEL II ORDINE) DI UN TELAIO PIANO IN ACCIAIO	369
10.6.	ANALISI STATICA LINEARE DI UNA TRAVE IN CALCESTRUZZO ARMATO	370
10.7.	ANALISI STATICA LINEARE DI UNA PIASTRA IN CALCESTRUZZO ARMATA SEMPLICEMENTE APPOGGIATA.....	371
10.8.	ANALISI STATICA LINEARE DI UNA PIASTRA INCASTRATA IN CALCESTRUZZO ARMATO.	372
11.	RIFERIMENTI	373

1. Nuove opzioni della Versione 10

Generale

Nuovo stile di visualizzazione per aiutare gli utenti a configurare un alta risoluzione del monitor

Rendering del modello architettonico

Esportare il file SDNF

Esportazione di parti o elementi selezionati per il file AXS

Nuove opzioni di importazione DXF (importazione di layer visibili, la creazione di parti usando l'informazione dei layer)

Rinominare / rinumerare elementi

Parti logiche aggiornate automaticamente

Definizione dei piani

Miglioramenti IFC (migliora il trattamento del BREP e del IFCBuildingElementProxy)

2.15.6 Modo visualizzazione

3.1.5. Esporta

3.1.6 Importa

2.15.10 Rinominare / rinumerare

2.15.11 Parti

3.3.4 Piani

3.1.6 Importa

Modifica

Rimozione delle intersezioni

Modifica dei piani

Separazione degli oggetti

Sezionare i domini multipli

Sezionare gli oggetti con un piano

*Nuove funzioni nella barra delle icone (distacco ,
taglia, arco tangenziale)*

*Nuovi vincoli del punto (punto d'intersezione di due linee, punto
divisorio)*

*Copia funzioni strutturali & incolla funzioni (personalizzabili tramite
modifica / copia / incolla opzioni)*

Nuove funzioni nel server COM

4.8.9 Elimina nodo

3.3.4 Piani

4.8.16 Modifica, trasformazione

4.8.11 Taglia il modello con un piano e
seleziona la parte da traslare
rigidamente

4.8.12 Taglia il modello con un piano e
seleziona la parte da eliminare

4.8.16 Modifica, trasformazione

4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore

3.2.6 Opzioni Copia / Incolla

Elementi

Database legno con i parametri di materiali in base all'Eurocodice5.

*Definizione della nervatura con l'aggiornamento automatico di
eccentricità*

Elementi link non lineari (solo trazione / solo compressione)

6.7 Progetto della trave in legno

4.9.7 Elementi Lineari

4.9.17 Link(collegamento)

Carichi

Etichettatura smart carichi lineari

Carichi lineari poligonali o arcati

Carichi superficiali poligonali, arcati o poligonali complessi

I carichi del bordo possono essere definiti sulle linee interne di dominio

Ottimizzazione dei carichi superficiali distribuiti su travi e nervature per processori di core multipli

4.10.6 Carico distribuito lineare su trave/nervatura

4.10.8 Carico Lineare su Dominio

4.10.10 Carichi di superficie su domino

4.10.7 Carichi di bordo

Analisi

Analisi Pushover secondo l'EC8

Le informazioni delle analisi possono essere riviste in qualsiasi momento utilizzando il dialogo d'informazione sul modello.

Il miglioramento del motore delle nuove analisi per multipli core / thread può raggiungere più memoria rispetto a prima.

Analisi Dinamica (modulo DYN)

Modifica della funzione incrementale per analisi non lineare

4.10.21 Carichi Pushover

6.1.4 Le curve di capacità Pushover

2.15.15 Informazioni sul modello

5 Analisi

5.3 Analisi Dinamica

5.1 Analisi Statica

Risultati

Visualizzazione delle reazioni vincolari sugli appoggi elastici lineari

Visualizzazione di cerniere elastiche alle estremità della trave.

Nuova tabella dei risultati (trave, nervatura, le forze degli elementi reticolari per i diversi casi di carico).

6.1.9 Reazioni Appoggio Elastico

4.9.7 Elementi lineari

Verifiche

Progetto e verifica delle sezioni in acciaio appartenenti alla classe 4

Progetto della fondazione secondo l'Eurocodice 7 calcolando la dimensione e l'armatura (RC4).

Progetto delle strutture in legno secondo l'Eurocodice 5 (TD1)

6.6.1 Progetto acciaio secondo Eurocodice 3

6.5.9 Progettazione della fondazione

6.7 Progetto della trave in legno

2. Come usare AxisVM

Benvenuti in AxisVM!

AxisVM è un programma per l'analisi statica, dinamica e di instabilità delle strutture. È 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); mescolatura automatica; libreria per i materiali e 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. È 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 di calcolo	La relazione di calcolo 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, WMF, EMF, TXT, HTML, DBF).

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.

Recommended configuration	Almeno 1 GB RAM o maggiore Almeno 2 GB di spazio libero sul hard disc CD drive Monitor a colori XGA (con almeno 1024x768 di risoluzione, 1280x1024 consigliato) Sistema operativo Windows 2000 / XP/ Vista / Windows 7 Mouse o altri sistemi di puntamento Windows compatibile con stampante laser o ad inchiostro
Sistema operativo	Windows NT/ Windows Millennium/ 2000/XP /Vista/Windows 7 Si consiglia di lasciare libero il più spazio possibile per la 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 Windows 7). Il Home Premium Edition non supporta questa funzionalità. 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 <i>Group Policy</i>. Trovare il seguente elemento all'albero sulla sinistra: <i>Computer Configuration / Windows Settings / Security Settings / Local Policies / User Rights Assignment</i>. Poi trova <i>Lock pages in memory</i> nella lista a destra. Doppio clic su questa voce. Nella finestra locale <i>Local Policy Settings</i> clicca sul pulsante <i>Add</i> e dopo questa operazione aggiungere gli utenti o i gruppi di utenti che hanno la necessità di accedere a una memoria superiore a 4 GB. Chiudere la finestra <i>Local Policy Settings</i> e successivamente la finestra <i>Group Policy</i> cliccando sull'icona <i>Close</i> nell'angolo in alto a destra. Il Controllo dell'account deve essere dissattivato. 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: Trovare Menu Start / Pannello di controllo / Account utente. Fare clic su <i>Modifica le impostazioni di Controllo dell'account utente</i>. Impostare il valore più basso al <i>The slider</i> (Never Comunica). Fare clic su OK per rendere effettiva la modifica e riavviare il computer.

2.2. Installazione

Protezione software

Il programma è protetto da una chiave hardware. Sono disponibili due tipi di chiave: chiavi da posizionare sulla porta della stampante (LPT) e chiavi USB.

Inserire la chiave dopo che l'installazione sia stata completata, perché alcuni sistemi provano a riconoscere il dispositivo inserito e questo processo potrebbe interferire con l'installazione del driver.

I drivers locali (non di rete) verranno installati automaticamente. Se si incontrano dei problemi dovuti a limitazioni di accesso su sistemi basati su NT è possibile installare i driver dal CD. Lancia il programma Startup e seleziona Reinstall driver.

Chiave standard

Prima installa il programma quindi collega la chiave al computer.

Chiavi di rete

Se si è in possesso di una versione di rete bisogna installare la chiave di rete. **Sono disponibili due tipi di chiavi di rete:**

☞ *Per eseguire AxisVM10 su alcune macchine sulla rete NSRVGX bisogna che sia in esecuzione sul server. Se la NSRVGX si arresta allora tutti i programmi AxisVM in esecuzione si arresteranno.*

a. Sentinel SuperPro

1. Inserire il CD di AxisVM nel CD-ROM del server di AxisVM. Eseguire [CD Drive]: \ Startup.exe. Seleziona **Reinstall driver**. Questo tipo di chiave di rete richiede almeno il driver versione 7.1 Il CD contiene la versione 7.5 del driver.
2. Connettere la chiave alla porta parallela o USB di una delle macchine. In questo modo viene selezionato il server di AxisVM.
3. Dopo l'installazione il programma server (**LOADSERV.EXE**) sarà avviato automaticamente con il sistema operativo. Questo programma server gestisce la chiave di rete e comunica con le applicazioni sulla rete.

Il programma installato dal server sarà eseguito automaticamente durante l'avvio.

☞ *Per eseguire AxisVM su alcune macchine della rete SuperPro Server bisogna che sia in esecuzione sul server. Se si arresta il server tutti i programmi AxisVM in esecuzione si arresteranno.*

Installazione

AxisVM gira sui sistemi operativi Windows 2000 /XP/Vista/ Windows 7.

Inserire il CD AxisVM nell'unità di CD. Il programma di avvio parte automaticamente se l'opzione autoplay è abilitata. Se Autoplay non è abilitato, fare clic sul pulsante di inizio e scegliere esecuzione. Lanciare il programma Startup.exe sul CD AxisVM. Scegliere **AxisVM 10 Setup** e seguire le istruzioni.

Per installare AxisVM in Windows 95/98 o Windows NT4.0/2000/XP seguire i seguenti passi:

1. Avviare la macchina e attendere che anche Windows si avvii.
2. Inserire il CD di AxisVM nel CD-ROM.
3. Se è impostato l'Autoplay in Windows, il programma d'installazione parte in pochi secondi, e allora si può procedere con il passo successivo.
Se l'Autoplay non è impostato, cliccare sul bottone Start, e selezionare Avvia....
Aprire il programma Startup.exe sul proprio CD di AxisVM.
4. Seguire le istruzioni che appaiono sullo schermo.

☞ Se il programma d'installazione non può essere avviato appare il seguente messaggio: **AUTOEXEC.NT - Il file di sistema non è adatto alle applicazioni correnti MS-DOS e Microsoft Windows , manca un file di sistema di Windows.**

Installazione sotto Sistema Operativo Vista:

- È necessario l'ultimo driver per la chiave Sentinel che può essere scaricato da: [www.axisvm.eu / downloads/Latest version - AxisVM 10 package](http://www.axisvm.eu/downloads/Latest%20version%20-%20AxisVM%2010%20package)
- 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:\AxisVM10 e C:\AxisVM10\Examples.

E' possibile specificare le cartelle durante il processo di installazione. Il programma setup crea il gruppo di programma AxisVM che include le icone di applicazione AxisVM.

Avvio di AxisVM



Cliccare il tasto di avvio, selezionare il programma, cartella AxisVM, e cliccare sull'icona AxisVM10. AxisVM apre e mostra un modello vuoto pronto per l'inserimento. Alla partenza viene visualizzata una finestra di benvenuto (**vedere...** 3.6.4 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:

☞ Se si ha una vecchia versione di Windows e di Internet Explorer alcune icone della barra degli strumenti possono non essere visibili. Allora bisogna aggiornare il proprio Windows eseguendo [CD Drive]: \Comct132 \ 401comupd.exe.

Aggiornamenti

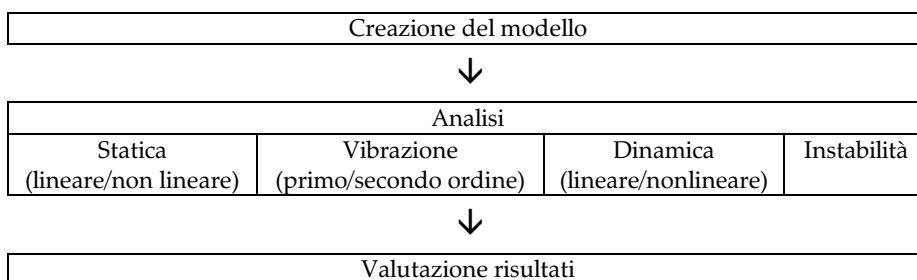
E' raccomandato installare una nuova versione in una nuova cartella. In questo modo le vecchie versioni saranno mantenute e disponibili.

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 il salvataggio dei file nel formato di una delle versioni precedenti (6.0, 7.0, 8.0, 9.0) ma in questo modo si perderanno le nuove funzionalità della versione 9.

Passi analisi

I passi principali dell'analisi per AxisVM sono:

**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.

L'ammontare 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	1000
	Qualsiasi combinazione di membrana, piastra o guscio	1500
	Appoggio elastico	Illimitato
	Diaframma	Illimitato
	Vincolo Monolatero	Illimitato
	Vincolo Elastico	Illimitato
	Elemento Rigido	Illimitato
	Collegamento	Illimitato
Casi di carico		99
Combinazioni carico		Illimitato
Frequenze (forme modali)		99

* Se sono presenti travi o nervature

2.3. Per iniziare

Si raccomanda l'esplorazione di AxisVM iniziando a modellare una semplice struttura, analizzandola e verificando i risultati.

Alcuni schemi sono presentati nella **sezione 9** passo dopo passo. In aggiunta, vedere l'esempio 1 del **capitolo** Esempi.

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. Nel **capitolo 7**

Sono mostrati i seguenti tipi di struttura:

Struttura reticolare / Telaio piano / Piastra / Membrana / Analisi sismica

La comprensione di questi modelli semplici consentirà di costruire facilmente modelli più complessi.

Si raccomanda di leggere l'intero manuale d'uso almeno una volta mentre si esplora AxisVM.

Nel **capitolo 1** Nuove opzioni della Versione 10 si trovano le caratteristiche nuove ed aggiornate della versione 10.

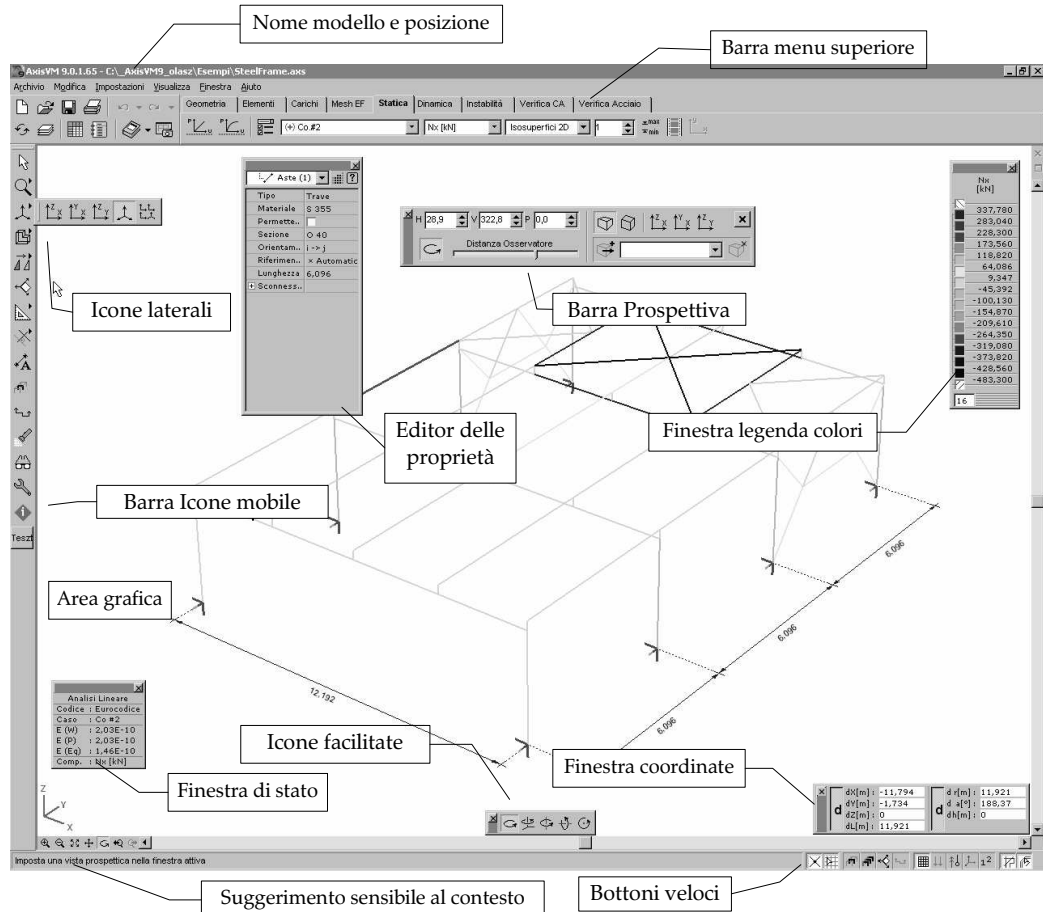
Il **capitolo** Come usare AxisVM contiene informazioni generali sull'uso di AxisVM. Negli altri capitoli si spiegano le opzioni del pre e post processore.

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 Al lancio di Axis VM appare una schermata simile all'immagine seguente:



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, può apparire come croce, puntatore o puntatore in modalità pick.

Top menu bar Ogni voce del top menù bar ha la propria lista a tendina. Per usare il top menù bar, 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. Il suo menù apparirà.

Menù icone Le icone 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 attraccabili.

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.

<i>Finestra di stato</i>	La finestra mostra lo stato del modello e della visualizzazione dei risultati.
<i>Suggerimento sensibile al contesto</i>	Fornisce un suggerimento che dipende dall'azione che si sta svolgendo.
<i>Editor delle proprietà</i>	L'editor delle proprietà offre un modo semplice per cambiare certe proprietà degli elementi o dei carichi scelti.
<i>Icone facilitate</i>	Le barre delle icone facilitate appaiono quando si modifica la geometria dell'entità desiderata (nodo, linea retta, arco). Vedere... 4.8.16 Modifica, trasformazione
<i>Bottoni veloci</i>	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 del modello sono immagazzinati in due file: i dati di input in *filename.axs* e i risultati in *filename.axe*.
I dati di input sono creati con i comandi di pre-processing. I risultati sono ottenuti eseguendo l'analisi. AxisVM controlla se i file di tipo AXS e AXE appartengono alla stessa versione del modello.

2.5. Uso di Cursore, Tastiera, Mouse

Cursore grafico

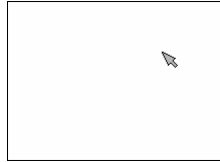


Quando si muove il mouse, il cursore grafico traccia il movimento sullo schermo. Per selezionare un'entità, un'icona o una voce del menù, muova il cursore su di esso e clicchi con il tasto sinistro del mouse. La forma del cursore cambierà di conseguenza (**Vedere...** 4.7.1 Identificazione del cursore), 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.
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	controllo dei risultati e della resistenza
Verifica legno	Risultati del fattore di utilizzazione e delle resistenze

La tastiera

Si può anche utilizzare la 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 $\alpha + n \cdot 90^\circ$.

[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 	Interrompe il comando e/ o ritorna al menù superiore.
right button	
[Enter]+[Space] 	Seleziona una voce da un menù, esegue un comando, e seleziona entità. Questi sono bottoni comando definiti.
<i>tasto sinistro</i> <i>(bottoni comando)</i>	
[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 <i>Impostazioni/ Opzioni/Vista/ Fattore Zoom</i> . Il centro dello zoom veloce in/out è sempre la posizione corrente del cursore grafico.
[Insert] o	Sposta l'origine relativa (i.e. punto di riferimento delle coordinate relative) nella posizione corrente del cursore grafico.
[Alt]+[Shift]  <i>con ruota</i>	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.
<i>Tasti utili</i>	Combinazioni di tasti per accedere più rapidamente ai comandi utilizzati frequentemente. Vedere... 2.6 Tasti utili
 <i>bottone destro</i>	Presenta il Menu Rapido. Vedere... 2.7 Menu Rapido
 <i>tasto destro</i>	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 utili

[Ctrl]+[W]	Adatta vista	[Ctrl]+[G]	Linee di riferimento
[Ctrl]+[1]	piano X-Z	[Alt]	Menu principale
[Ctrl]+[2]	piano X-Y	[+]	Ingrandisci
[Ctrl]+[3]	piano Y-Z	[-]	Riduci
[Ctrl]+[4]	Visualizzazione di prospettiva	[Ctrl]+[O]	Apri
[Ctrl]+[P]	Stampa	[Ctrl]+[S]	Salva
[Ctrl]+[A]	Seleziona tutto	[Del]	Cancella le entità / parametri selezionati
[Ctrl]+[B]	Caricare immagine di sfondo	[Ctrl]+[D]	Interruttori
[Ctrl]+[Alt]+[B]	Immagine di sfondo / Visualizza	[Ctrl]+[L]	Etichette
		[Ctrl]+[E]	Inversione della x locale per gli elementi lineari
[Ctrl]+[Z]	Undo	[Ctrl]+[Y]	Simboli
[Shift]+[Ctrl]+[Z]	Redo	[F1]	Aiuto sensibile al contesto
[Tab]	Passaggio tra finestre	[F7]	Imposta piani
[Ctrl]+[R]	Aggiornamento del disegno	[F8]	Informazioni sul peso
[Ctrl]+[Q]	Esci	[F9]	Immagine caricata nella libreria
[Ctrl]+[C]	Copia sugli appunti	[F10]	Gestore di relazione
[Ctrl]+[V]	Incolla sugli appunti	[F11]	Gestore dei livelli
		[F12]	Esplora Tabella

Scorciatoie Tastiera per Tabelle

[Ctrl]+[L]	Importa da libreria
[Alt]+[F4]	Uscita
[Ctrl]+[Insert]	Nuova riga (aggiungere)
[Ctrl]+[Del]	Cancella la riga corrente
[Ctrl]+[A]	Cancella tutto
[F5]	Vai all'ultima riga
[Ctrl]+[D]	Ripristina formato di default

Scorciatoie Tastiera per Tabelle

[Ctrl]+[Alt]+[F]	Imposta formato di colonna
[Ctrl]+[R]	Opzioni di visualizzazione di risultato (per solo tabelle di risultato)
[Ctrl]+[G]	Progetta sezione trasversale (per solo tabelle di sezione trasversale)
[Ctrl]+[M]	Modifica sezione trasversale (per solo tabelle di sezione trasversale)
[F1]	Aiuto dipendente dal contesto
[F9]	Aggiungete tabella al rapporto
[F10]	Gestore di Relazione

Scorciatoie Tastiera nel Gestore di Relazione

[Ctrl]+[T]	Inserimento testo
[Alt]+[B]	Cancella pagina
[Ctrl]+[W]	Esporta in file RTF
[Ctrl]+[R]	Anteprima di stampa
[Ctrl]+[P]	Stampa
[Delete]	Cancella

2.7. Menu Rapido

Selezione	Geometria / Elementi / Carichi	Risultati
Annulla Completa Selezione * Seleziona Tutto Filtro Ingrandisci Ctrl+ù Riduci Shift+Ctrl+ù Adatta la finestra Ctrl+W Sposta Ruota Ripristina Vista Annulla Ripristina Vista Vista Frontale Ctrl+1 Pianta Ctrl+2 Vista Laterale Ctrl+3 Prospettiva Ctrl+4 Impostazioni Prospettiva... Piani di lavoro ▶ Piano di lavoro temporaneo ▶ Parti... Simboli... Ctrl+Y	Annulla Ctrl+Z Ripeti Shift+Ctrl+Z * Seleziona Tutto Ingrandisci Ctrl+ù Riduci Shift+Ctrl+ù Adatta la finestra Ctrl+W Sposta Ruota Ripristina Vista Annulla Ripristina Vista Vista Frontale Ctrl+1 Pianta Ctrl+2 Vista Laterale Ctrl+3 Prospettiva Ctrl+4 Impostazioni Prospettiva... Piani di lavoro ▶ Piano di lavoro temporaneo ▶ Parti... Simboli... Ctrl+Y	Parametri Visualizzazione * Seleziona Tutto Ingrandisci Ctrl+ù Riduci Shift+Ctrl+ù Adatta la finestra Ctrl+W Sposta Ruota Ripristina Vista Annulla Ripristina Vista Vista Frontale Ctrl+1 Pianta Ctrl+2 Vista Laterale Ctrl+3 Prospettiva Ctrl+4 Impostazioni Prospettiva... Piani di lavoro ▶ Piano di lavoro temporaneo ▶ Parti... Simboli... Ctrl+Y

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

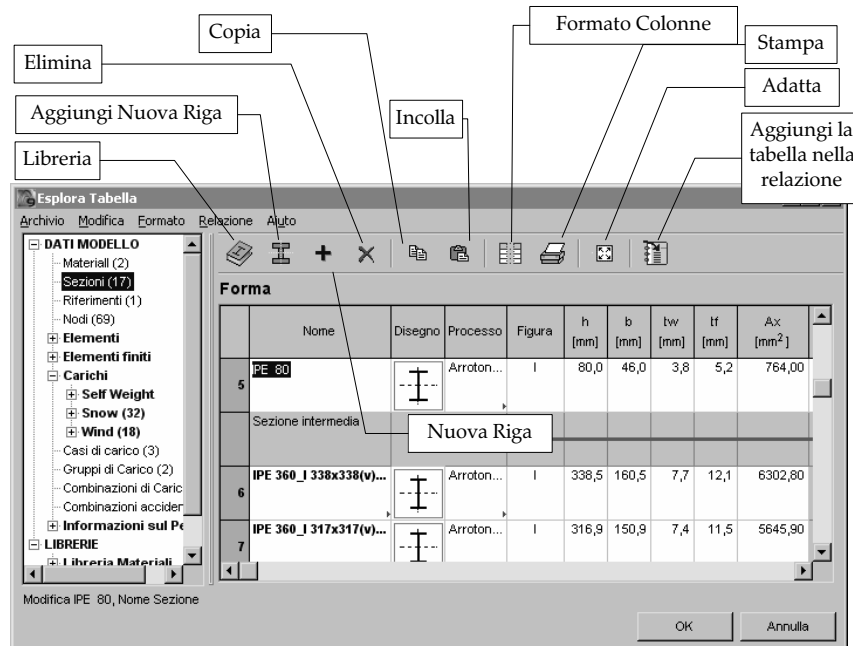


[F12]

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 reattivo o schiacciando [F12].

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

La tabella da visualizzare può essere selezionata dalla disposizione ad albero sulla sinistra. Essa elenca i dati del modello, le tabelle dei risultati e le librerie in una struttura gerarchica e possono essere viste come una sintesi del modello. Le voci dell'albero possono essere differenti se si richiama il comando Esplora Tabella durante la visualizzazione dei risultati o durante la definizione della geometria.



Uso della tabella

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).

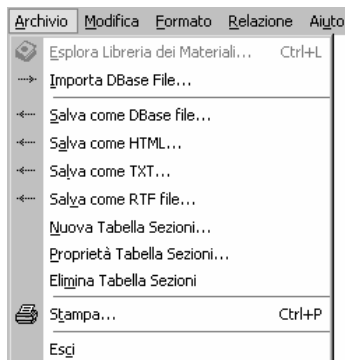
[Ctrl]+[←] Sposta il cursore sulla pagina di colonne precedente(a sinistra). (solo in tabelle nelle quali possono essere visualizzate più colonne contemporaneamente).

[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.

☞ *tasto destro*
[Esc] 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 seleziona 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).

File



Esplora Tabella
menù a icona

Esplora libreria...



[Ctrl]+ [L]

Carica dati sulle sezioni e sui materiali da una libreria. Si può anche salvare il contenuto della tabella in una libreria personalizzata.

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... 2.10.1 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
sezioni

È possibile cancellare una tabella definita dall'utente.

Stampa



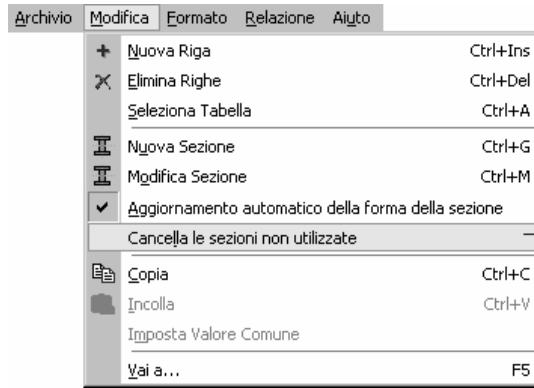
[Ctrl]+ [P]

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).

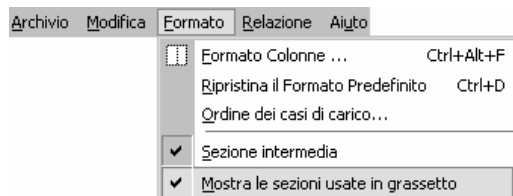
Modifica



- 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.
-
- [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.
- Cancellazione delle sezioni non usate**
 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

Durante la costruzione del modello



Setta on/off le colonne



[Ctrl]+ [Alt]+ [F]

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.

Ripristina il formato predefinito
[Ctrl]+ [D]

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

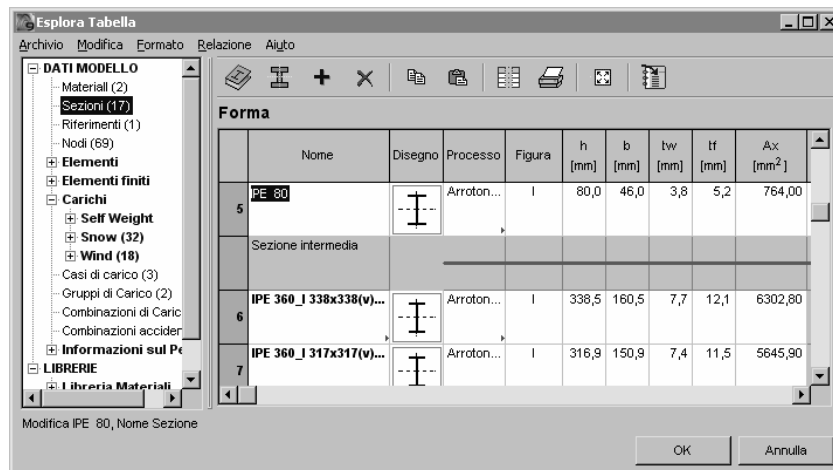
Ordine dei casi di carico...

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

IPE 240		Arroton...	I	240,0
HE 200 B		Arroton...	I	200,0
IPE 360		Arroton...	I	360,0

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 la visualizzazione dei risultati

Opzioni di visualizzazione risultati
[Ctrl]+[R]

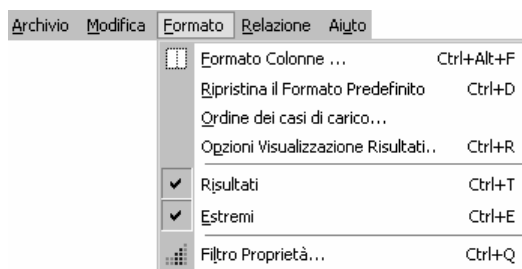
Risultati On/Off
[Ctrl]+[T]

Estremi On/Off
[Ctrl]+[E]

Proprietà Filtri

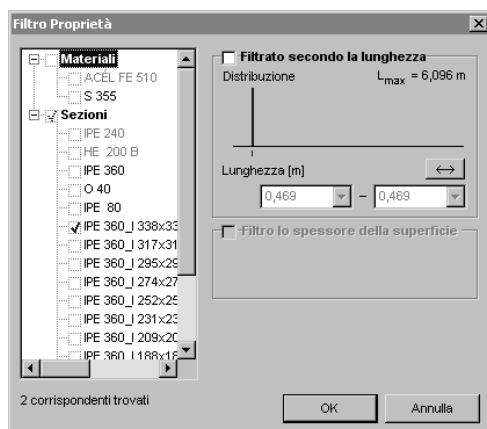


[CTRL]+[Q]



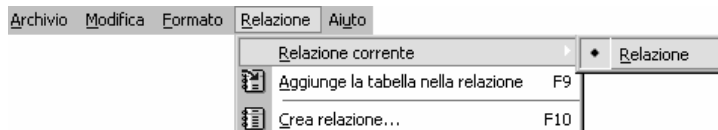
È possibile definire i valori estremi dei dati cercati e decidere se visualizzare tutti i valori (Risultato) e/o solo i valori estremi.

Vedere in dettaglio... 6.1.5 Tabella Risultati



Le 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]

Crea relazione [F10]

Attiva il generatore di relazione.

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 tabelle seguenti riporteranno i dati estremi. **Vedere...** 2.10 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.

OK Salva i dati e chiude tabella.

Cancella Chiudi la tabella senza salvare i dati.

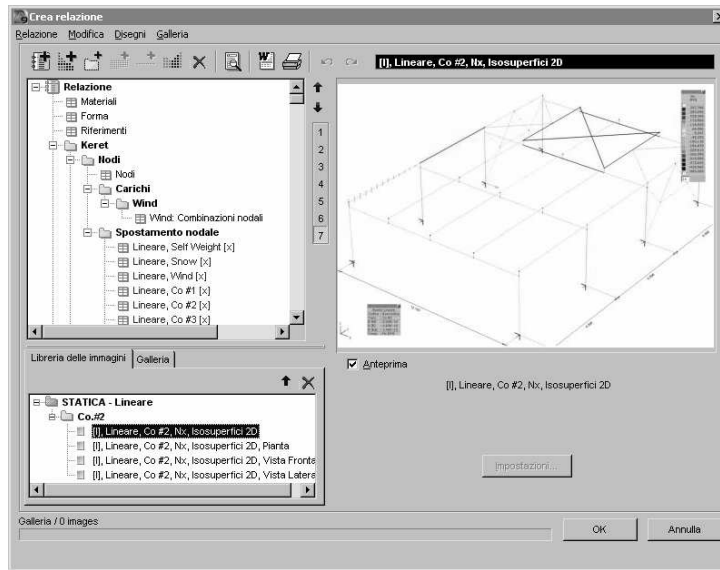
 *Le tabelle dei risultati mostrano anche i valori estremi (valori minimo e massimo) dei dati se si seleziona questa opzione nella finestra di dialogo Visualizza / Opzioni quando si entra in Esplora Tabella. L'impostazione predefinita visualizza sia i singoli valori che gli estremi.*

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

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.

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.

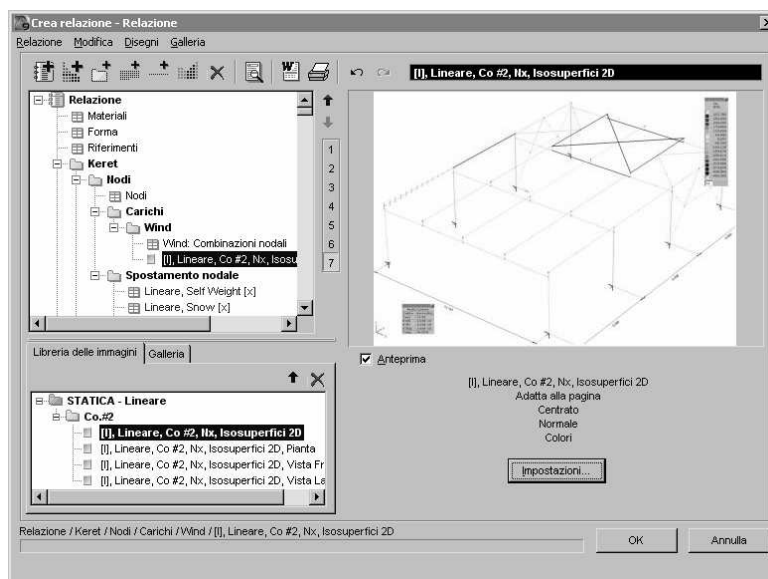
Testo

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 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...** 3.5.7 Libreria immagini, 3.5.8 Salva nella Libreria Immagini
- Galleria** Facendo clic sulla scheda Galleria è possibile visualizzare le immagini salvate (BMP, JPG, WMF, EMF) e memorizzate nella cartella *Images_modello* e aggiungerle alla relazione. Questa cartella è creata automaticamente come una sottocartella della cartella *Modello*. **Vedere in dettaglio...** 2.10.4 Galleria



Cliccare il tasto delle impostazioni... per cambiare il titolo, il formato, la giustificazione, il modo di colore di rotazione o lo scaling delle illustrazioni.

È possibile salvare l'immagine presente sullo schermo o i risultati e dati presenti nella tabella presente nel modulo di verifica con la funzione *Edit* presente nel menu principale.

Vedere... 3.2.10 Salvataggio dei disegni e delle tabelle dei risultati della progettazione

L'elemento di relazione selezionato (blocco di testo, immagine, tabella, interruzione di pagina) può essere spostato su e giù nell'albero o può essere trascinato su una nuova posizione. Un elemento può essere spostato o copiato alla fine di un altro rapporto utilizzando il menu o facendo clic sul tasto destro del mouse sull'elemento e selezionando Muovi in o Copia in.

Uno o più immagini selezionate nella Galleria possono essere inserite in un rapporto selezionando la voce di menu *Galleria/Aggiungi* o facendo clic sul pulsante freccia sopra la Galleria e trascinando con il mouse.

Durante la fase di stampa delle relazioni il Gestore di Relazioni costruisce automaticamente un indice e lo inserisce all'inizio del rapporto. Le tabelle sono elencate secondo i loro titoli. I Blocchi di Testo sono elencati solo se essi sono stati formattati utilizzando uno degli stili Heading nel Text Editor.

Le immagini sono elencate solo se hanno un'intestazione.

2.10.1. Relazione



Nuova relazione



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

Elimina l'intera relazione

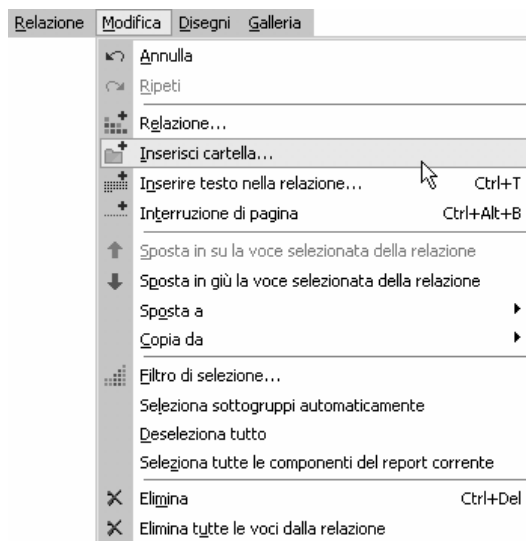


Elimina la relazione corrente (p.es. la relazione che contiene l'elemento selezionato). Le immagini utilizzate nella relazione non sono cancellate dalla Galleria.

[Del], [Ctrl]+[Del]

<i>Rinomina</i>	Rinomina una relazione esistente.
<i>Salva come TXT</i>	Esporta la relazione in un file di testo ASCII. I disegni o le immagini non sono incluse.
<i>Template RTF</i>	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.
<i>Esporta come RTF</i>	Salva la relazione come <i>name.rtf</i> 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 <i>Images_modelname</i> . Saranno esportate le formattazioni dei caratteri e di paragrafo dei blocchi di testo. La sola eccezione è il colore di carattere. Le tabelle saranno esportate come tabelle RTF.
<i>Impostazioni RTF</i>	AxisVM salva i reports nel formato RTF usando un modello (il modello di default è <i>Template.rtf</i> 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.
	
	Si consiglia di leggere il testo nel file di modello prima di modificarlo. E' possibile inserire disegni nel modello RTF. WMF inseriti: i disegni sono inseriti nel file. Questo migliora la presentazione, ma può generare file di grandi dimensioni. Collegamenti a file BMP, JPG: Questa opzione riduce la dimensione dei file in quanto i disegni sono esterni. I disegni appariranno solo le immagini sono posizionate nella cartella Images_modelname relativa alla cartella in cui è presente il file RTF. E' possibile attivare o meno i bordi delle tabelle presenti nel documento.
<i>Anteprima relazione</i>	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, [PgUp] = pagina precedente, [PgDown] = pagina successiva, [End] = l'ultima pagina).
<i>Stampa</i>	Finestra di dialogo per impostare parametri di stampa e stampare una relazione. Le opzioni sono le stesse come le opzioni di stampa della tabella.
<i>Esci</i>	Chiude il generatore di relazioni.

2.10.2. 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.

Relazione Il Gestore di Relazione crea rapporti strutturati completi basati su numerose opzioni di filtro disponibili nella finestra *Filtro*. Casi di carico, componenti di risultato, parti, elementi e tipi di carico possono essere scelti, inserire l'immagine del modello o i risultati ricavati dalle tabelle.



Le regole per creare Relazioni possono essere inserite attraverso la finestra Preferenze. È possibile scegliere se inserire i vari tipi d'elemento elencati all'interno di una parte o di varie parti elencate all'interno di un tipo d'elemento o se inserire i risultati dei componenti all'interno di un caso di carico o i casi di carico all'interno di un componente.

Se si importa un modello architettonico è anche possibile filtrare per oggetti architettonici e richiedere tabelle separate per ogni oggetto architettonico.

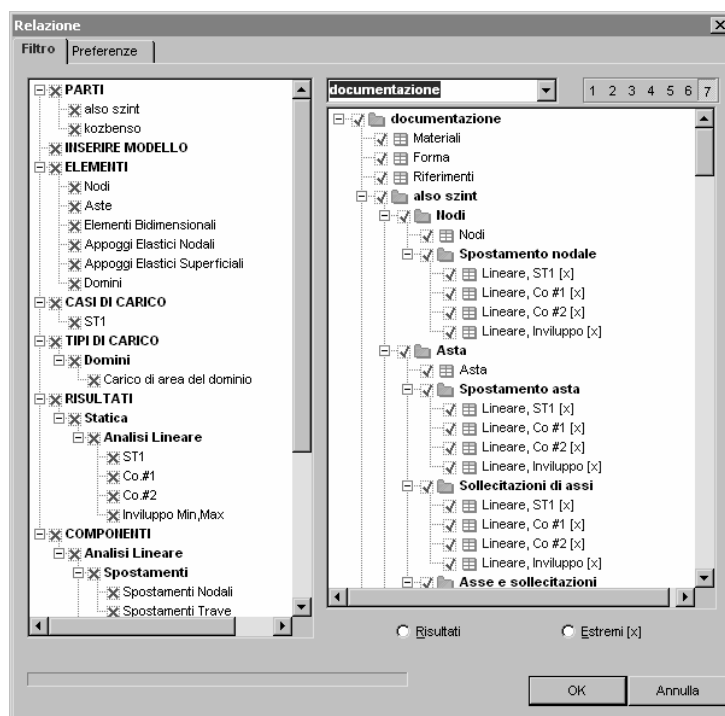
Il numero di livelli estesi (1-7) posto a destra dell'albero può essere impostato con la barra *definizione livelli*.

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.

Filtro



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.

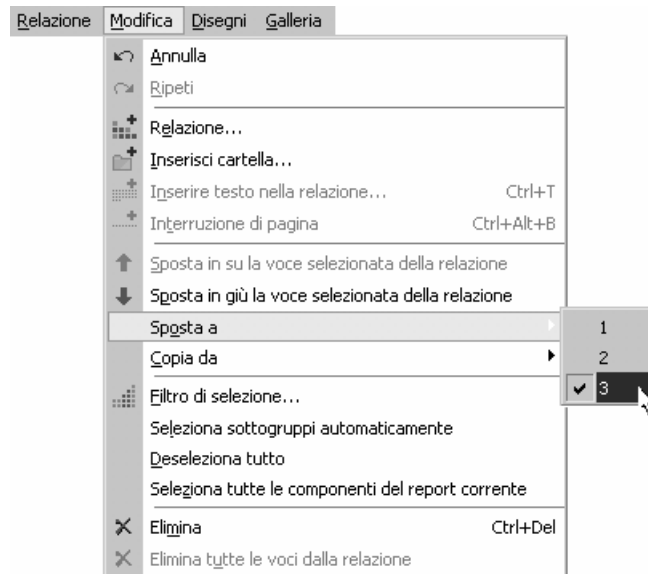
Spostamento su o giù di un elemento di relazione



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



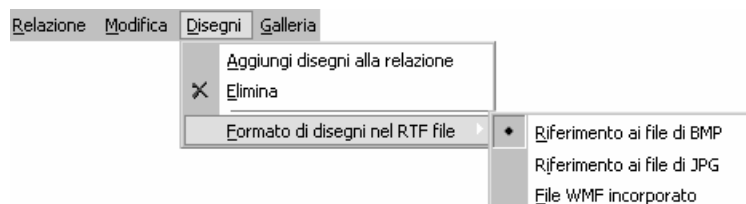
Cancella l'elemento di relazione selezionato (blocco di testo, immagine, tabella, interruzione di pagina). Se la scelta corrente nell'albero è una relazione intera, questa sarà cancellata.

[Del], [Ctrl]+[Del]

Elimina tutte le voci dalla relazione

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

2.10.3. Immagini



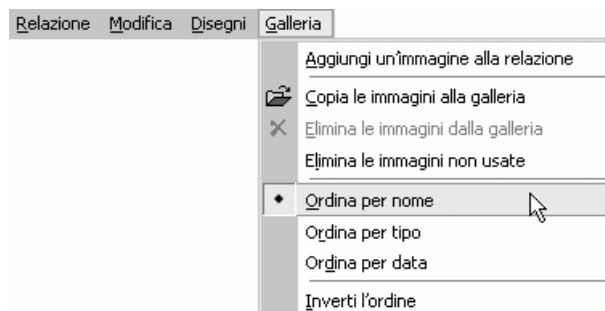
Aggiunge immagini alla relazione

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... 2.10.1 Relazione/ Impostazioni RTF

2.10.4. Galleria



Aggiunge un'immagine alla relazione

Le immagini selezionate sono inserite nella relazione corrente.

Copia le immagini alla galleria

È possibile copiare le bitmap (.BMP, .JPG) e Windows Metafiles (.WMF, .EMF) sulla 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.

2.10.5. La barra degli strumenti della relazione



Nuova relazione
Vedere... 2.10.1 Relazione



Crea una nuova relazione basata su numerose opzioni di filtro.
Vedere... 2.10.1 Relazione



Inserisce una cartella sotto la cartella corrente o dopo l'articolo d'elenco corrente.
Vedere... 2.10.2 Modifica



Inserisce un testo formattato dopo l'elemento di relazione selezionato.
Vedere... 2.10.2 Modifica

[Ctrl]+[T]



Inserisce un'interruzione di pagina dopo l'elemento di rapporto selezionato.
Vedere... 2.10.2 Modifica

[Ctrl]+[Alt]+[B]



Filtro di selezione.
Vedere... 2.10.2 Modifica



Cancella elemento di relazione o la relazione selezionata.
Vedere... 2.10.2 Modifica

[Del], [Ctrl]+[Del]

	Visualizza un'anteprima di stampa della relazione corrente. Vedere... 2.10.1 Relazione
	Esporta la relazione corrente in un file RTF. Vedere... 2.10.2 Modifica
	Stampa Vedere... 2.10.2 Modifica
	Undo Vedere... 2.10.1 Relazione
	Redo Vedere... 2.10.1 Relazione

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

<i>Grassetto</i> [Ctrl]+[B]	Applica formattazione in grassetto al testo selezionato.
<i>Italico</i> [Ctrl]+[I]	Applica formattazione corsiva al testo selezionato.
<i>Sottolineatura</i> [Ctrl]+[U]	Si applica sottolineare per formattare al testo selezionato.
<i>Colore</i> [Ctrl]+[Alt]+[C]	Imposta il colore di carattere della selezione.

Paragrafo

<i>Allineamento a sinistra</i> [Ctrl]+[L]	Allinea i paragrafi selezionati a sinistra.
<i>Centrato</i> [Ctrl]+[E]	Allinea i paragrafi selezionati al centro.
<i>Allineamento a destra</i> [Ctrl]+[R]	Allinea i paragrafi selezionati alla destra.
<i>Punto</i> [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



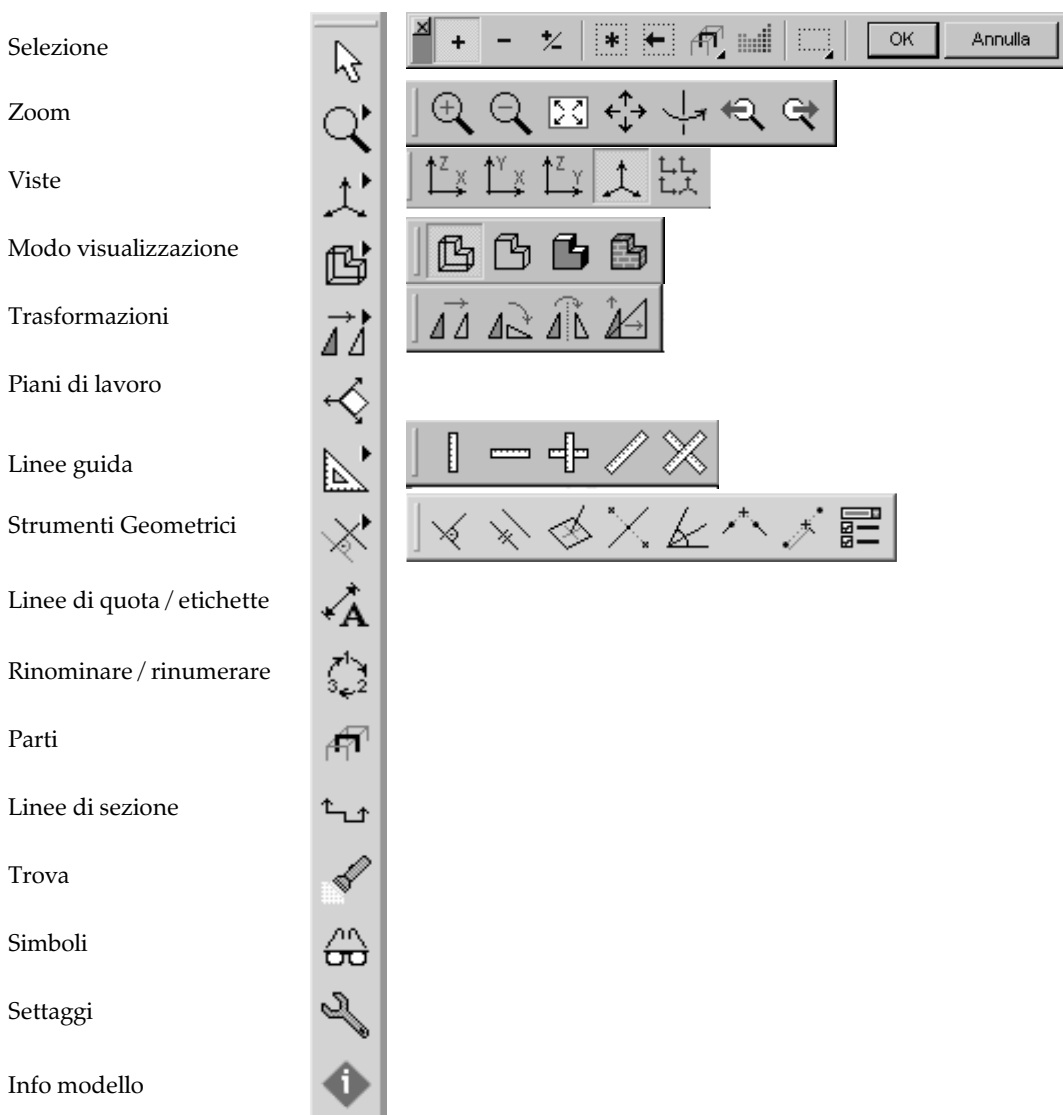
Vedere in dettaglio... 3.5.7 Libreria immagini

2.14. Salva nella Libreria Immagini



Vedere in dettaglio... 3.5.8 Salva nella Libreria Immagini

2.15. 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.

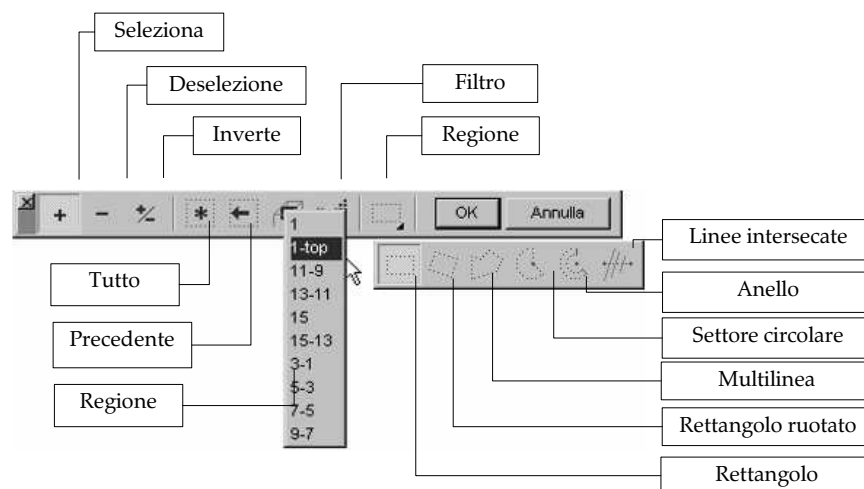


La barra delle icone e le barre degli strumenti mobili possono essere ripristinate alla loro posizione originale scegliendo dal menu: Definizione / Barre posizione standard.

2.15.1. 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...** 2.15.11 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**.

Metodo di Selezione con finestra di selezione:

- Realizzando una selezione da sinistra verso destra verranno considerati solo gli elementi completamente inclusi
- Realizzando una selezione da destra verso sinistra verranno considerati tutti gli elementi completamente inclusi più quelli intersecati

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.

Ripristina



Ripristina la selezione precedente.

Selezione di parti



Facendo clic sul pulsante è possibile scegliere una parte dall'elenco.

Vedere... 2.15.11 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).

Regione

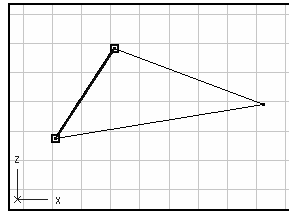
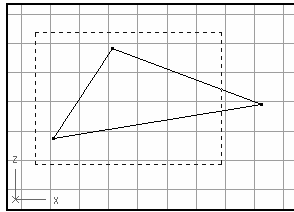


Seleziona entità usando finestre di forme diversie. Sono disponibili la forma rettangolare, rettangolare obliqua, settore circolare o anello. Nei seguenti esempi si mostra l'applicazione di varie forme di selezione.

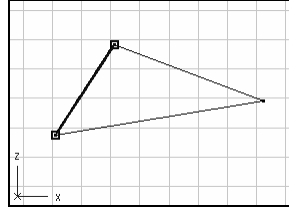
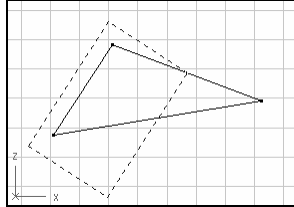
Selezione usata:

Risultato:

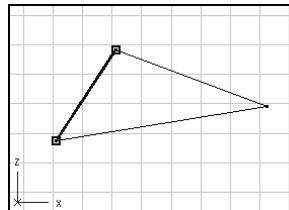
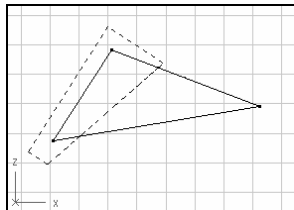
Rettangolo



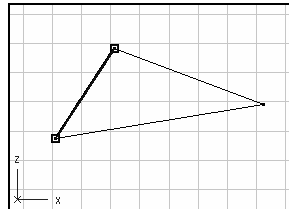
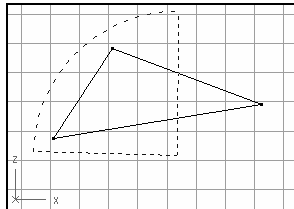
Rettangolo rotato



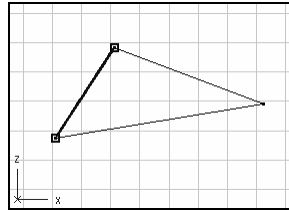
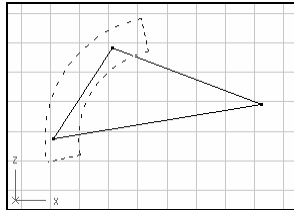
Multilinea



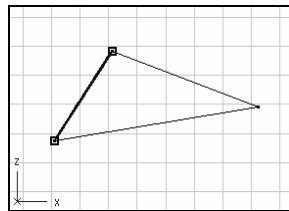
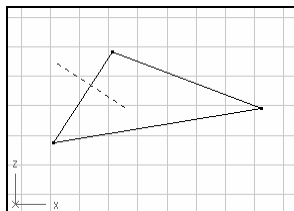
Settore circolare



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 può 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.

2.15.2. Zoom



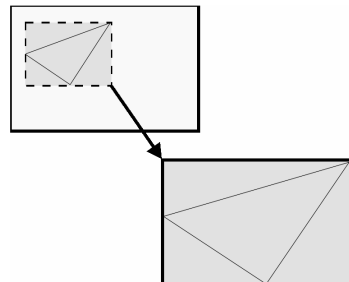
Mostra la barra delle icone di zoom.



Ingrandisci



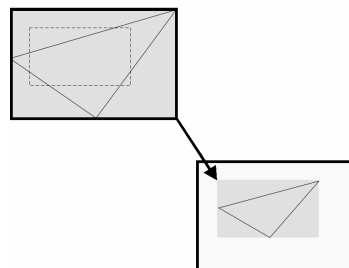
Visualizza un' area di disegno specificata da due punti (due angoli opposti) sull'area grafica che definiscono un zona rettangolare. Il risultato è che la dimensione apparente del modello visualizzato nell' area grafica aumenta.



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.



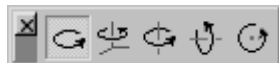
Questa forma di cursore indica lo spostamento (pan) del modello.

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:



Possibilità di rotazione facoltative secondo l'ordine delle icone:

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.



Questa forma di cursore indica la rotazione del modello.

Undo vista
/Redo vista



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

2.15.3. 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).

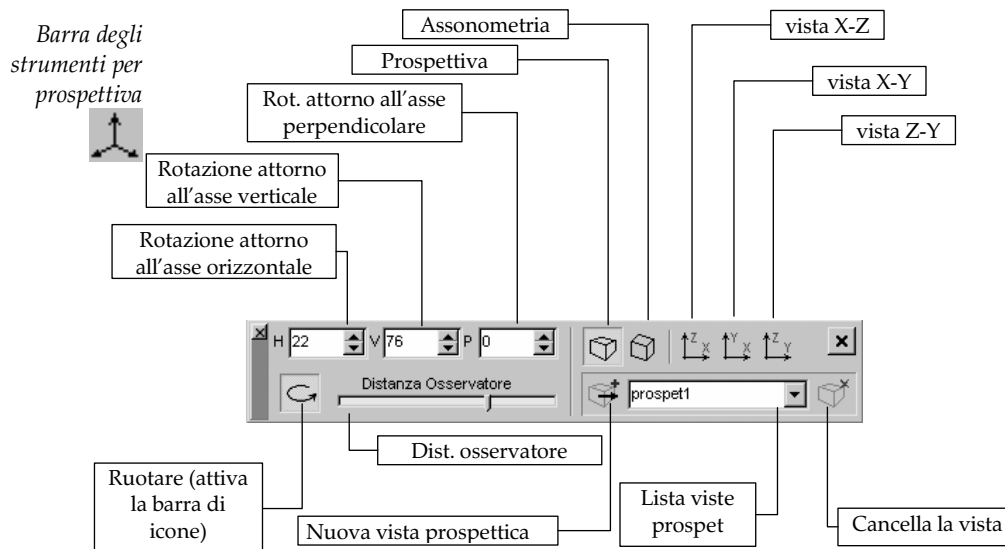


Prospettiva Mostra la finestra di dialogo Imposta Prospettiva, che permette di creare e salvare impostazioni di vista prospettica per usi successivi (comando Nuovo), modificare (Comando modifica) e cancellare (Comando cancella) impostazioni esistenti. Per salvare una nuova vista prospettica bisogna assegnarle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



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 e 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).

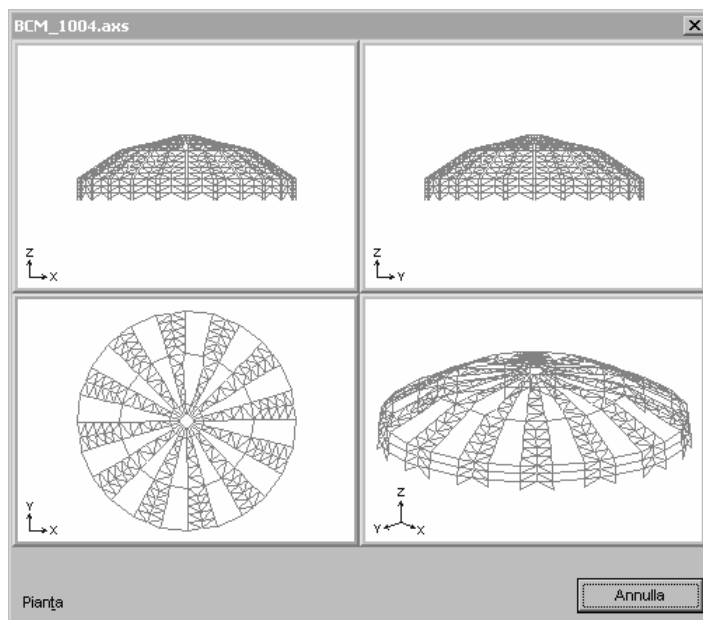
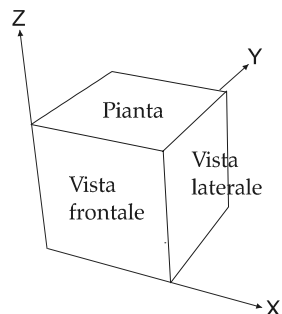
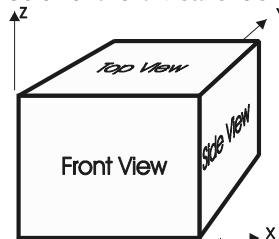


Questa forma del cursore indica la rotazione del modello.

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.

2.15.4. 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

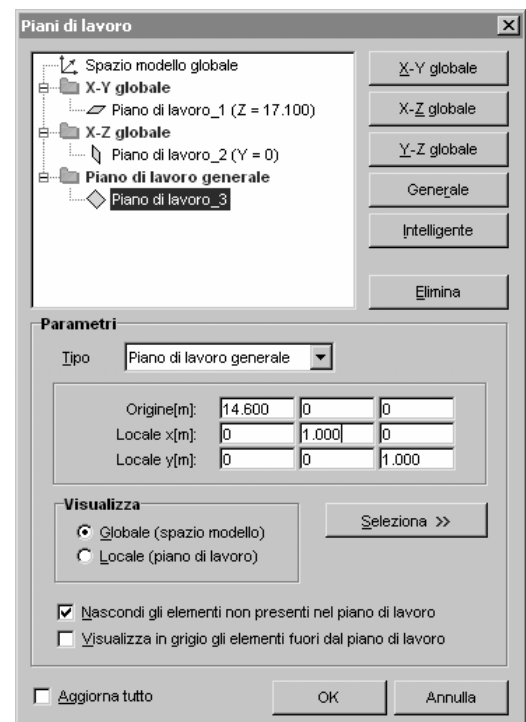
Questi Piani di lavoro sono paralleli con un piano del sistema di coordinate globali cosicché la loro posizione è definita da una singola coordinata. Utile quando si disegnano i piani di un edificio.

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).

2.15.5. Cambiamento geometrico degli oggetti



2.15.5.1. Sposta/Copia



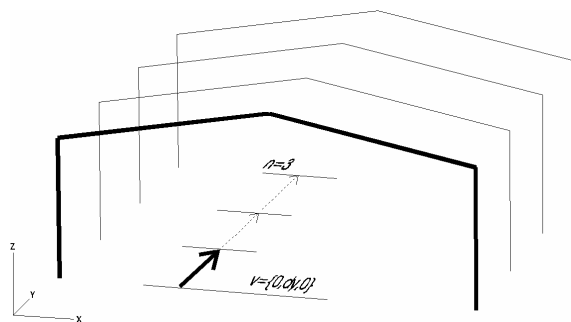
Sposta o fa copie multiple delle entità geometriche o carichi, selezionati, tramite traslazione lungo un vettore..

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).

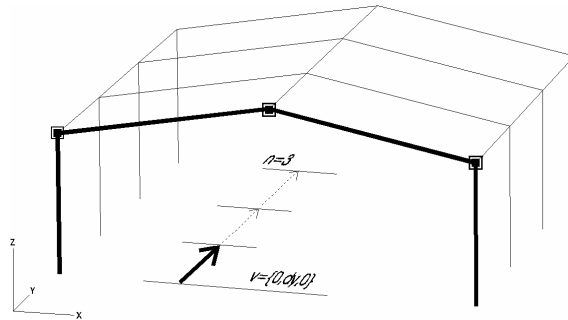
Copie a distanza fa copie delle entità selezionate distribuendole a distanza d nella direzione del vettore di traslazione. Il numero di copie dipende da quante di esse rientrano nella lunghezza definita dal vettore di traslazione dX , dY , dZ .

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

<i>Copia elementi</i>	Si può specificare che anche gli elementi finiti assegnati alle entità geometriche debbano essere copiati.
<i>Copia carichi</i>	Si può specificare che anche i carichi assegnati alle entità geometriche debbano essere copiati
<i>Copia dimensione</i>	Le linee di dimensione saranno copiate solo se i nodi a cui essi sono assegnati sono selezionati.
<i>Con linee guida</i>	Tutte le guide possono essere rimosse (utile quando si sposta l'intero modello).
<i>Con livelli DXF</i>	Con questa opzione le trasformazioni sarà effettuato sugli oggetti dei livelli di DXF.
<i>Solo livelli visibili</i>	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.*

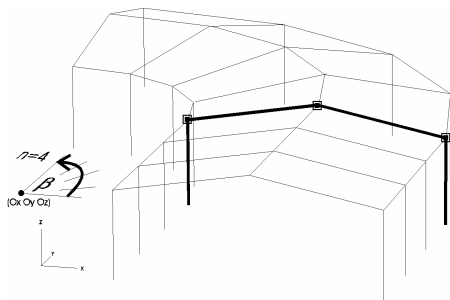
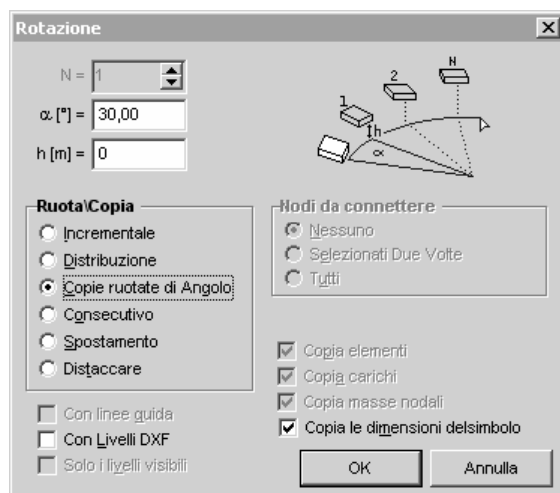
Nella vista prospettica il vettore di traslazione può essere definito solo usando punti esistenti o altre posizioni 3D identificate (per esempio un punto su una linea).

2.15.5.2. 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 dell'arco di rotazione e quindi disegnare l'angolo cursore.



Metodi di rotazione

<i>Incrementale</i>	fa N copie di entità selezionate ruotate dell'angolo cursore.
<i>Distribuzione</i>	fa N copie delle entità selezionate ruotandole di un angolo pari all'angolo cursore diviso per il numero N.
<i>Copie ruotate di angolo</i>	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.
<i>Consecutivo</i>	fa N copie consecutive delle entità selezionate ruotate di angoli cursore differenti definiti per ogni copia.
<i>Spostamento</i>	sposta le entità selezionate dell'angolo cursore. Le linee che appartengono ai nodi spostati rimangono connesse.
<i>Distaccare</i>	sposta le entità selezionate dell'angolo cursore. Le linee che appartengono ai nodi spostati sono distaccate.

Nodi da
connettere,
Opzioni

Vedere... 2.15.5.1 Sposta/Copia

Copia dimensione

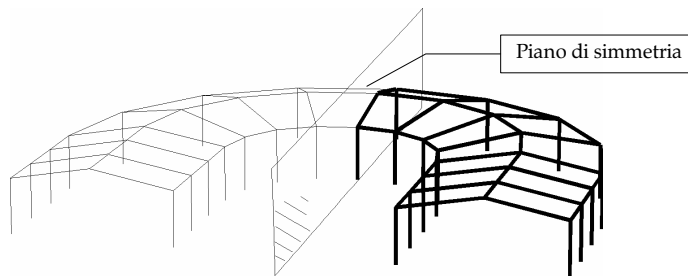
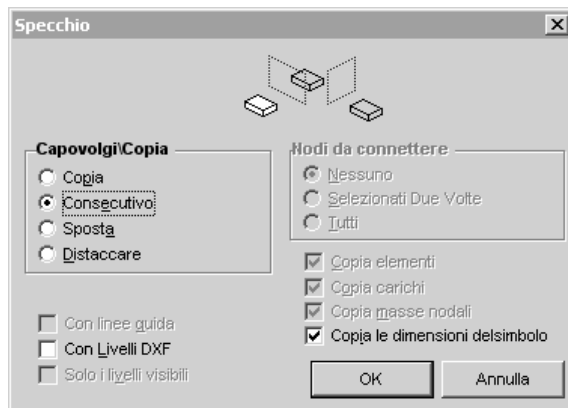
Le linee di dimensione saranno copiate solo se i nodi a cui essi sono assegnati sono selezionati.

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.

2.15.5.3. 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 è sempre parallelo a un asse globale a seconda della vista in cui ci si trova.



Opzioni
Capovolgimento

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 capovolgimento. Le linee che appartengono ai nodi spostati rimangono connesse.

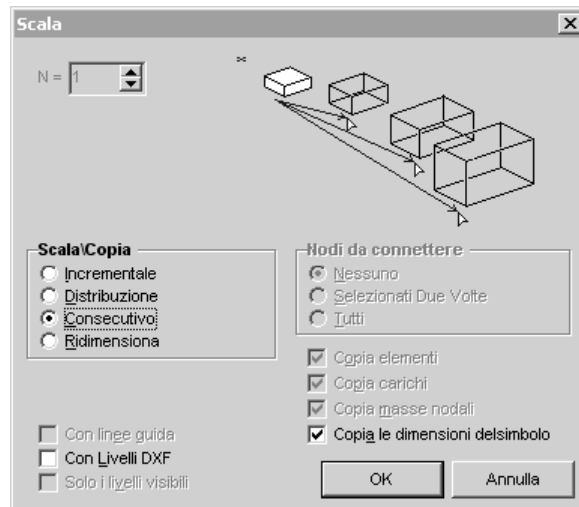
Distaccare capovolge le entità selezionate simmetricamente al piano di capovolgimento. Le linee che appartengono ai nodi spostati sono distaccate.

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.

2.15.5.4. 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... 2.15.5.1 Sposta/Copia

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

2.15.6. Modo visualizzazione



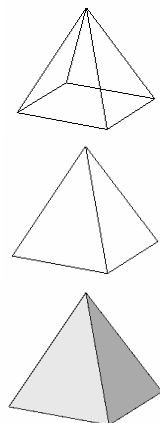
Vista per linee: Visualizza un disegno di modello wireframe. In questo modo sono visualizzati l'asse degli elementi lineari e il piano intermedio degli elementi di superficie.



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

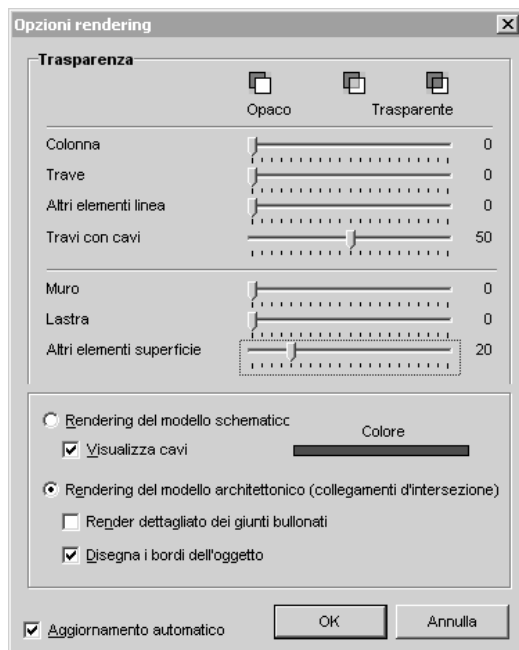


Realistico: Visualizza un disegno di modello realistico. Gli elementi di linea sono visualizzati con la loro sezione trasversale effettiva e gli elementi di superficie con il loro spessore effettivo. Gli elementi sono visualizzati con i corrispondenti colori assegnati ai loro materiali. La vista è stata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

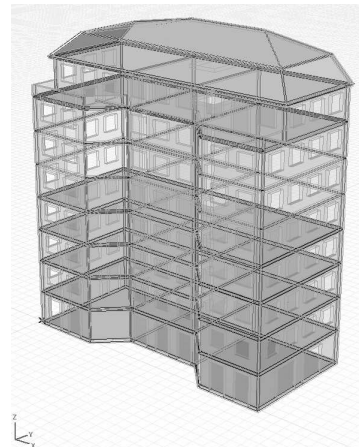
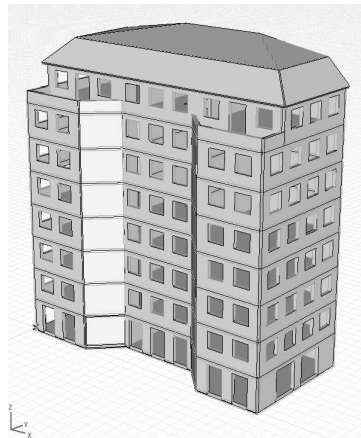


E' possibile definire la trasparenza degli elementi in *Vista / Opzioni di presentazione...* Il tipo di elemento è determinato attraverso la geometria. Gli elementi verticali sono considerati come colonne, gli orizzontali come travi, domini orizzontali come solai, domini verticali come muri.

Opzioni rendering



Trasparenza



Non trasparente

Semi-trasparente

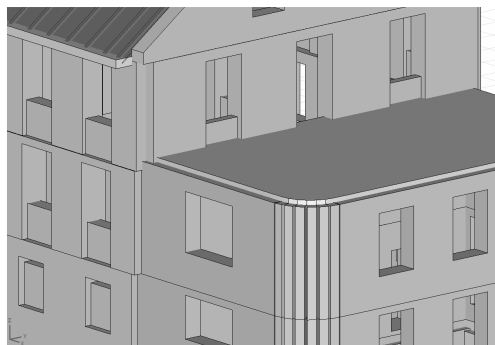
Tipo Rendering Sono disponibili due tipi di rendering:

- **Modello schematico**

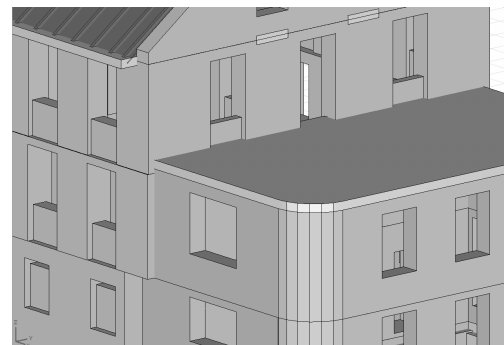
Attivando il rendering schematico si ottiene un'immagine più realistica dell'asta disegnata nel modello. Qui si può scegliere anche il colore dell'asta.

- **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.



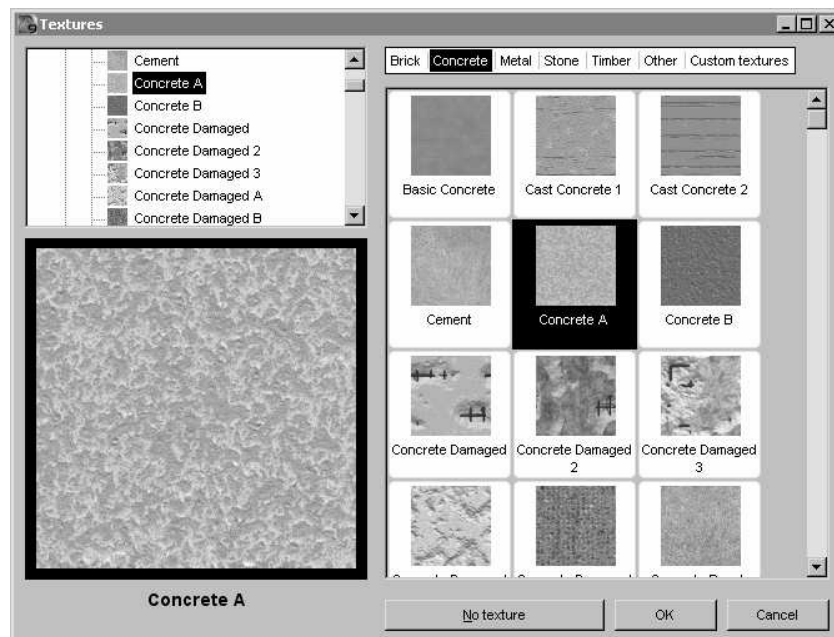
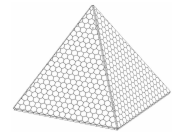
Modello schematico



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.

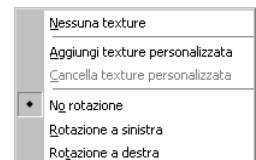


L'albero in alto a sinistra, mostra i dettagli di gruppi di materiali: mattoni, cemento, metallo, pietra, legname ed altro sulla parte destra in alto. L'ultimo gruppo (custom) è per la libreria personalizzata dell'utente. Sulla destra compaiono le textures in base alla selezione sull'albero, e sulla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

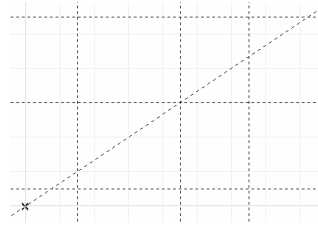


<i>Nessuna texture</i>	Rimuove la texture dal materiale corrente
<i>Aggiungi texture personalizzata</i>	24-bit True Color bitmaps (JPG or BMP) possono essere convertite in textures di 64x64, 128x128 o 256x256 pixels. Se la bitmap non è quadrata verrà aggiustata automaticamente.
<i>Cancella texture personalizzata</i>	Le texture predefinite non possono essere eliminate dalla libreria, solo la loro assegnazione può essere rimossa. Le textures personalizzate possono essere eliminate.
<i>Impostazione rotazioni</i>	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.

2.15.7. 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.

Definizione Linea Guida

Direzione X

- (Y = 0 m; Z = 0 m)
- (Y = 0 m; Z = 6,000 m)
- (Y = 0 m; Z = 12,000 m)
- (Y = 0 m; Z = 18,000 m)

Direzione Y

- (X = 0 m; Z = 18,000 m)
- (X = 6,000 m; Z = 18,000 m)
- (X = 12,000 m; Z = 18,000 m)

Direzione Z

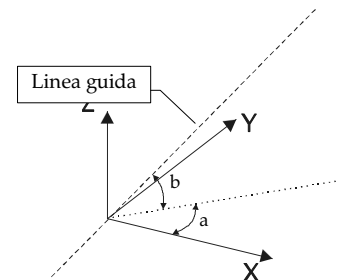
- (X = 0 m; Y = 0 m)
- (X = 6,000 m; Y = 0 m)
- (X = 12,000 m; Y = 0 m)
- (X = 18,000 m; Y = 0 m)

Obliquo

(0 m; 0 m; 6,000 m) (a = 0°, b = 90,00°)

X [m] = 18,000
Y [m] = 0
Z [m] = 12,000
a [°] = 0
b [°] = 90,00

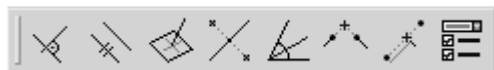
Aggiungi
Modifica
Cancella
Cancella Linea Guida
OK
Annulla



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.

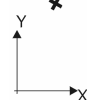
2.15.8. Strumenti Geometrici



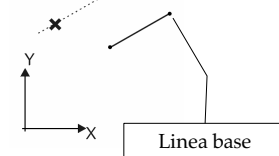
Tramite le icone degli strumenti geometria è possibile bloccare la direzione di disegno della linea.



Perpendicolare



Parallela



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.

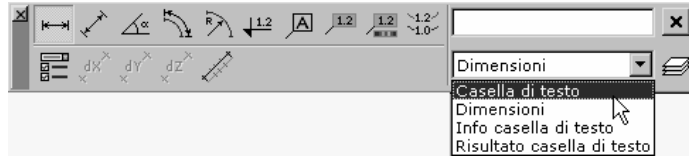
Due sono le opzioni disponibili: Crea nuovo nodo o Imposta l'origine relativa alla posizione calcolata.

2.15.9. 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 di dimensione al tre modello dimensionale, 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.

2.15.9.1. 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:

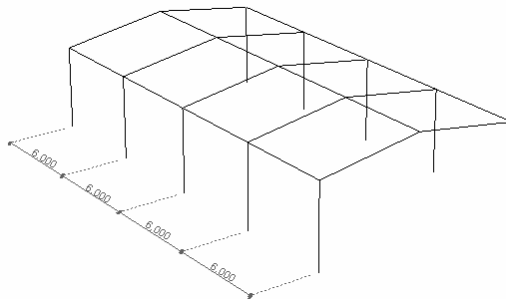
1. Click su punto di inizio di linea di dimensione e sul punto finale. Se questi punti sono collegati da una linea si può fare clic sulla linea.
2. Spostate il mouse. La nuova posizione della linea di dimensione dipende dalla direzione in cui è stato spostato il mouse. C'è un'eccezione: quando il segmento 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 impostare i segni di limite delle linee di dimensione. È possibile selezionare da nove simboli predefiniti.

Colore È possibile impostare 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/spengere la visualizzazione di linee di estensione.

Orientazione dell'etichetta È possibile impostare 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 ripristinare 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

Parametri del testo



Parametri di testo: permette di definire le impostazioni del testo sulle linee di dimensione.

Valore misurato Permette di mettere il valore misurato sulla linea di dimensione, utilizzando le impostazioni di prefisso e di suffisso correnti. Facendo clic sull'Unità e sui formati pulsante il formato di numero può essere impostato nella sezione Dimensioni della finestra di dialogo *Definisci Unità e Formati*.

Visualizzatore dell'unità di misura Visualizza l'unità di misura del valore

Unità e Formati.. Per cambiare l'impostazione corrente selezionare Unità e Formati.

Prefisso Definisce il prefisso usato con il testo delle linee di dimensione. È possibile scegliere le seguenti opzioni:

Auto (dX, dY, dZ, dL = [dipende dalla direzione])

Auto (DX, DY, DZ, DL = [dipende dalla direzione])

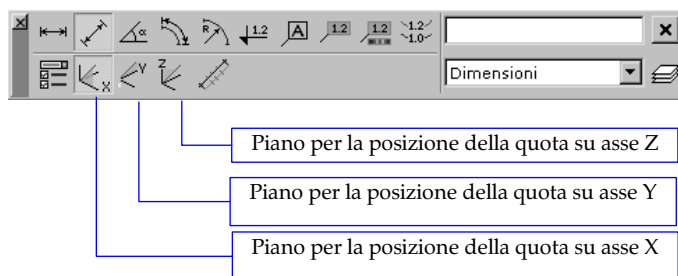
Definito dall'utente (questa opzione richiederà di immettere il prefisso).

Suffisso Definisce il prefisso usato con il testo delle linee di dimensione.

2.15.9.2. 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... 2.15.9.1. Linee 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...** 2.15.9.1. Linee 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

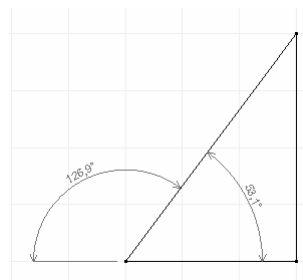
Dopo comando Scala

2.15.9.3. Dimensione angolare

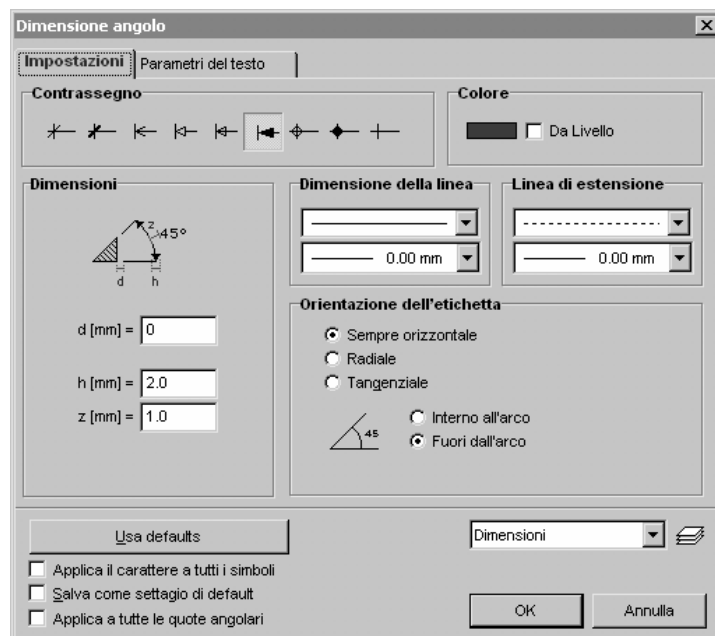


Le dimensioni di angolo associative, come il simbolo dell'angolo tra due segmenti, possono essere assegnate al modello nei seguenti passi:

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...** 2.15.9.1. Linee di dimensione ortogonali)



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

2.15.9.4. Lunghezza degli archi

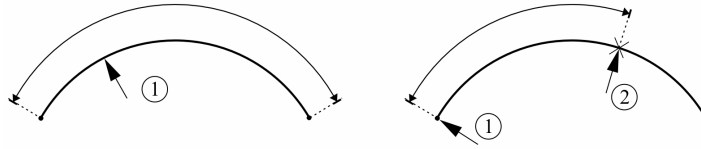


E' possibile creare il simbolo di dimensione di un arco nel modello.

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.



2.15.9.5. 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.

2.15.9.6. Segni di livello e di elevazione



1.2



1.2

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.



1.2

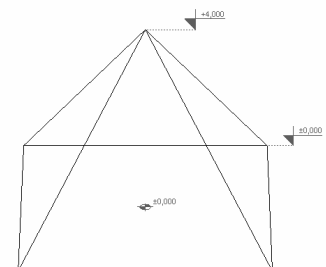
I segni di livello possono essere messi sulla vista superiore, facendo clic sul punto chiesto. La visualizzazione superiore è definita come visualizzazione nella direzione di gravità (È possibile modificarlo nella finestra di dialogo *Definizione/Gravità*).



1.2

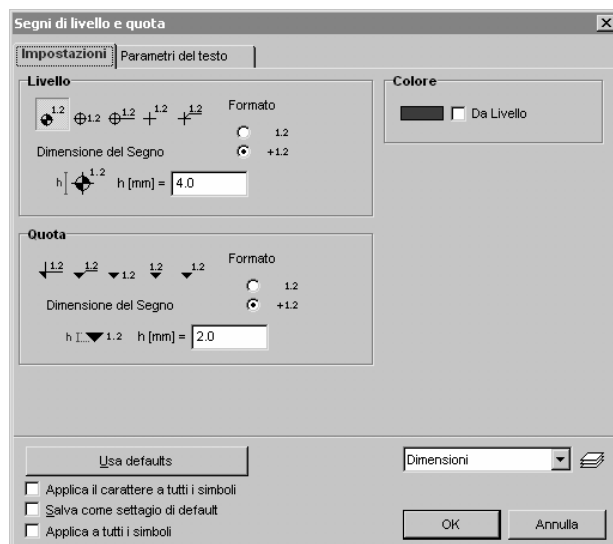
I segni di elevazione possono essere messi in visualizzazione frontale, visualizzazione laterale o in prospettiva, seguendo i passi successivi:

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.

2.15.9.7.Casella di testo

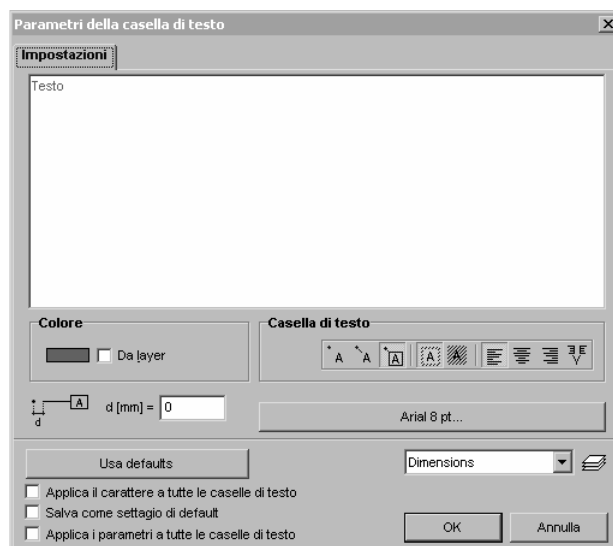


Creare una casella di testo associativa nel vostro modello.

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).

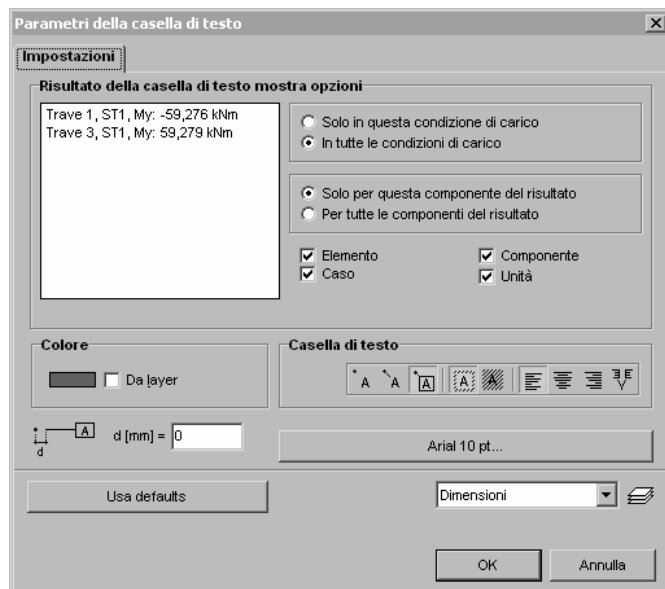
Etichette di risultato



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 M_y è visualizzata solo quando il componente M_y è selezionato.

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

**Solo in questa condizione di carico**

L'etichetta di risultato è visibile soltanto nel caso del carico in cui è stata generata.

In tutte le condizioni di carico

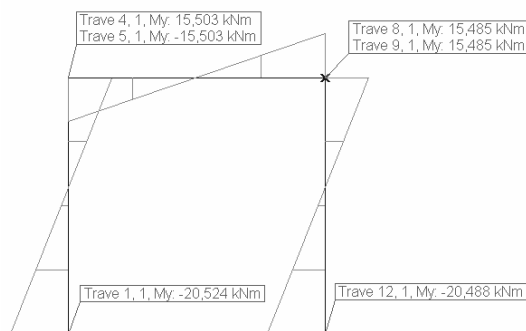
L'etichetta di risultato è visibile in tutti casi del carico. I valori reali saranno aggiornati quando cambia il caso.

Solo per questa componente del risultato

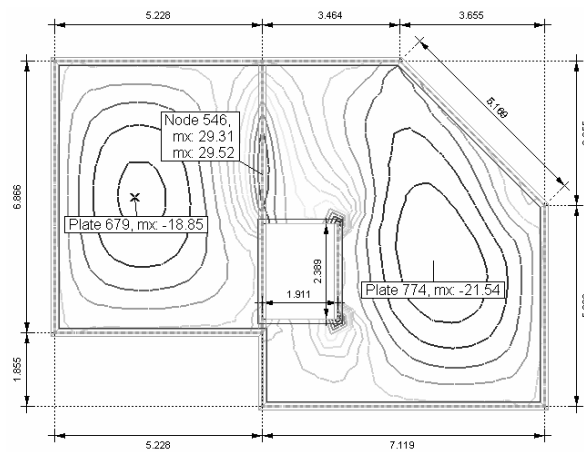
L'etichetta di risultato è visibile soltanto se il proprio componente di risultato è visualizzato.

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*.

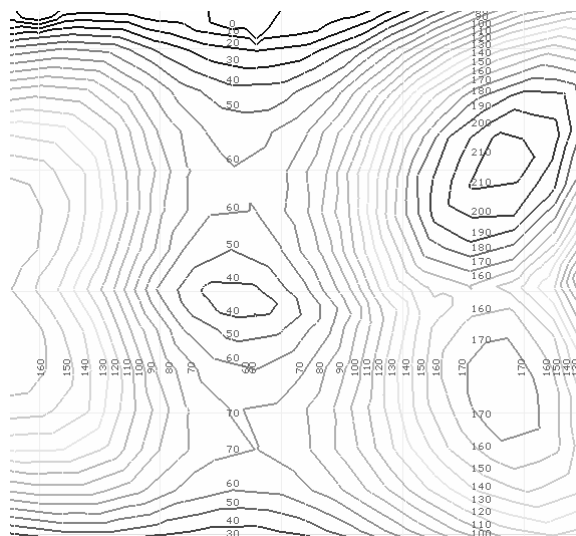
Vedere... 3.3.3 Gestore dei livelli

2.15.9.9. 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



2.15.10. Rinominare / rinumerare



I nodi, le travi, le nervature, le travi reticolari e i domini possono essere rinumerati e rinominati (La loro numerazione segue di default l'ordine di creazione)

Per rinominare e rinumerare i nodi o gli elementi, prima selezionarli e successivamente fare clic sull'icona funzione sulla barra di icone sulla sinistra.



L'elenco a sinistra mostra il numero di nodi e di elementi selezionati. Scegliere quello che si desidera rinominare / rinumerare.

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.

Ripristino valori originari 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.

Per attivare / disattivare la visualizzazione dei numeri / nomi di elementi, aprire la finestra di dialogo Opzioni di visualizzazione (vedi. ... 2.15.14 Opzioni di visualizzazione) o utilizzare il tasto rapido (vedi .. 2.16 Tasti Rapidi)

2.15.11. 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.

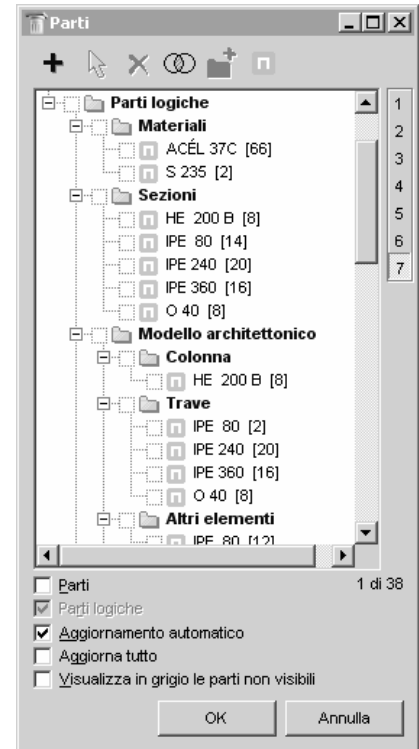
Se è attiva più di una parte, compare la scritta 'n parti', dove n è numero delle parti attivate.

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, 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 scattando il 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 deselectionarle o selezionarne altre.

Elimina



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

Elimina tutto

Permette la cancellazione delle definizioni di tutte le parti. Il modello non è cancellato

Operazioni logiche



È possibile creare una nuova parte attraverso l'elaborazione di operazioni logiche di parti del modello definite dall'utente.

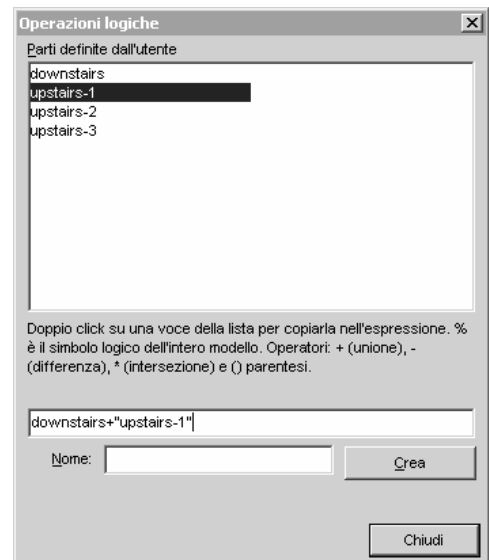
Si possono specificare un set di operazioni.

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.



Opzioni di
visualizzazione

Le opzioni di visualizzazione funzionano nel modo seguente:

Tutto

Accende o spegne tutte le parti nell'elenco.

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.

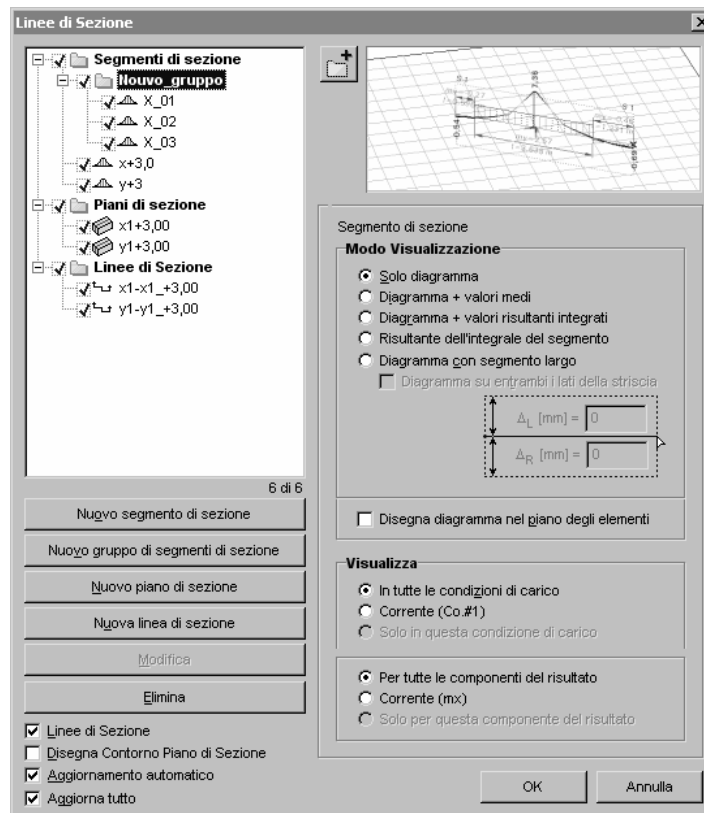
Visualizza in grigio le parti non visibili

Se è attivo il resto del modello non attivo viene visualizzato in grigio.

2.15.12. 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.



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.

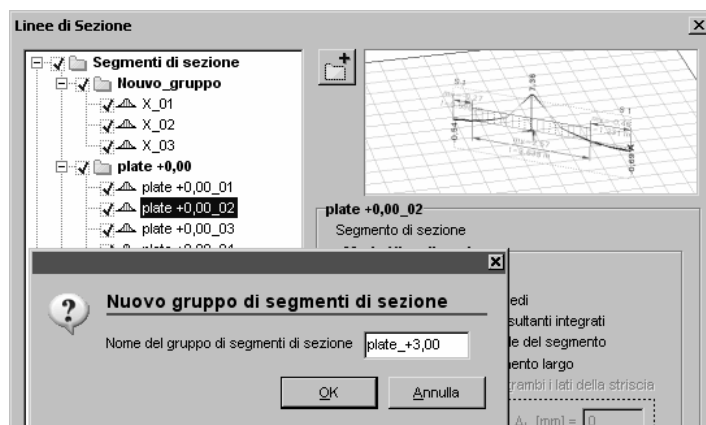
Scegliendo il modo Sezione per visualizzare i risultati, i diagrammi (bidimensionali) vengono presentati su linee di sezione, piani e segmenti.

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.

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*.

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 multiselezione e operazioni comuni.

Settando a on/off una cartella tutto il contenuto assume gli stessi settaggi.

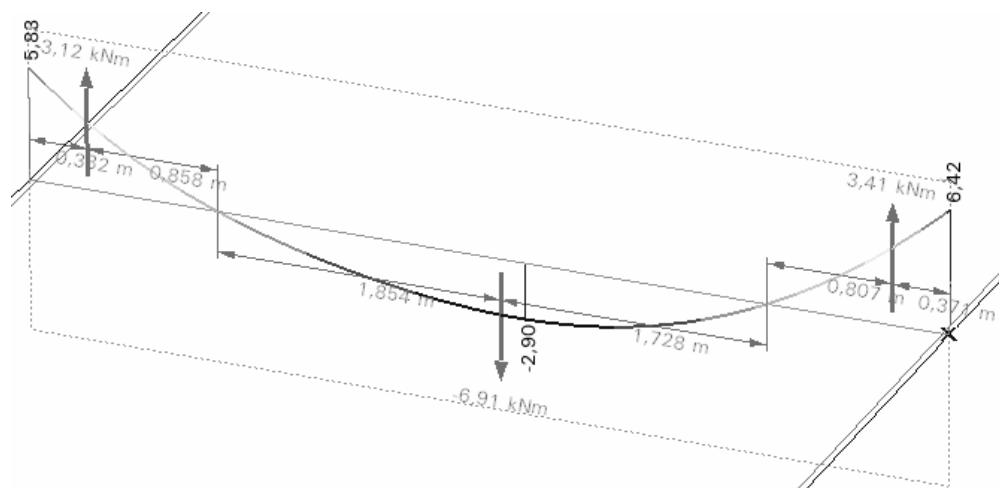
Nuovo segmento di sezione

Per definire un segmento scegliere due punti di un dominio o su domini nello stesso piano.

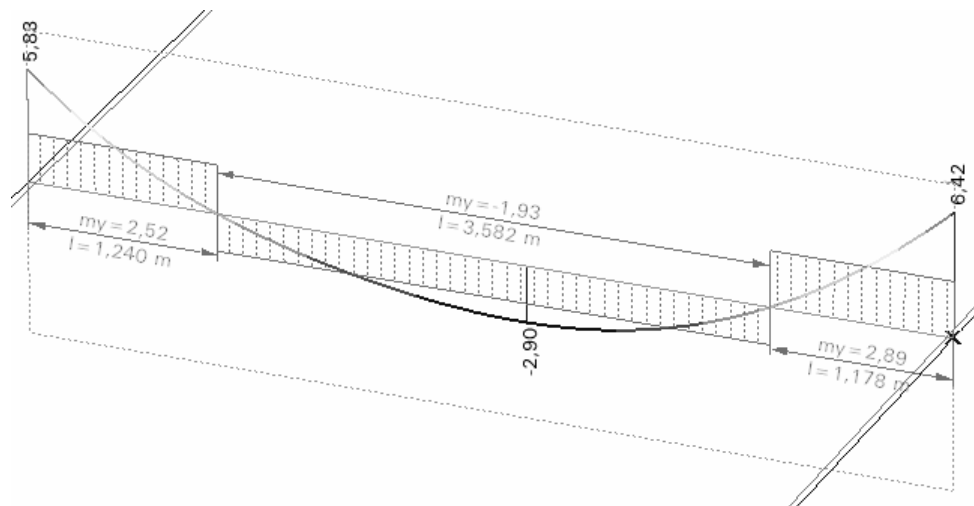
Usando i pulsanti di scelta è possibile controllare come sono visualizzati i diagrammi delle sollecitazioni. È possibile specificare la larghezza sinistra o destra del segmento.

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.



Visualizzazione della risultante dei valori integrati

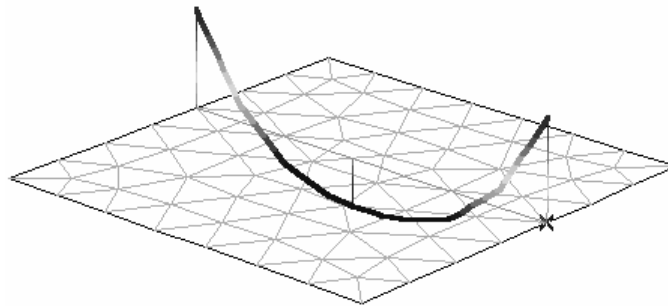


Visualizzazione dei valori medi

Nuovo piano di sezione

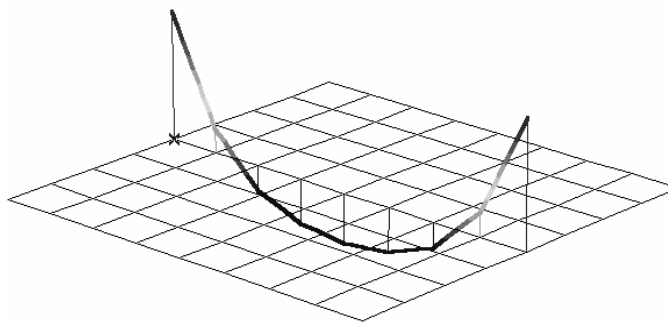
Per creare i piani di sezione, cliccare su *Nuovo piano di sezione* ed assegnare un nome per ogni sezione. Poi bisogna selezionare due punti che definiscano il piano di sezione. Quindi selezionare **OK** nella barra delle icone di selezione per salvare. Nella vista in prospettiva vanno definiti tre punti 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 OK 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.

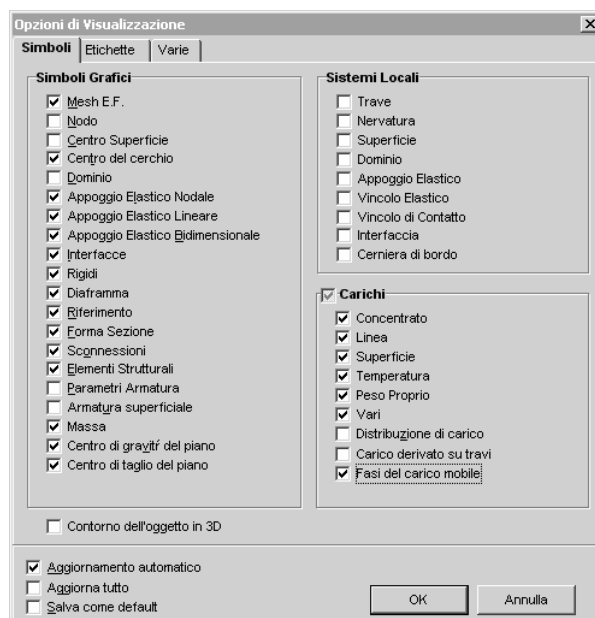
2.15.13. Trova



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).



2.15.14. Opzioni di visualizzazione



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.

Simboli

Abilita/disabilita la visualizzazione di simboli.

Simboli grafici Mesh EF

Abilita la visualizzazione delle linee interne della maglia.

☞ Quando è disabilitato sono visualizzate solo le linee di contorno.

Nodo

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

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.

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 elastico lineare

Permette la visualizzazione dei vincoli di bordo.

- ☞ I vincoli di bordo 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.

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

Cerniere di bordo:

- ☞ Cerchi sui bordi.

Elementi strutturali

Simbolo usato:

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

Parametri armatura

Abilita la visualizzazione dell'assegnazione dei parametri dell'armatura per elementi superficie.

Massa

Abilita la visualizzazione dei simboli delle masse concentrate.

- ☞ Doppio cerchio rosso.

Baricentro delle masse del piano

- ☞ Consente la visualizzazione del baricentro delle masse di ogni piano. AxisVM converte i carichi dei casi di carico utilizzati per calcolare le vibrazioni per l'analisi sismica nelle masse dei piani e calcola il baricentro delle masse per ogni piano. I baricentri delle masse sono visualizzati con un simbolo +s di color nero con Gmi dove i è il numero del livello.

Centro di taglio del piano

Il centro di taglio del piano è determinato dalle sezioni della parete nell'livello del piano. Per determinare il centro di taglio viene utilizzato il metodo delle sezioni di pareti sottili.

 Consente la visualizzazione del centro di taglio di ogni piano.

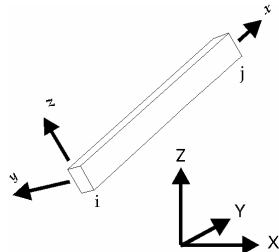
AxisVM calcola il centro di taglio trovando la sezione della parete e utilizzando lo stesso metodo delle sezioni di pareti sottili. I centri di taglio con un simbolo +s di color rosso, con Si dove i è il numero del livello.

Contorni oggetto 3D

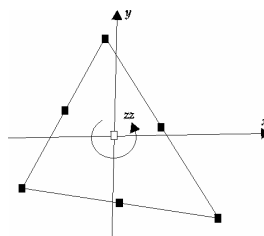
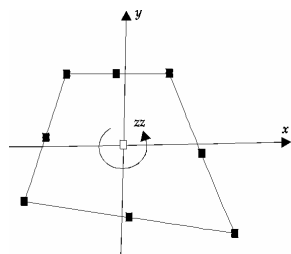
Visualizza il modello statico con contorni 3D .

Sistemi locali

Abilita la visualizzazione degli assi degli elementi nel sistema locale di coordinate.



Sistema di Coordinate Locale dell'Elemento Trave.



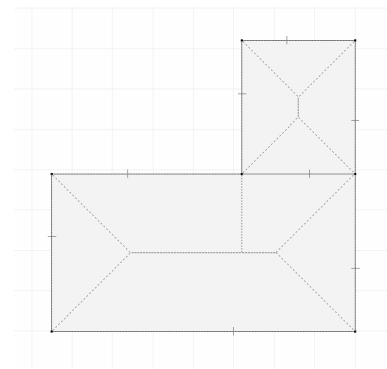
Sistema di Coordinate Locale di Elementi Bidimensionali.

Carichi

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, 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*.



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.

Aggiornamento automatico

Se è acceso con qualsiasi cambiamento si ottiene il ridisegno immediato della finestra attiva

Aggiorna tutto

I cambiamenti influiranno su tutti i pannelli in modo multifinestra.

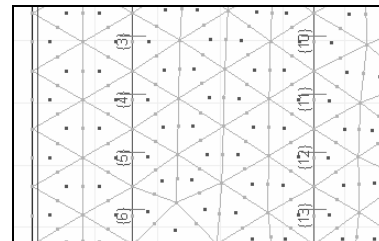
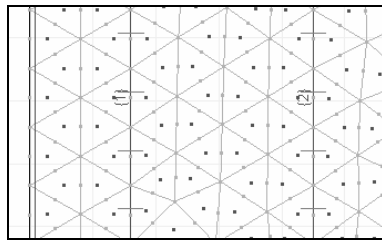
Salva come default

Consente di salvare le impostazioni di visualizzazione dei simboli, come impostazione predefinita per i modelli futuri.

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/Dissattivando *Etichette visibili indipendentemente dalla prospettiva* si aprono/chiudono le etichette delle linee viste dalla direzione delle loro assi (visti come punti).

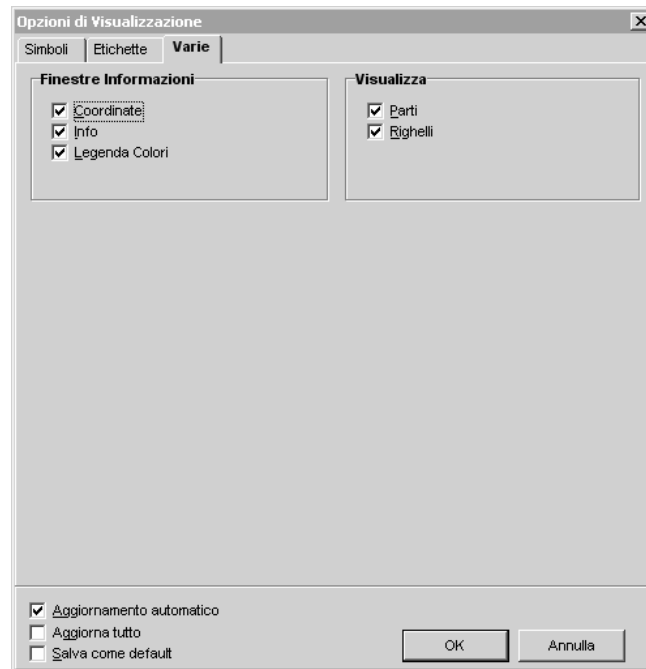
Proprietà

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.

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.

Varie



Finestre informazioni

Coordinate

Abilita la visualizzazione della finestra Coordinate.

Vedere... 2.17.2 Finestra delle Coordinate

Info

Abilita la visualizzazione della finestra di Stato.

Vedere... 2.17.1 Finestra Info

Legenda Colori

Abilita la visualizzazione della finestra Legenda Colori.

Vedere... 2.17.3 Finestra Legenda Colori

Visualizza

La visualizzazione delle parti e delle linee guida può essere accesa e spenta.

Parti

Abilita/disabilita la visualizzazione delle parti.

Linee guida

Abilita/disabilita la visualizzazione delle linee guida.

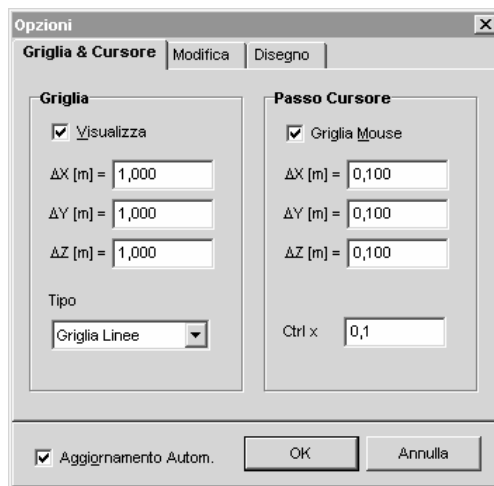
2.15.15. Opzioni



Permette la selezione delle opzioni per impostazione della griglia, cursore, redazione, parametri di disegno e codice di progetto.

2.15.15.1. 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 preme un 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. Il 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.

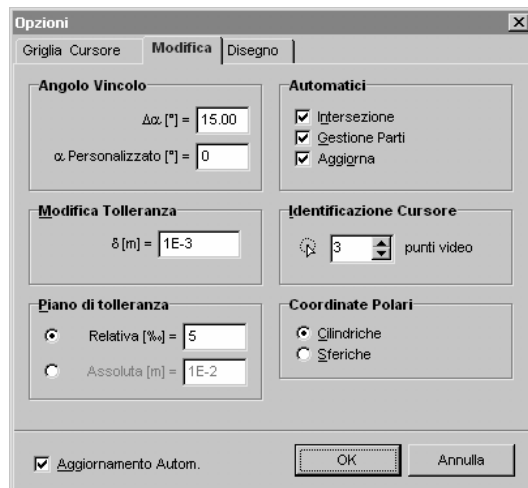
Vedere... 4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore



Se il passo griglia e il passo cursore sono impostati allo stesso valore i nodi saranno posizionati con il passo della griglia.

2.15.15.2. Modifica

Modifica

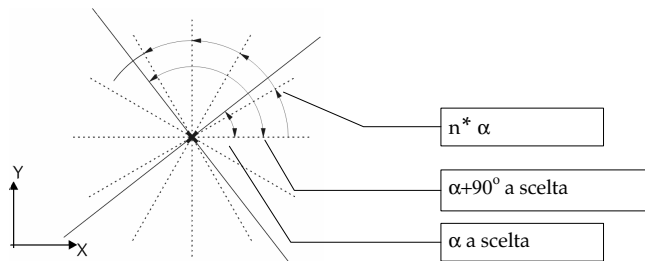


Angolo Vincolo

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:

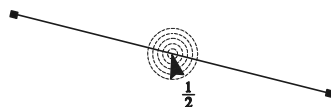
Imposta l'aggiornamento dello schermo in modalità automatica.

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
Absoluta [m] un valore dato

Coordinate polari - Cilindriche
 - Sferiche

Vedere... 4.3.2 Coordinate Polari

2.15.15.3. 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.

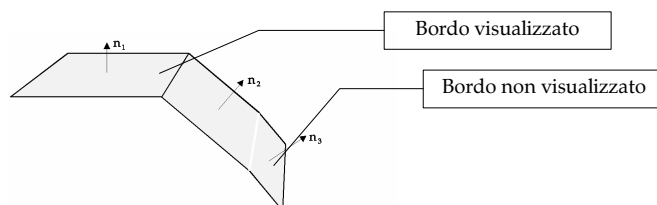
Carico lineare

Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo dei carichi lineari

Carico superficiale

Imposta la dimensione di visualizzazione del simbolo dei carichi distribuiti.

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.

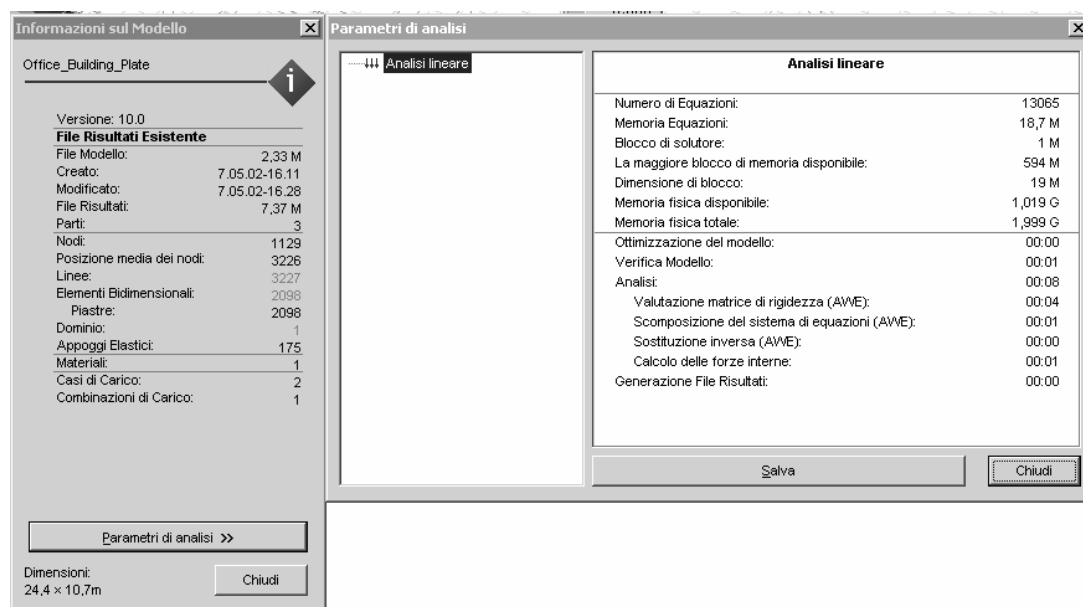
Fattore zoom Imposta il fattore di ingrandimento/riduzione dei comandi zoom associati ai tasti [+] e [-].

2.15.16. Informazioni sul modello



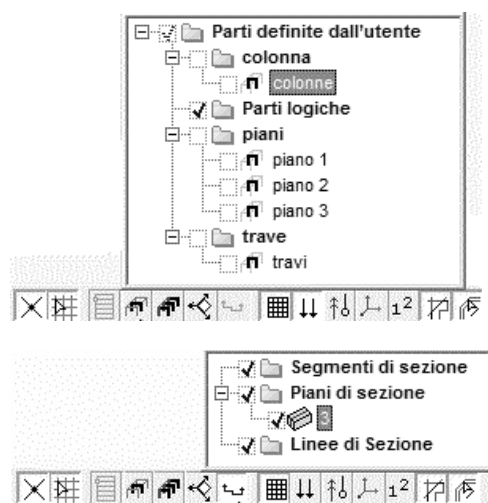
Mostra i parametri principali del modello.

Facendo clic sul pulsante Parametri di analisi, è possibile studiare alcuni parametri dell'ultima analisi (l'utilizzo della memoria, tempo di esecuzione). Questa informazione è disponibile solo se il modello è stato analizzato con la Versione 10.



2.16. 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*. Le icone sono posizionate in basso a destra nell'area grafica.



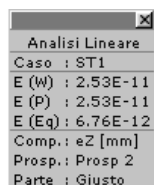
	Auto Intersezione
	Mouse Snap
	Piani
	Parti in vista ad albero
	Visualizza parte degli elementi selezionati
	Piano di lavoro
	Linee e piani e segmenti di sezione
	Mostra Mesh
	Visualizza Carichi
	Visualizza Simboli
	Visualizza Coord. locali
	Numerazioni
	Livello di fondo
	Vista del livello di fondo

☞ Alcune di queste impostazioni sono disponibili anche da icone di schermo e di servizio.

2.17. 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 dello schermo.

2.17.1. Finestra Info



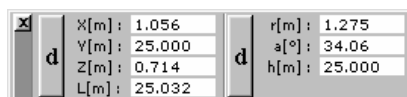
Mostra informazioni sulla visualizzazione dei risultati come: parte(i) attive, impostazione di prospettiva corrente, tipi di analisi, codice di progettazione corrente, caso di carico corrente o combinazione di carico, errori di soluzione, componente di risultato corrente.

Per l'illustrazione dei parametri E(U), E(P), E(W), E(EQ).

Vedere... 5 Analisi e 5.1 Analisi Statica.

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*.

2.17.2. Finestra delle Coordinate



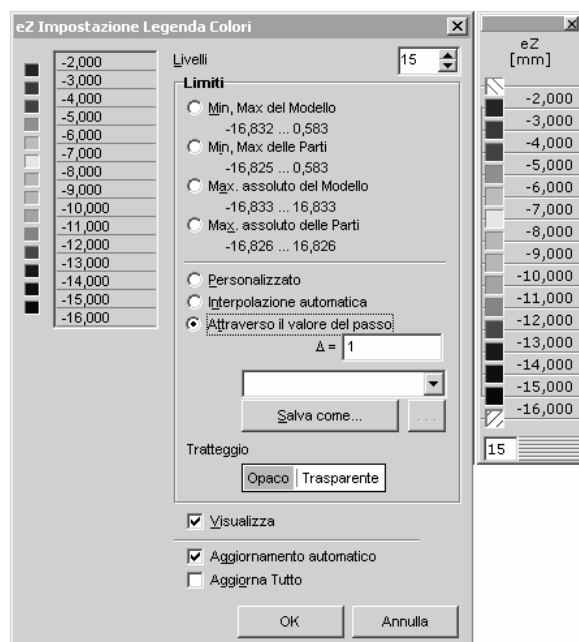
Vedere... 4.4 Finestra Coordinate

2.17.3. Finestra 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.



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.

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 criterio 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

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 configurazioni delle barre.

E' possibile definire se visualizzare tutti gli schemi o solo quelli con le parti visibili attive.

Finestra di dialogo **Armatura** con i seguenti campi e controlli:

- $\varnothing$ [mm] = 12 (menu a tendina)
- Spaziatura [mm] = 200 (menu a tendina)
- Botone **Aggiungi**
- Tabella con i seguenti dati:

Diametro	Distanza	Quantità
$\varnothing$ 16	200	1005
$\varnothing$ 12	200	565
- Calcolo: A_s [mm²/m] = 1571
- Bottoni **OK** e **Annulla**

2.17.4. Finestra per la gestione della prospettiva

Finestra di dialogo per la gestione della prospettiva con i seguenti controlli:

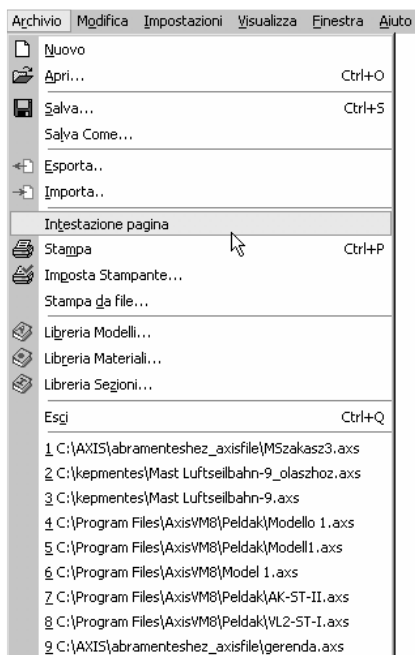
- Selettori per H (22), V (76), P (0)
- Icone per la visualizzazione (cubo, sfera, cilindro)
- Icone per i sistemi di coordinate (X, Y, Z)
- Input per **Distanza Osservatore**
- Menu a tendina con il nome della prospettiva (prospet1)
- Botone **OK**

Vedere... 2.15.3 Viste

Pagina lasciata intenzionalmente in bianco

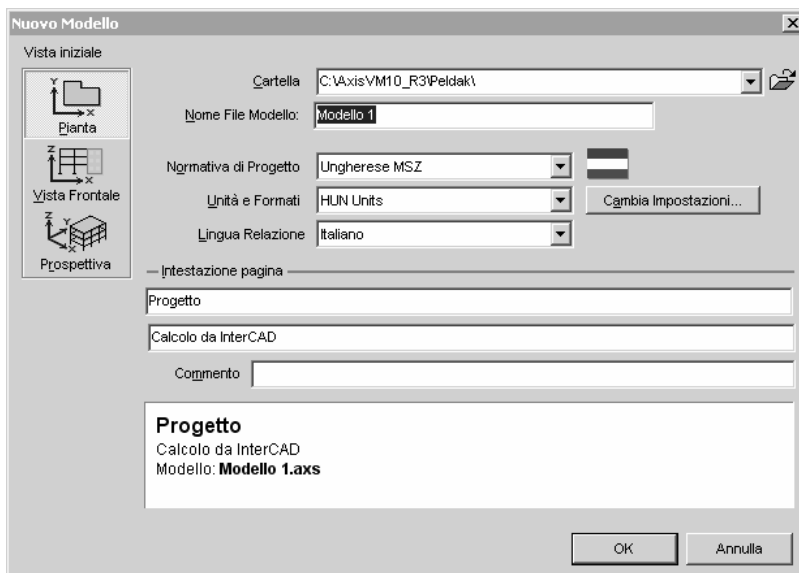
3. Il Menù principale

3.1. File



I comandi del menù sono descritti sotto.

3.1.1. Nuovo



Creare un nuovo modello senza titolo. 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 'Salva 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.

3.1.2. Apri



[Ctrl]+ [O]

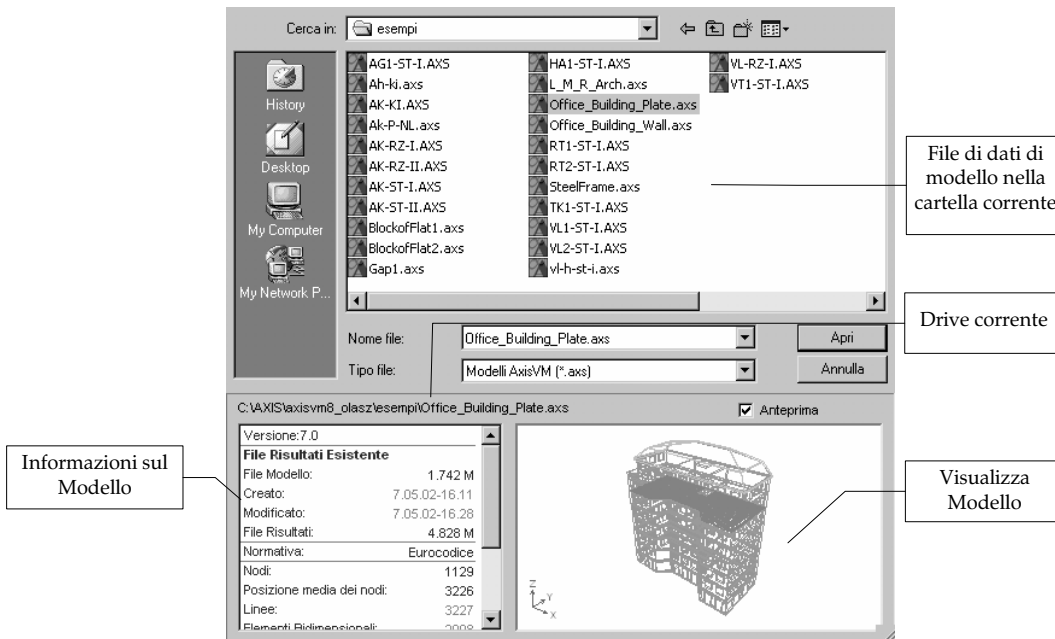
Carica in AxisVM. un modello esistente Se non si è salvato il modello corrente, appare una finestra che chiede se lo si vuole salvare prima di cominciare la nuova sessione. Vedere i comandi 'Salva' e 'Salvata come' per maggiori informazioni su come salvare il modello corrente..

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.



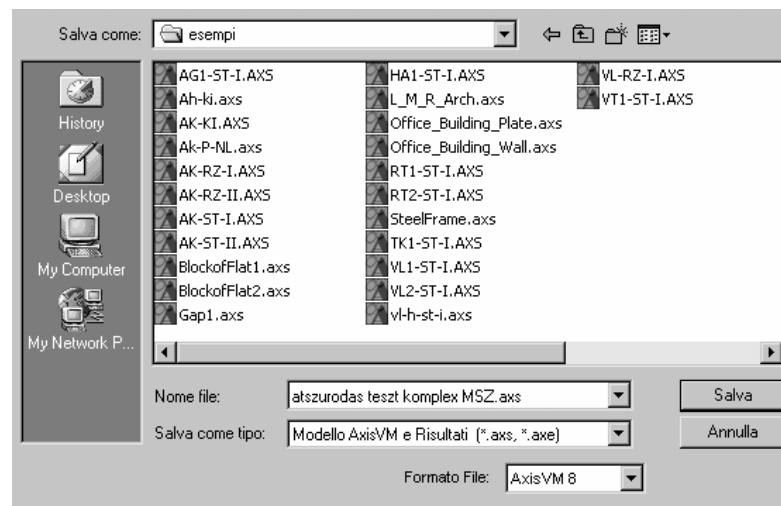
AxisVM salva i dati del modello in file del tipo Modelname.AXS (dati di input) , e Modelname.AXE (risultati). Entrambi i file contengono lo stesso identificatore univoco per ogni salvataggio e questo rende possibile il controllo della stessa versione del modello dei file con estensione AXS e AXE.



3.1.3. 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.

3.1.4. 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 esistente, ma si vuole tenere la versione originale. Selezionando questo comando si aprirà la finestra di dialogo Salva come.

Conversione Modelli I modelli creati con versioni precedenti di AxisVM (se applicabile) saranno convertiti nel formato della versione corrente la prima volta che vengono aperti. Il comando *File / Salva come / Formato File* permette di salvare il modello nei formati delle versioni precedenti di Axis-3D.

☞ *Il comando File / Salva come.. / Formato consente di salvare il modello compatibile con le versioni precedenti ad AxisVM10.*

3.1.5. Esporta

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.

Tre formati diversi sono disponibili per produrre un file DXF.

- AutoCAD 2000 DXF file
- AutoCAD R12 DXF file
- AutoCAD progetto armatura

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.

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.

IFC 2x, 2x2,2x3 file 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.

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).

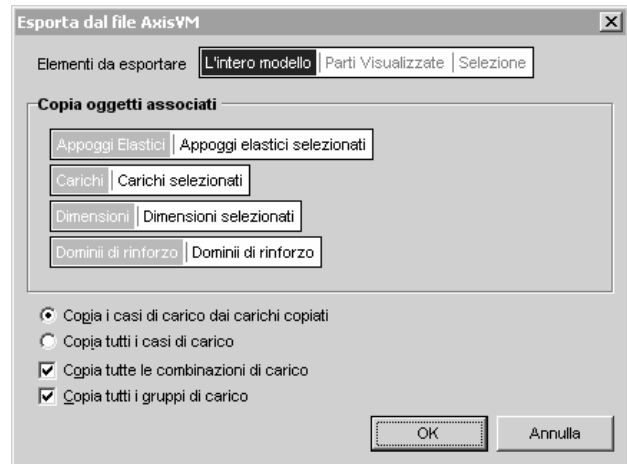
AxisVM Viewer Consente di salvare il modello in formato (*.axv) riconosciuto da AxisVM Viewer.

Vedi... 7. AxisVM Viewer come Esperto di Visualizzazione

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...** 3.2.6 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. Import



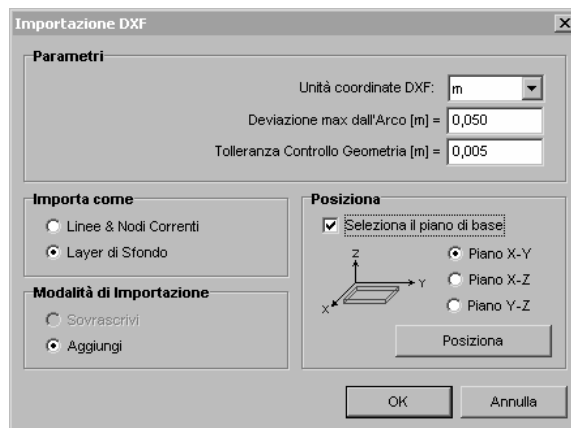
AutoCAD *.dxf

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. Selezionando questo comando e selezionato il file da importare, apparirà la seguente finestra di dialogo.

Importazione model



 *Le ellissi saranno convertite in poligoni solo se caricate come elementi attivi altrimenti rimangono ellissi.*

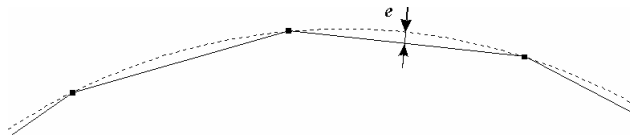
 Il piano di sfondo è visualizzato in verde sullo schermo.

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 unificati 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

Posizione

È possibile specificare il piano del layer DXF (X-Y, X-Z, or Y-Z).

Il pulsante Posto permette di posizionare graficamente il disegno importato DXF nello spazio modello.

IFC 2.0
IFC 2x
IFC 2x3
*.ifc file

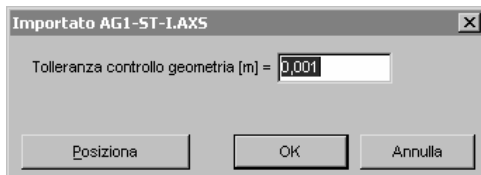
Importazioni degli oggetti da un modello architettonico salvato come un file IFC. Gli oggetti importati possono essere mostrati in 3D come sfondo o possono essere convertiti a un modello di calcolo assegnando materiali, sezioni trasversali, ecc. I modelli architettonici esistenti sono sovrascritti da quello nuovo.

È 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.

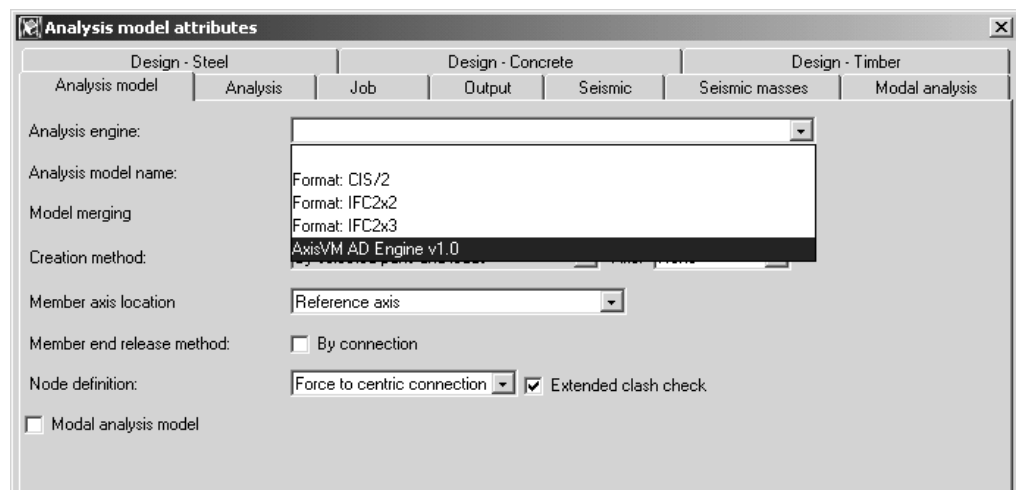
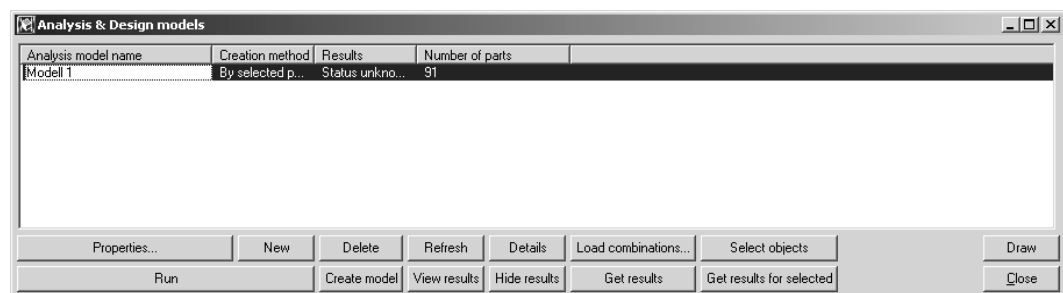
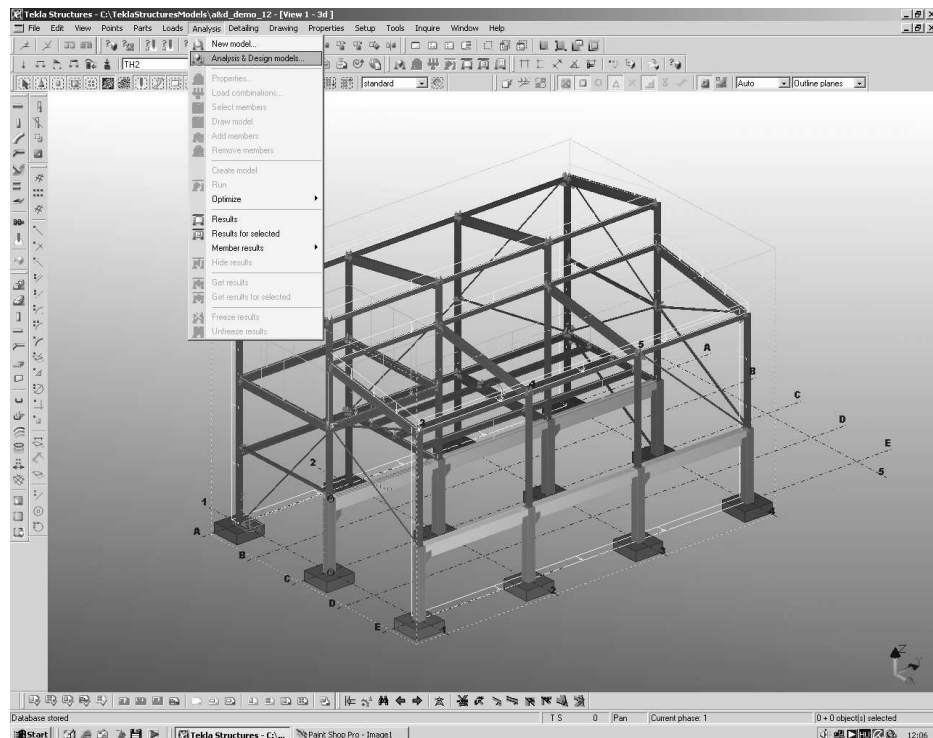
Modello statico	Dalla versione 2x3 IFC è possibile esportare dettagli del modello statico come: nodi, tipologie, supporti, carichi, combinazioni di carico. Le opzioni del modello statico sono disponibili solo se il file le contiene descritte come oggetti architettonici quali: colonne, travi, muri, solai, 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... 4.9.20 Creazione del modello strutturale da un modello architettonico
	 <i>Esportando un modello da ADT (Architectural Desktop) spegnere l'intersezione automatica di pareti prima di creare il file IFC.</i>
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 mantenute 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.
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.

3.1.7. Collegamento TEKLA - AXISVM

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 <pre>!REGISTER_AXISVM.BAT !REGISTER_TKLA.BAT</pre> Se il collegamento fallisce è consigliato eseguire questa registrazione di nuovo ogni volta.
--------------	--

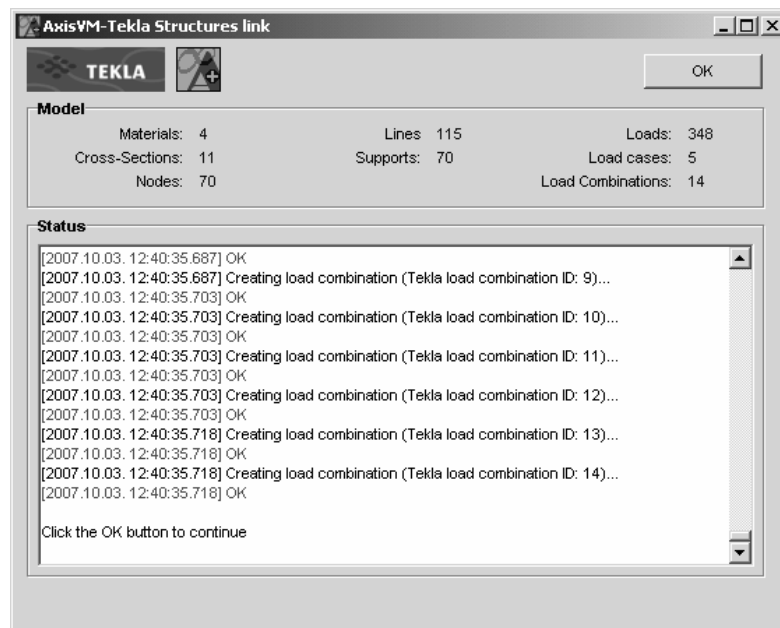
Collegamento

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*.

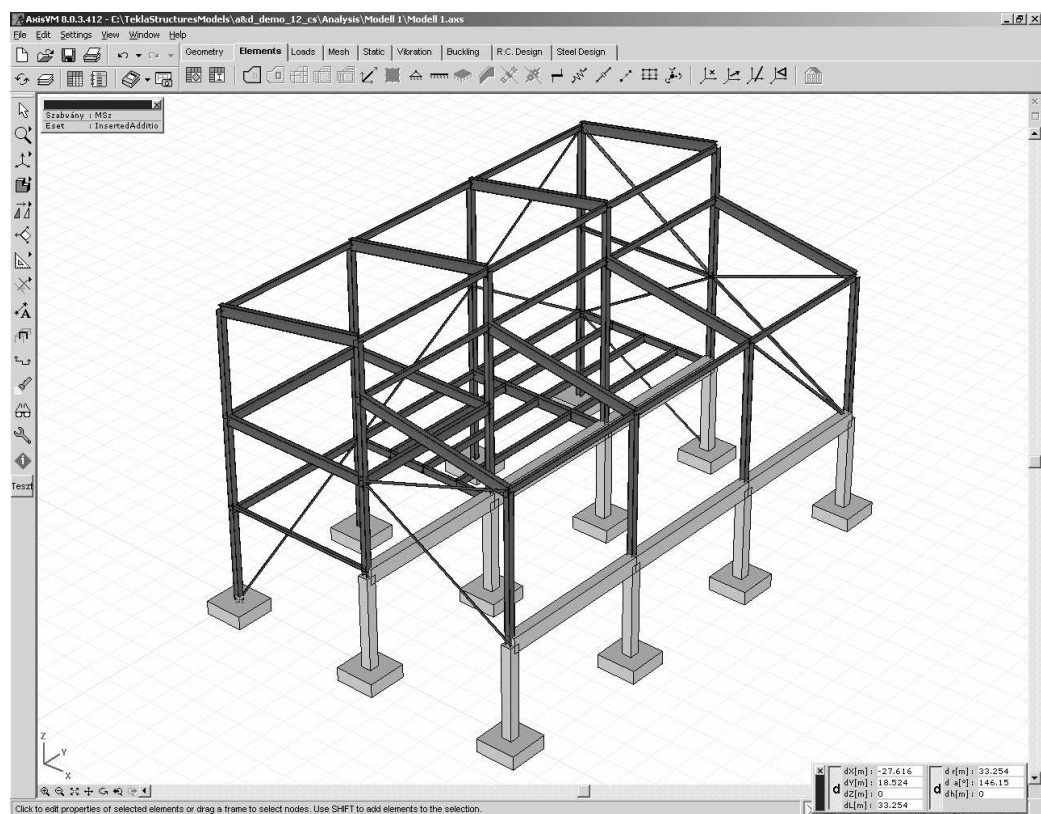


Se AxisVM AD Engine non appare nell'elenco a discesa la registrazione non ha avuto successo e deve essere ripetuta.

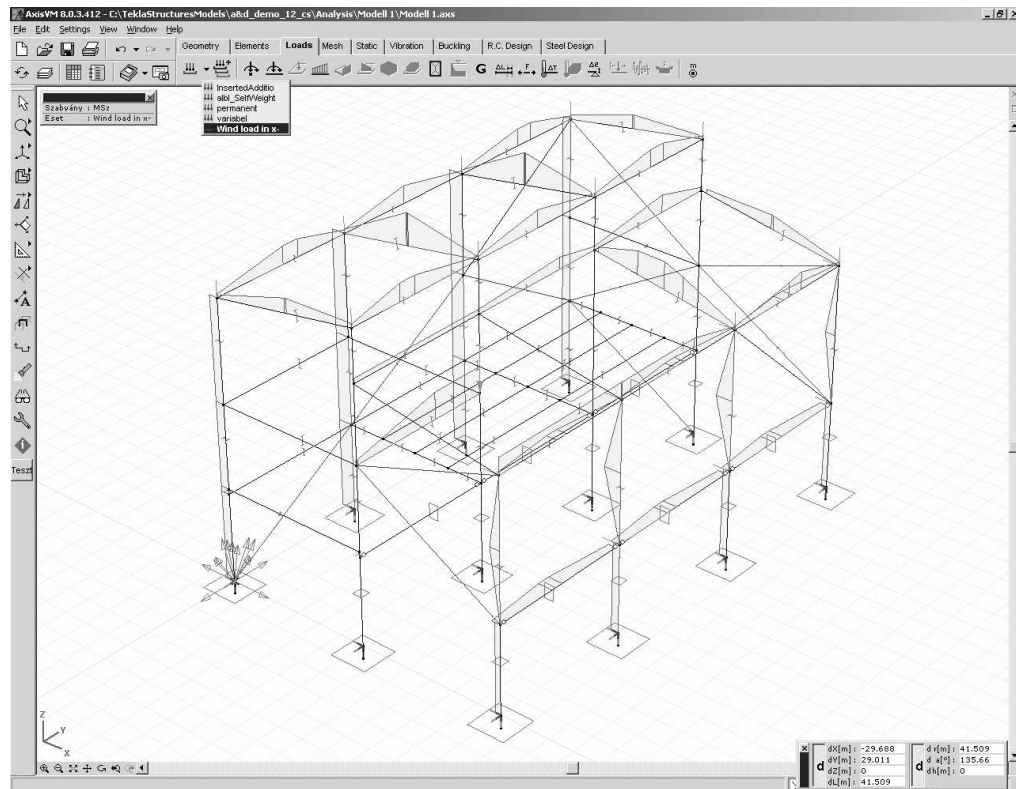
Ritornando alla finestra *Analysis & Design models* cliccare su *Run* per iniziare il trasferimento del modello. Lo stato del processo viene mostrato in dialogo. Se il trasferimento è completato con successo fare clic sul pulsante OK per vedere il modello in AxisVM.



Il modello si è trasferito ad AxisVM:



I carichi ed i casi di carico specificati in Tekla Strutture sono convertiti:



3.1.8. Intestazione pagina

Permette di specificare un testo di testata (due linee), che contiene il nome del progetto e del progettista. Appaia in cima a ogni pagina stampata. Può essere aggiunta un'altra linea di commento.

Intestazione
pagina

3.1.9. 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.

3.1.10. Stampa



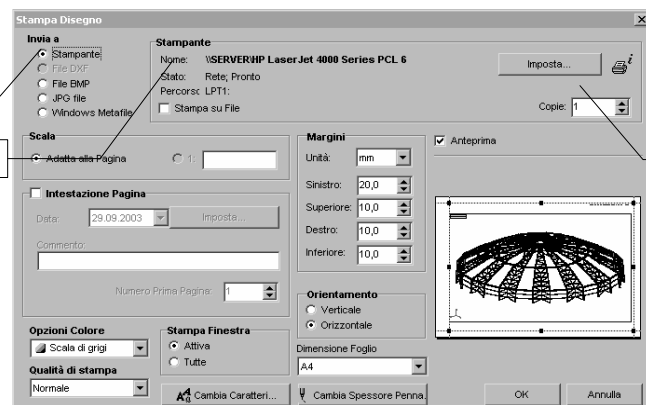
[Ctrl]+ [P]

Stampa Disegno

Permette di stampare il modello con le impostazioni correnti di visualizzazione e di impostare la stampante e la pagina.

Uscita

Stampante corrente



Impostazione stampante

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)

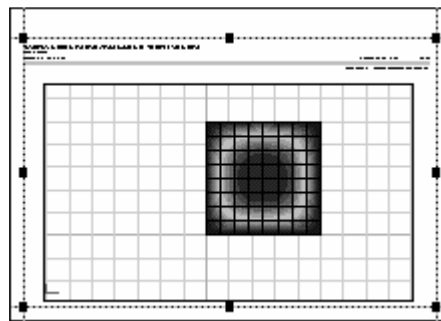
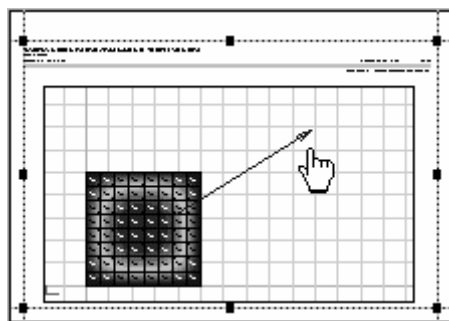
Permette di impostare le dimensioni e le unità dei margini di pagina. Si possono anche trascinare le linee di margine per un angolo o per i lati all'interno dell'anteprima.

Dimensione Bitmap (BMP, JPG)

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

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.

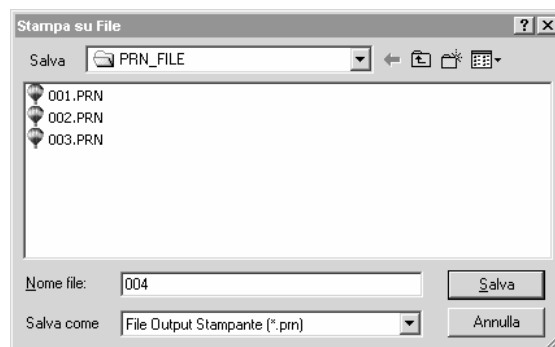
**Finestre da stampare**

Permette di stampare tutte le finestre attive o visualizzate.

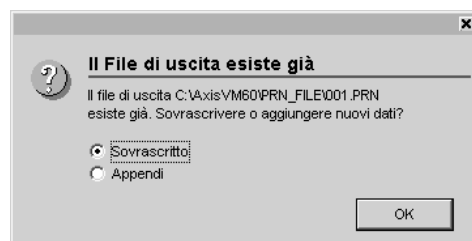
Stampa su file

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.



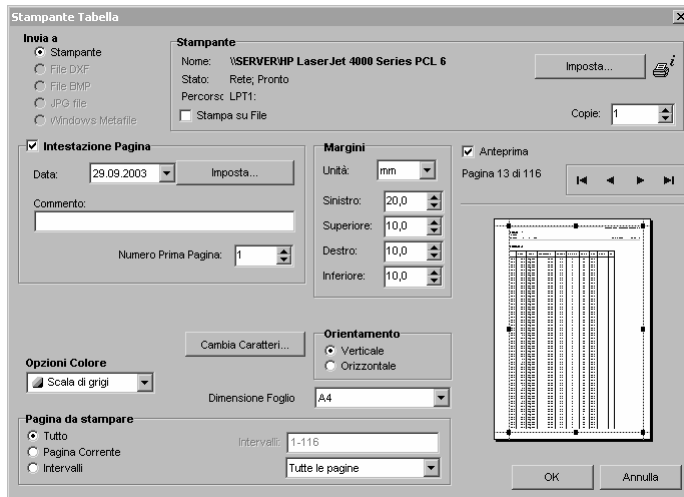
Volendo stampare sempre su file, si può scegliere questa configurazione andando su Avvio/Impostazioni/Stampanti e andando su Proprietà della stampante per cui si vuole salvare su file e configurare così la stampa sulla porta *File*.

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.

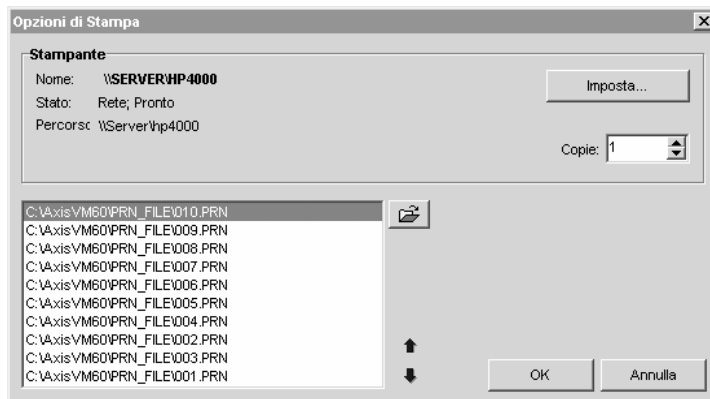
Stampante Tabella



3.1.11. 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.

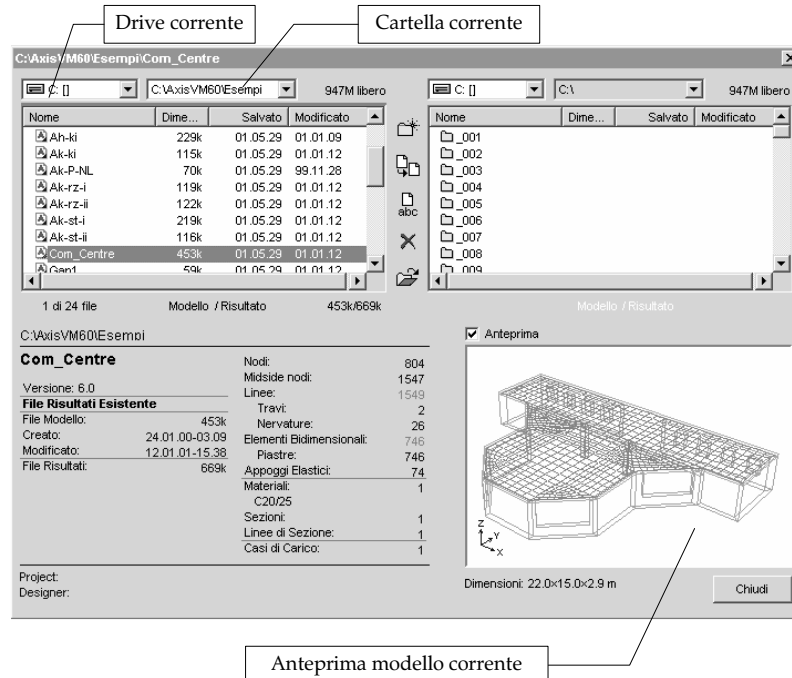
3.1.12. Libreria Modelli



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

Apri 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.

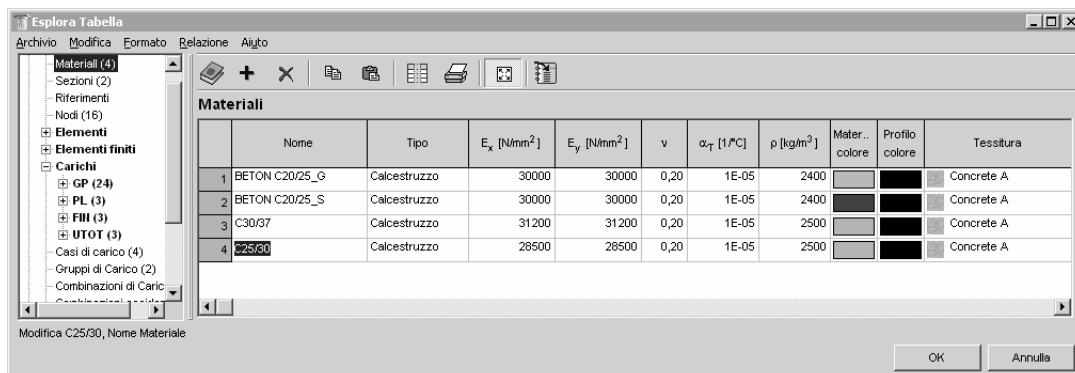
Chiudi

Chiude la finestra di dialogo Libreria Modelli.

3.1.13. 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 *Librerie/Libreria Materiali*.

4.9.7 Elementi Lineari, 4.9.20 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 MSz, Eurocode, DIN-1045, DIN-1045-1, NEN, SIA-162, STAS 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



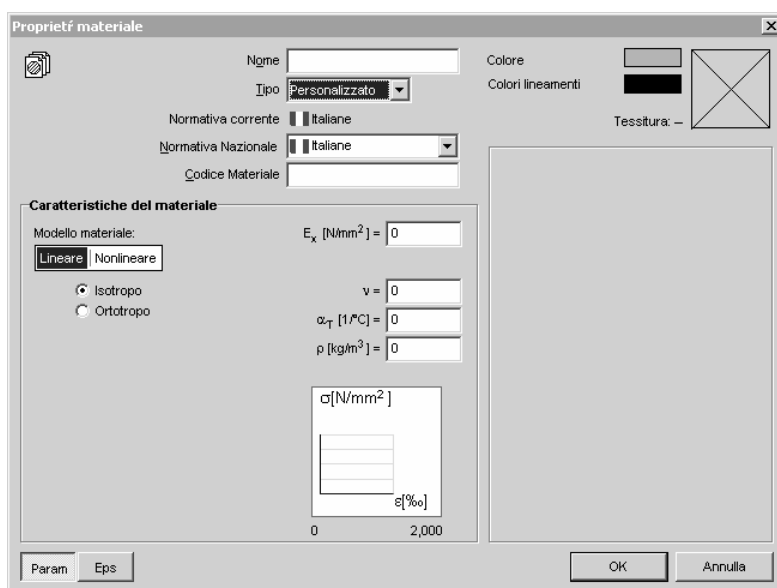
[Ctrl+Ins],

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.



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, altro]
 Codice usato, codice materiale
 Nome materiale
 Colore di riempimento sullo schermo
 Colore di linea di contorno sullo schermo
 Texture

Parametri d'analisi Potete specificare il materiale come isotropo o ortotropo.

E_x	Modulo di Young di elasticità nella direzione locale x
E_y	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)

☞ Legno:

ρ è la densità 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.

Parametri di progetto I parametri di progettazione dipendono dal tipo materiale e dal codice di progettazione.

EC, DIN 1045-1, 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)
NEN	acciaio	$f_{y,d}$	Tensione di snervamento
		f_{yt}	Tensione ultima
		f_{yd}^*	Tensione di snervamento (40mm < t < 100mm)
		f_{yt}^*	Tensione ultima (40mm < t < 100mm)
EC, Italian	calce- struzzo	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
DIN 1045-1	calce- struzzo	f_{ck}	Rottura caratteristica di compressione cilindrica a 28 giorni
		$f_{ck, cube}$	Rottura caratteristica di compressione cubica
		γ_c	Coefficiente parziale
		α	Fattore di riduzione della resistenza del cls. per caricamento prolungato nel tempo
		Φ_t	Fattore di Creeping

SIA 26x	Calce-struzzo	f_{ck}	Rottura caratteristica di compressione cilindrica a 28 giorni
		γ_c	Coefficiente parziale
		Φ_t	Fattore di Creeping
NEN	calce-struzzo	f'_{ck}	Rottura caratteristica di compressione cilindrica a 28 giorni
		Φ	Fattore di Creeping
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) $f_{c90ky} = f_{c90kz} = f_{c90k}$
		$f_{c90,k,z}$	Compressione perpendicolare alle fibre (z) (per non-LVL) $f_{c90ky} = f_{c90kz} = f_{c90k}$
		$f_{v,k,y}$	Taglio perpendicolare alla direzione delle fibre (y) (per non-LVL) $f_{vky} = f_{vkz} = f_{vk}$
		$f_{v,k,z}$	Taglio perpendicolare alla direzione delle fibre (z) (per non-LVL) $f_{vky} = f_{vkz} = f_{vk}$
		$E_{0,mean}$	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)

3.1.14. Libreria Sezioni

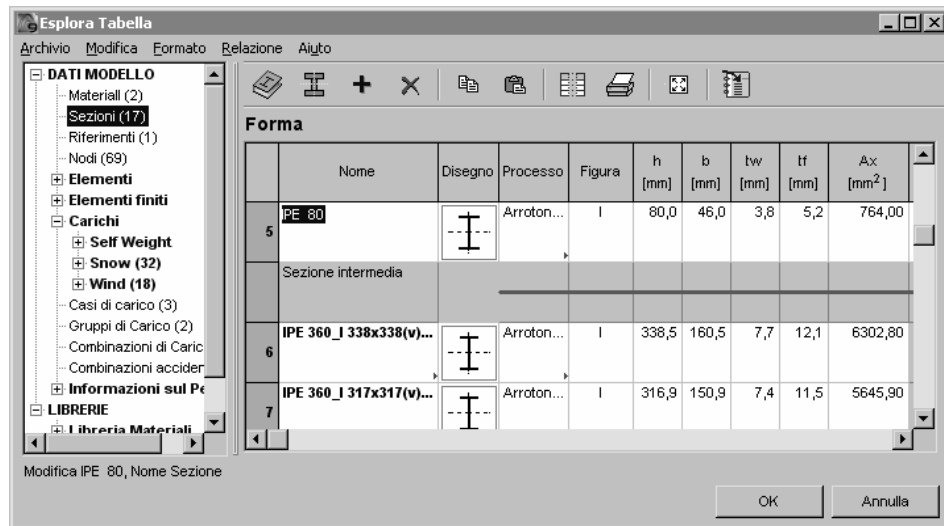


AxisVM ha una libreria di sezioni già caricate, che contiene le sezioni di acciaio e di calcestruzzo usate più frequentemente e permette di creare impostazioni di proprietà delle sezioni che possono essere utilizzate in seguito in modelli differenti.

Le librerie includono i prodotti di alcuni fornitori presenti in tutto il mondo. Per la descrizione del Visualizzatore di Tabella **vedere** 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. 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.

A_x	Area della sezione (sezione- trasversale).
$A_1^{(*)}$	Area di taglio associata al taglio secondo la dir. asse locale 1.
$A_2^{(*)}$	Area di taglio associata al taglio secondo la dir. asse locale 2.
r_1, r_2, r_3	Raggi di raccordo negli spigoli (angolo e raccordo)
I_x	Inerzia torsionale.
$I_1^{(*)}$	Inerzia principale secondo il primo asse
$I_2^{(*)}$	Inerzia principale secondo il secondo asse
I_{yz}	Momento di inerzia centrifugo
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
$i_1^{(*)}$	Raggio d'inerzia su asse locale 1.
$i_2^{(*)}$	Raggio di inerzia su asse locale 2.
b	Dimensione nella direzione y locale (larghezza).
h	Dimensione nella direzione z locale (altezza).
y_G	Posizione del baricentro della sezione nella direzione y locale relativa all'angolo in basso a sinistra del rettangolo circoscritto.
z_G	Posizione del baricentro della sezione nella direzione z locale relativa all'angolo in basso a sinistra del rettangolo circoscritto.
y_s, z_s	Posizione del centro di taglio nelle direzioni locali y e z rispetto al baricentro
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.

<i>Proprietà della tabella</i>	Le proprietà della libreria personalizzata possono essere modificate da <i>File/ Proprietà Tabella Sezioni</i> in Esplora Tabella. Le proprietà della libreria personalizzata possono essere cancellate da <i>File/ Elimina Tabella Sezioni</i> in Esplora Tabella.
<i>Importare/esportare valori</i>	Si possono importare o esportare dalla libreria valori numerici in file dBaseIII con il comando <i>File/ Importa dBase</i> .
<i>Copiare/incollare una sezione trasversale</i>	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.
<i>Aggiungere/Modificare/Cancellare una sezione trasversale</i>	Si può aggiungere una nuova sezione a qualunque libreria standard o personalizzata con il comando <i>Modifica/ Nuova Riga</i> (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 <i>Modifica con Nuova Sezione</i> (o [CTRL+ G]) per aggiungere una nuova sezione e <i>Modifica Sezione</i> (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]**.

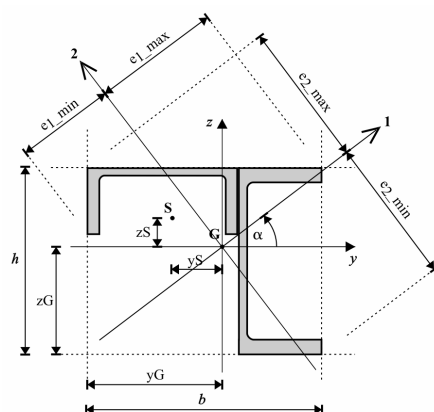
Vedere descrizione dell'editor di sezione trasversale in sezione 3.1.14.1 Nuova Sezione.



Le librerie delle sezioni trasversali contengono i valori del momento d' inerzia polare I_{ω} (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 - r_1 , r_2 , r_3) 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 il seguente tipo di sezioni trasversali:

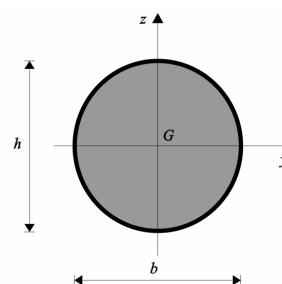
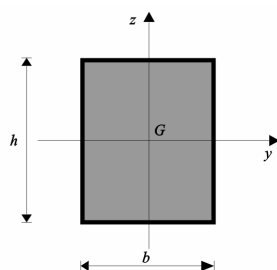
Sezioni in acciaio

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 5 cm.



3.1.14.1. Nuova Sezione



Il comando *Nuova Sezione* permette di ottenere sezioni sottili e spesse. Si possono usare forme circolari, rettangolari, ad anello, e poligonali, o qualunque altra forma elencata nelle librerie di sezioni per ottenere sezioni composte.

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... 4.9.7 Elementi Lineari

L'editore può essere utilizzato quando operando su di una struttura che deriva da un modello architettonico attraverso l'interfaccia IFC.

Vedere... 4.9.20 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...** 3.1.10 Stampa



Aggiunge l'immagine della sezione trasversale alla Libreria.

Vedere... 3.2.10 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.



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.



Stress calculations are performed at the specified stress-points only. If you don't specify any stress-points, stress will be calculated in the center of gravity only. It means that no bending stress will appear.

Barra Comandi

Le funzioni e le impostazioni di modifica e correzione si trovano sulla barra comandi a sinistra.

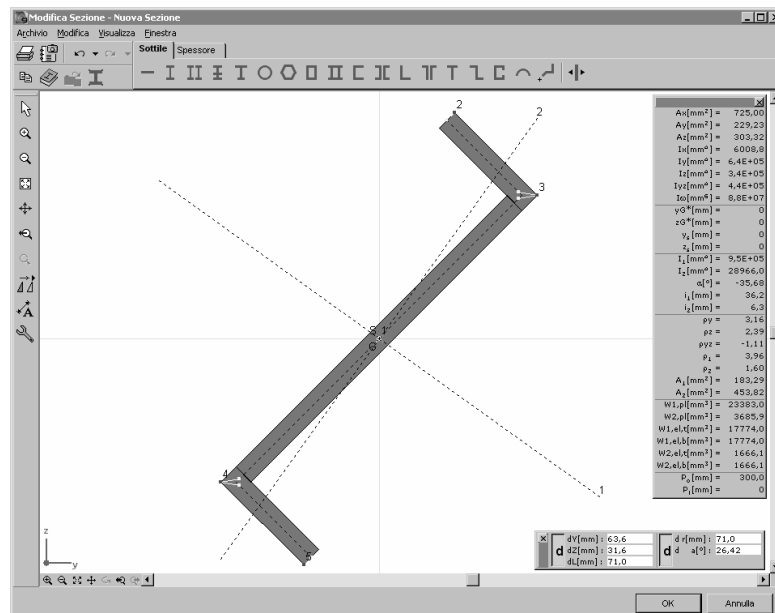
Il comportamento della barra comandi è lo stesso di quello della barra principale.

Vedere... 2.15 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.



Sezione con profili sottili



Permette di aggiungere alla sezione composta una componente 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).

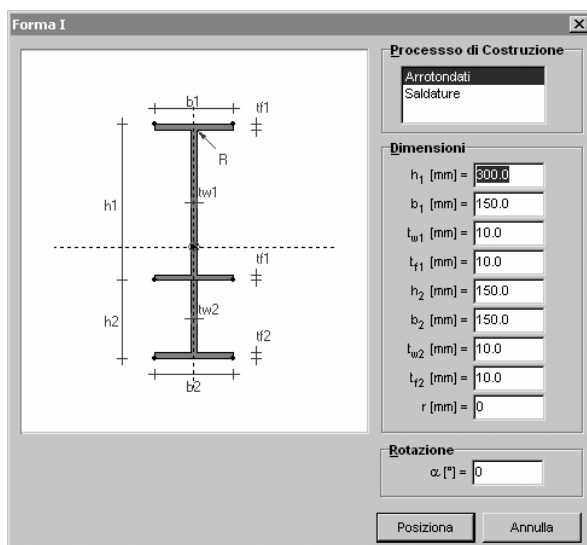
Rotatione

Si può definire una rotazione dell'angolo (α). Il valore di default è 0.

Forma I



Forma ad I



Definizione profilo ad I o I inclinato attraverso valori di l'altezza, la larghezza, l'anima, ecc. e raggio di raccordo.

Sezioni I
asimmetriche

Dimensioni

h [mm] = 800,0

b₁ [mm] = 200,0

t_w [mm] = 10,0

t_{f1} [mm] = 10,0

b₂ [mm] = 100,0

t_{f2} [mm] = 10,0

Rotazione

α [°] = 0

Posiziona Annulla

Definizione di una sezione ad I asimmetrica attraverso i parametri geometrici indicati in figura.

Rettangolare



Forma Rettangolare

Elemento

Dimensioni

b [cm] = 10,0

v [cm] = 1,0

Rotazione

α [°] = 45

Posiziona Annulla

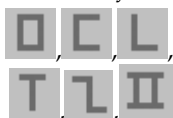
Definizione di un rettangolo con parametri b (larghezza), v (spessore) e α, con b > v.

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 back-to-back (in caso di 2U)

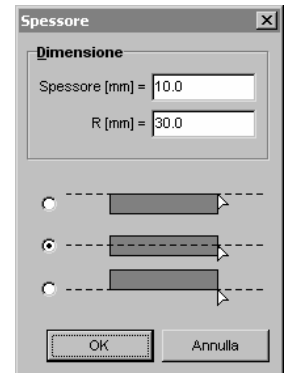
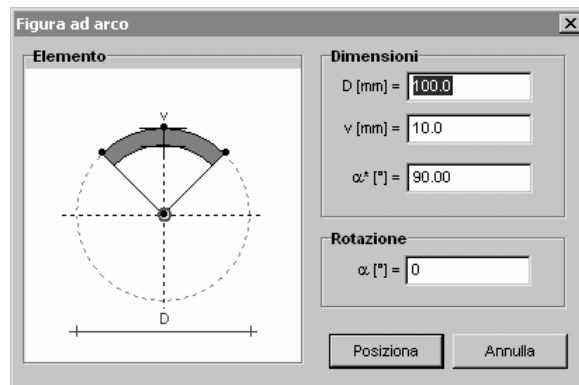
Poligonale

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.

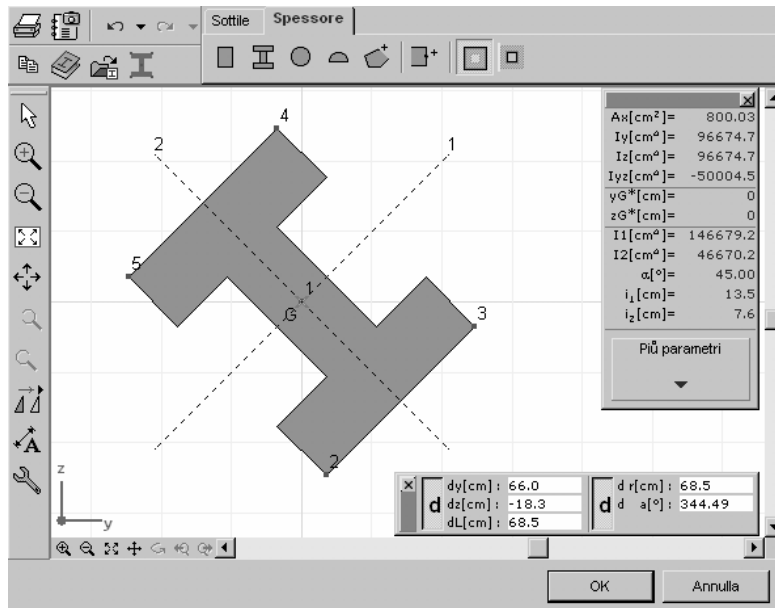


Non si può cancellare il punto di calcolo tensione predefinito (baricentro).

Opzioni

Permette di impostare le dimensioni della griglia, il passo del cursore e i fattori zoom.

Sezioni trasversali
spesse



Rettangolare



Permette di definire un rettangolo attraverso i suoi parametri b (altezza), v (larghezza), e α (rotazione), con $b > v$.

Circolare,
Semicircolare



Definizione di una forma circolare o semicircolare per il suo diametro e α .

I sezione



Permette di definire una forma-I con suoi parametri $a1, a2, a3, b1, b2, b3$; i parametri ($a1, a3$) ($b1, b3$) possono essere posti pari a 0, permettendo la creazione di forme T, U, L.

Poligonale



Definizione di una forma poligonale disegnando un poligono.

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.

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.

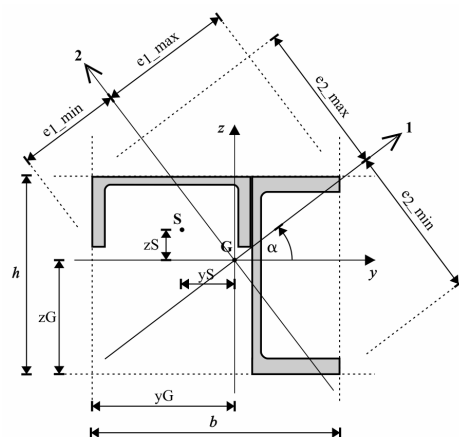
Proprietà calcolate AxisVM calcola le seguenti proprietà delle sezioni:

AxisVM calcola A_x , I_y , I_z , I_{yz} 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
$I_1^{(*)}$	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_{yz}	Momento centrifugo
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_{sz}, z_s	Posizione del centro di taglio nelle direzioni locali y e z rispetto al baricentro

(*) 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	$\operatorname{tg}(2\alpha) = \frac{2I_{yz}}{I_y - I_z}$

$-90^\circ < \alpha \leq +90^\circ$, relativo all'asse locale y della sezione trasversale.

Calcolo modulo resistente

$$W_{1,el,sup} = \frac{I_1}{e2_max}$$

$$W_{1,el,inf} = \frac{I_1}{e2_min}$$

$$W_{2,el,sup} = \frac{I_2}{e1_max}$$

$$W_{2,el,inf} = \frac{I_2}{e1_min}$$

Deformazioni per taglio

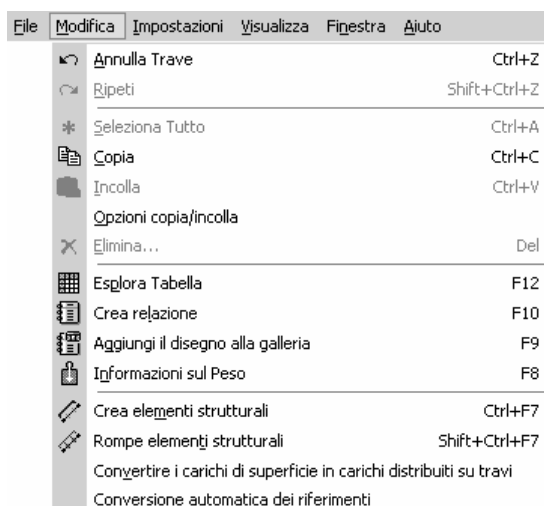
Le arce di taglio sono utilizzate dagli elementi nervatura e devono avere valori positivi e diversi da zero ($A_y > 0$ e $A_z > 0$).

Dove: $A_y = \frac{A_x}{\rho_y}$ $A_z = \frac{A_x}{\rho_z}$ ρ = fattore di taglio

3.1.15. Esci

[Ctrl]+[Q] Uscita dal programma.

3.2. Modifica

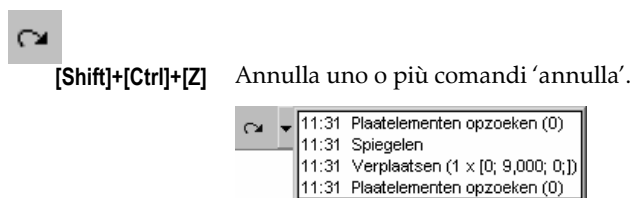


3.2.1. Annulla



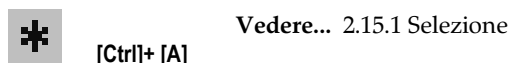
Annulla l'effetto dei comandi precedenti. Per annullare una sequenza di azioni (più livelli), fare clic sulla freccia disattivata accanto all'icona Undo e quindi selezionate le azioni che volete annullare basandosi sul tempo o sui tipi dei comandi. Potete impostare il numero *Annullare/rifare livelli* (massimo 99) nel menu *Principale/finestra di impostazione*.

3.2.2. Ripeti

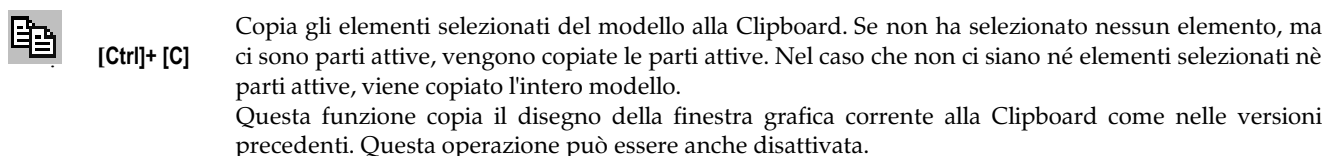


Annulla il comando annulla o procedi per invertire uno o più comandi annulla. Potete selezionare le azioni che volete annullare basandosi sul tempo o sui tipi dei comandi.

3.2.3. Seleziona tutto



3.2.4. Copia



3.2.5. Incolla



[Ctrl]+[V]

Incolla gli elementi di AxisVM dalla Clipboard. Per le opzioni di incolla vedi Opzioni Copia / Incolla

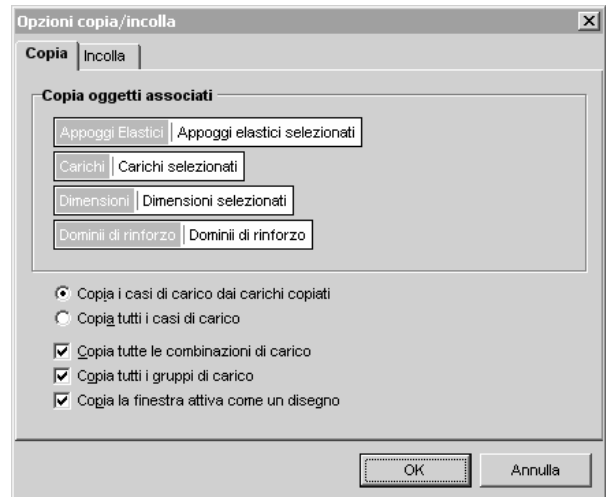
3.2.6. Opzioni Copia / Incolla

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)

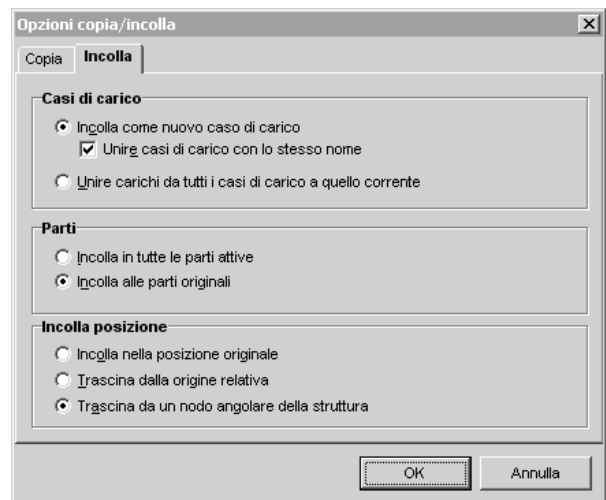


Opzioni incolla **Casi di carico**

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.

3.2.7. Elimina



[Del] Cancella le entità selezionate.

Permette di cancellare la definizione delle entità selezionate

Selezionare le entità geometriche da cancellare.

Premere il tasto **Cancel**.

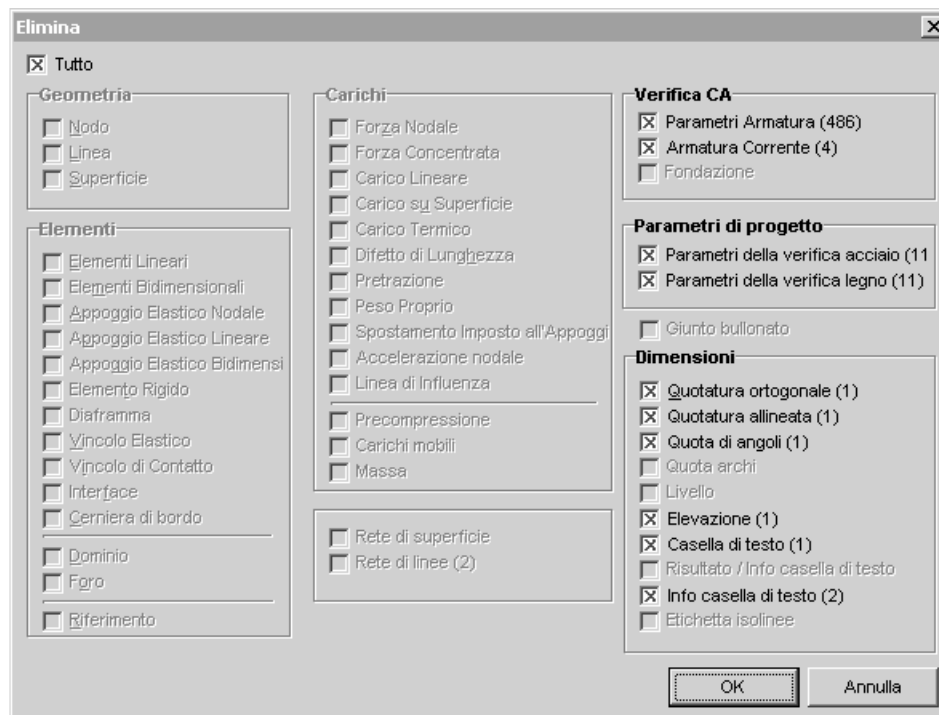
Abilitare le celle delle entità che si vuole cancellare nella finestra di dialogo che compare.

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...** 2.15.1 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	Se si cancella la definizione di elementi a quali erano stati assegnati altri elementi (appoggi elastici, nervature) o carichi, saranno cancellate anche queste assegnazioni.
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	Se ci sono carichi applicati su elementi finiti nella lista, permette di specificare il tipo di carichi che si vuole cancellare.
Massa	Se nella lista ci sono nodi con masse, permette di cancellare quelle masse.
Mesh	Elimina mesh dai domini.
Progetto 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
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.

3.2.8. Browser di tabella



[F12] Vedere... 2.9 Esplora Tabella

3.2.9. Generatore di relazioni



[F10] Vedere... 2.10 Generatore di relazione

3.2.10. 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)** 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 sceglie la rimozione delle linee nascoste o una visualizzazione disegnata da OpenGL i metafile conterranno solo bitmap.

I **disegni saranno salvati** su una sottocartella che *Images_modelname* automaticamente crea sotto la cartella del file di modello. Queste immagini possono essere inserite in una relazione. Non modificare il nome della sottocartella *Images_modelname*.

3.2.11. 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.

	Sezione-Trasversale	Nome Materiale	Σ [m]	Σ [m³]	M [kg/m]	Σ [kg]
1	L 180 - 18 135 grad	S 275	137.911	0.854	48.592	6701.324
2	L 180X180X18	S 275	9.960	0.062	48.592	483.971
3	L 180 18 45 grad	S 275	13.628	0.075	43.489	592.649
4	180*18 -90 grad	S 275	9.440	0.058	48.592	458.704
5	180*18 - 180 grad	S 275	9.440	0.058	48.592	458.704
6	180*18 - 270 grad	S 275	9.960	0.062	48.592	483.971
7	HE 160 A	S 275	11.304	0.044	30.434	344.031

3.2.12. Cerca elementi strutturali



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.

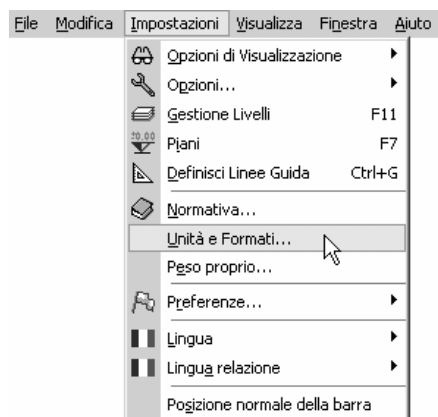
Gli elementi lineari devono appartenere alla stessa linea o allo stesso arco.

3.2.13. Separa elementi strutturali

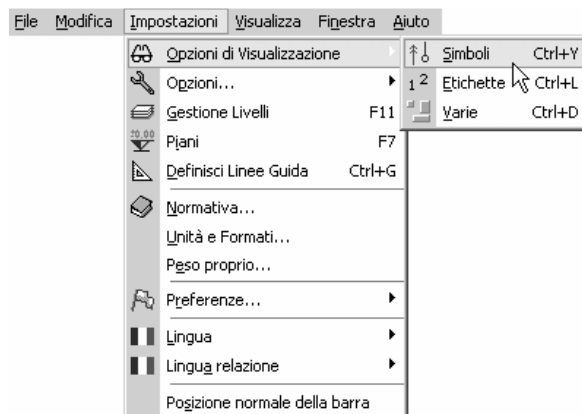


Il comando *Separa elementi strutturali* suddivide elementi lineari ritrovati con il comando *Cerca elementi strutturali*.

3.3. Impostazioni



3.3.1. Visualizzazione

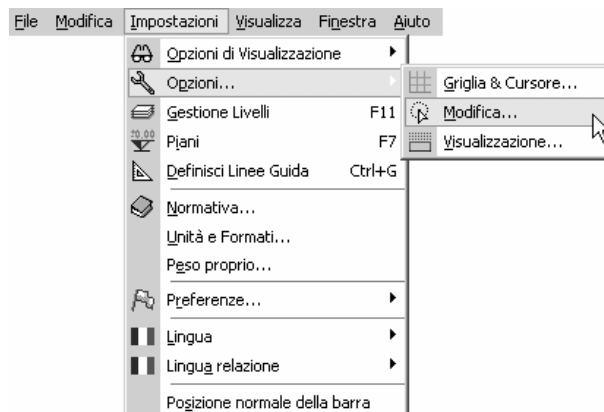


Simboli
[Ctrl]+ [Y] Vedere... 2.15.14 Opzioni di visualizzazione

Etichette
[Ctrl]+ [L] Vedere... 2.15.14 Opzioni di visualizzazione

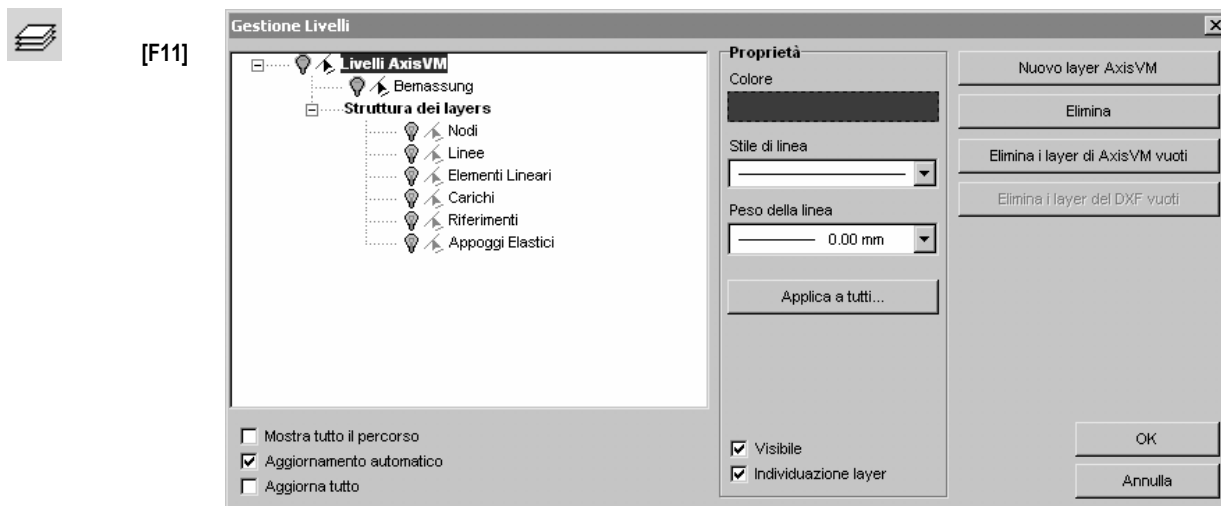
Varie
[Ctrl]+ [D] Vedere... 2.15.14 Opzioni di visualizzazione

3.3.2. Opzioni



Vedere... 2.15.15 Opzioni

3.3.3. Gestore dei livelli



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.

Applicazione per tutto: 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]**

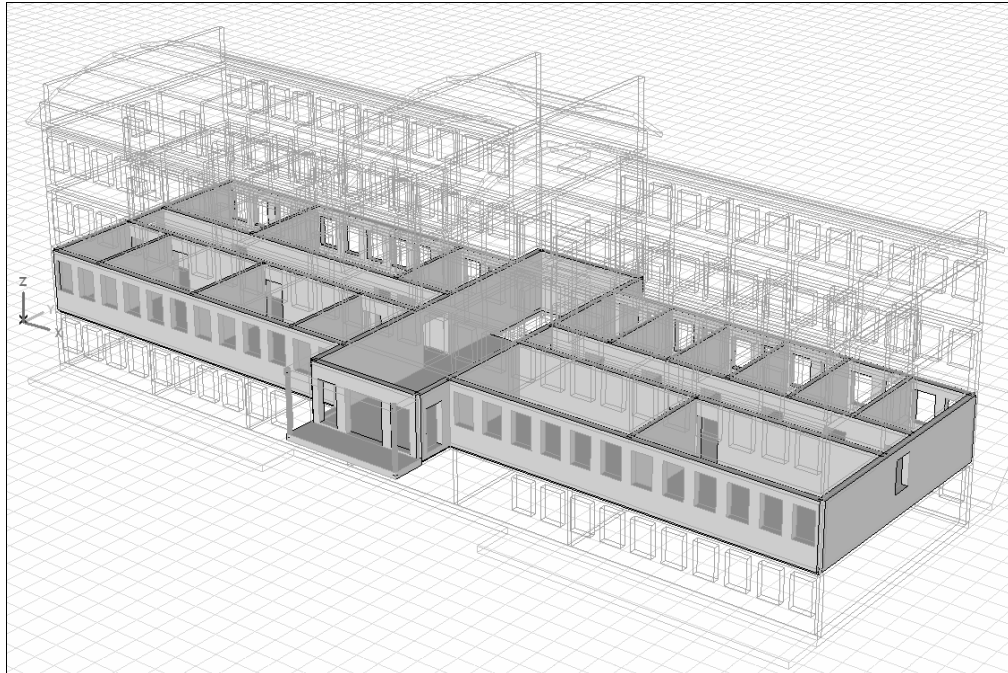
Cancella livelli vuoti di AxisVM Cancella tutti i livelli AxisVM che sono vuoti (non contengono alcuna entità).

Cancellate livelli vuoti DXF Cancella tutti i livelli del file DXF che sono vuoti (non contengono alcuna entità).

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.

Vedere... I nuovi elementi saranno automaticamente collegati con il loro piano.



I piani sono parti logiche del modello e sono stati creati ai fini della modifica. Essi non influiscono sui risultati delle analisi.

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.

I piani possono essere gestiti nella finestra seguente.



Dissattivare 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.*

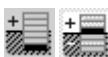
Elimina  Eliminare i piani selezionati. I piani presenti saranno rinominati e anche gli elementi che appartengono a questi piani saranno aggiornati automaticamente.

 *Eliminando un piano non si elimina alcun elemento.*

Visualizza il piano sottostante il piano corrente  Se questo pulsante è attivo, gli elementi del piano sottostante il piano attivo sono visualizzati anche per aiutare ad analizzare gli altri oggetti.

Visualizza il piano soprastante il piano corrente  Se questo pulsante è attivo, gli elementi del piano soprastante il piano attivo sono visualizzati anche per aiutare ad analizzare gli 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.*

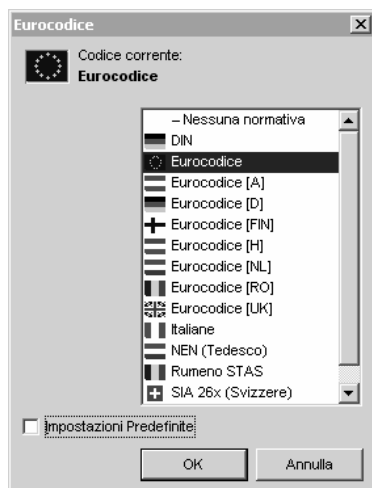
Numerazione dei piani  La numerazione dei piani può essere controllata con questi pulsanti. Se il pulsante a sinistra è attivo (Numerazione dei piani dal basso), il piano inferiore sarà considerato come piano terra e gli altri piani avranno un numero positivo. Se il pulsante Assegna numerazione dei piani 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.

3.3.5. Linee di riferimento (linee guida)



Linee di riferimento (linee guida). **Vedere...** 2.15.7 Linee di Riferimento

3.3.6. Codici di calcolo

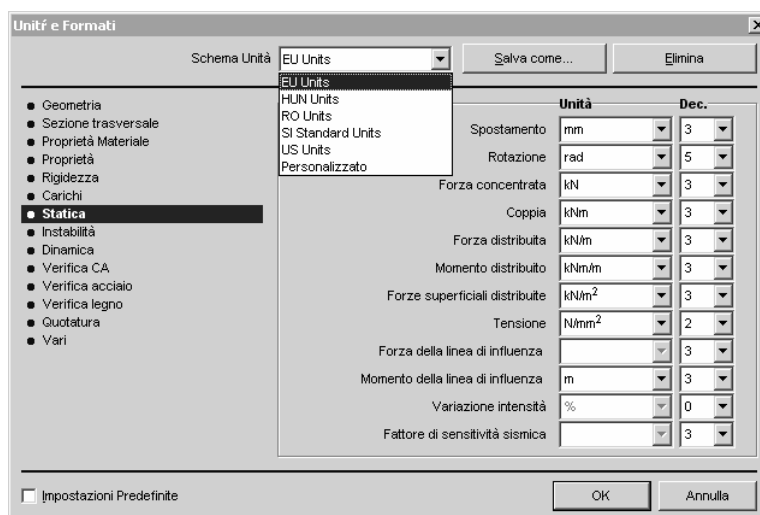


Permette la selezione del codice di calcolo che deve essere usato nel caso di richiesta di specifici codici. Cambiando il codice di calcolo cambia il metodo di calcolo delle combinazioni del carico critico e di conseguenza i parametri dei gruppi di carico ma i fattori di sicurezza saranno cancellati.

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.

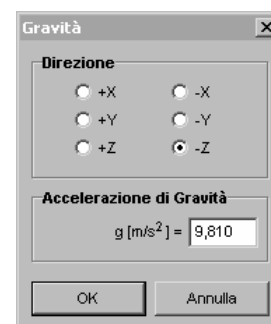
3.3.7. Unità e formati



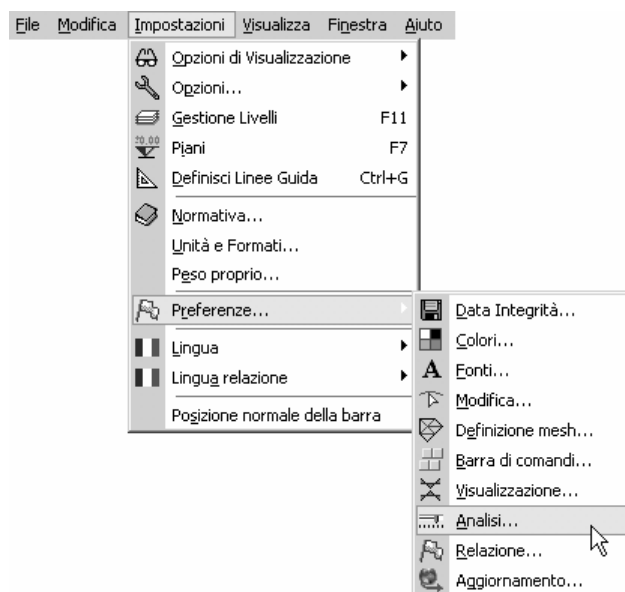
Permette di configura le unità (SI e/o anglosassoni) e i formati delle variabili usati in tutto il programma (numero di decimali usati per la visualizzazione o formato esponenziale). Si possono usare impostazioni predefinite come il SI, o creare e salvare le proprie impostazioni personalizzate.

3.3.8. Gravità

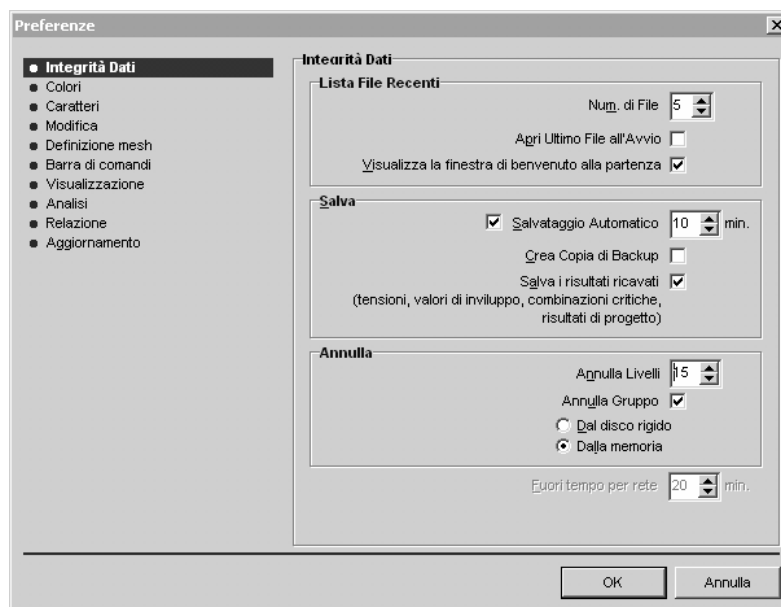
Consente di impostare la costante di accelerazione gravitazionale e la direzione di gravitazione secondo una delle direzioni coordinate globali



3.3.9. Preferenze



Integrità 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 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 automaticamente viene memorizzato in uno speciale formato (temporaneamente nel file `autosave.avm`) finché 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`.

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.

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

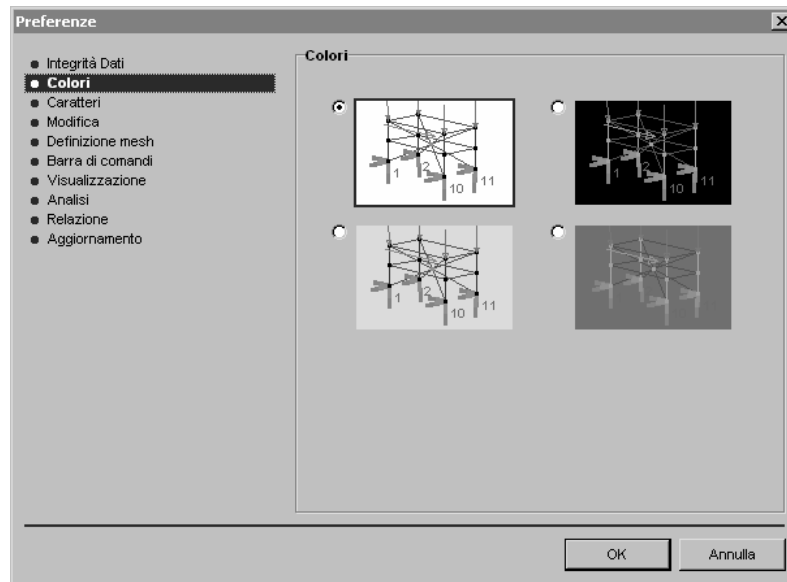
L'opzione Annulla Gruppo permette di annullare gli effetti di azioni complesse in un singolo passo.

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)

Fuori tempo per rete (time out)

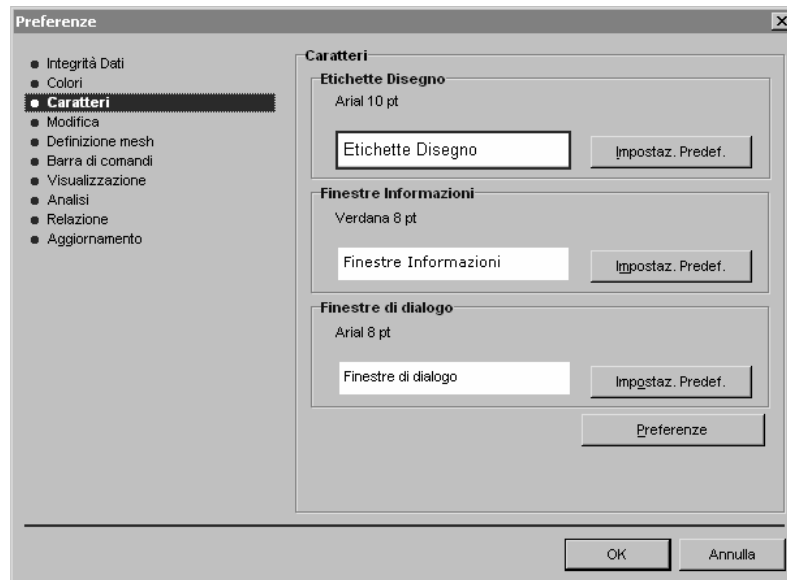
In caso di chiave di protezione hardware via rete, se si supera il periodo di time-out senza attività, la sessione corrente AxisVM è chiusa.

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.

Colori

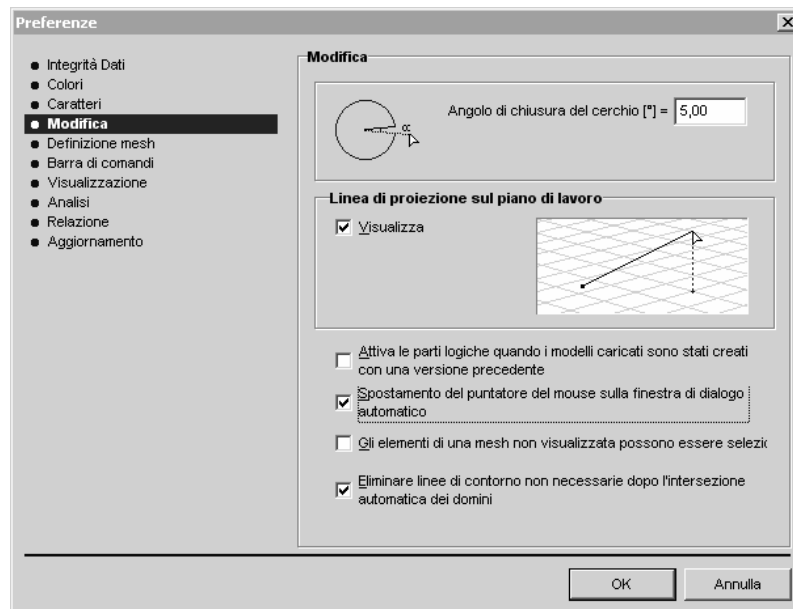
Permette di selezionare il colore di sfondo dell'area grafica (nero, grigio scuro, grigio chiaro, o bianco). Etichette, numeri, simboli, e elementi cambieranno automaticamente il loro colore per rimanere visibili.

Caratteri



Permette di cambiare lo stile e la grandezza dei caratteri usati nella visualizzazione del modello e nelle palette. Cliccare nell'area bianca di esempio per far comparire la finestra di dialogo Selezione Carattere. Le impostazioni di default possono essere ripristinate premendo il pulsante a destra.

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.

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.

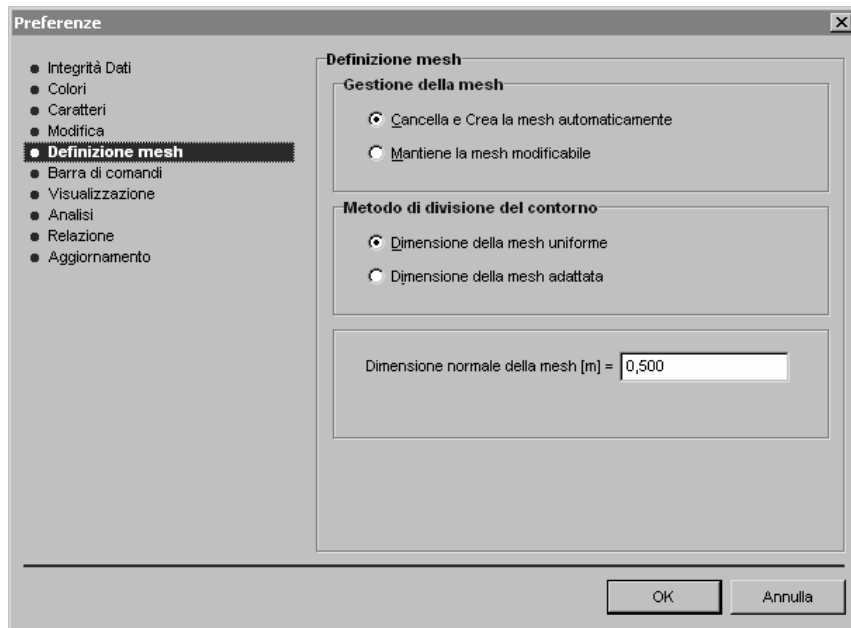
Gli elementi di una mesh non visualizzata possono essere selezionati.

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 vengono 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.

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).

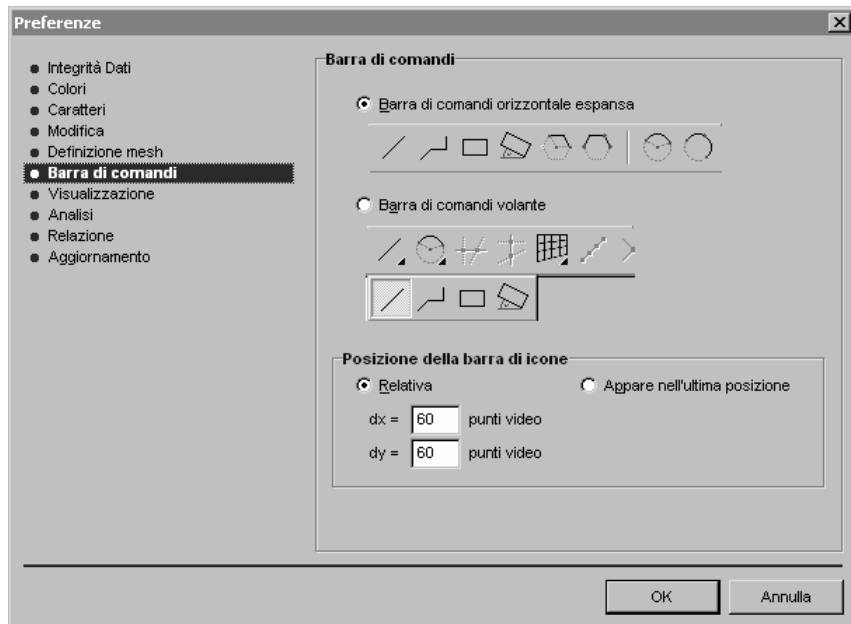
Dimensione della mesh adattata

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.

Barra di 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.

Posizione della barra di icone La posizione della barra icone può essere:

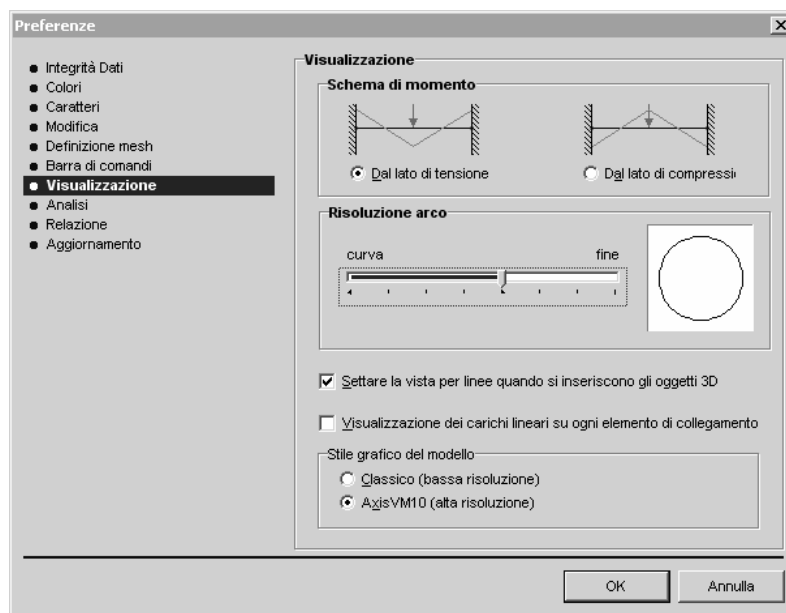
Relativa

Specificare la distanza orizzontale (dx) e verticale (dy) in pixel.

Appare nell'ultima posizione

La barra appare nella sua ultima posizione.

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.

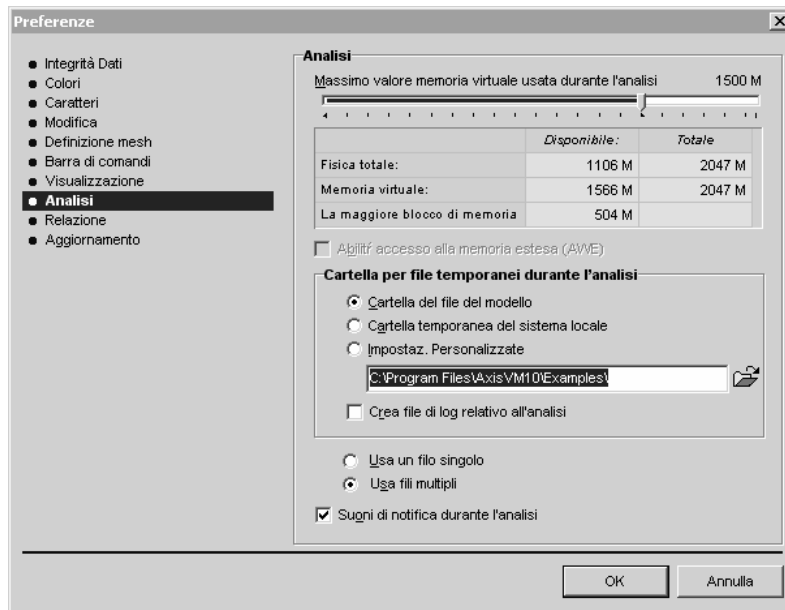
Stile grafico del modello Lo stile classico è consigliato su sistemi con bassa risoluzione. Lo stile di AxisVM10 disegna la linea degli elementi più spessa, automaticamente riempita dai domini e visualizza i carichi di superficie in modo tratteggiato.

Cambiamento della visualizzazione **Settare la vista 3D Wireframe durante il disegno del modello**
Visualizza gli oggetti 3D wireframe, durante il disegno (**vedi...** 4.9.3 Disegno diretto degli oggetti), anche se la visualizzazione attiva non è in modalità di rendering.

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 2.16.10 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.

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. 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.

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*

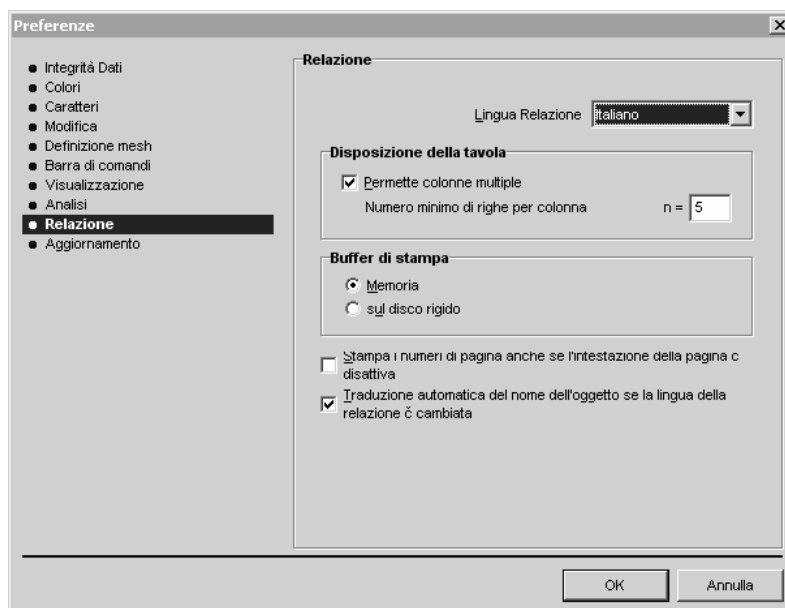
Crea file di log relativo all'analisi

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.

Relazione



- Lingua relazione* A seconda della configurazione si può definire una delle seguenti lingue:
Inglese, Tedesco, Francese, Italiano, Spagnolo, Olandese, Ungherese, Russo, Portoghese, Rumeno, Serbo.
- 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.
- 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.

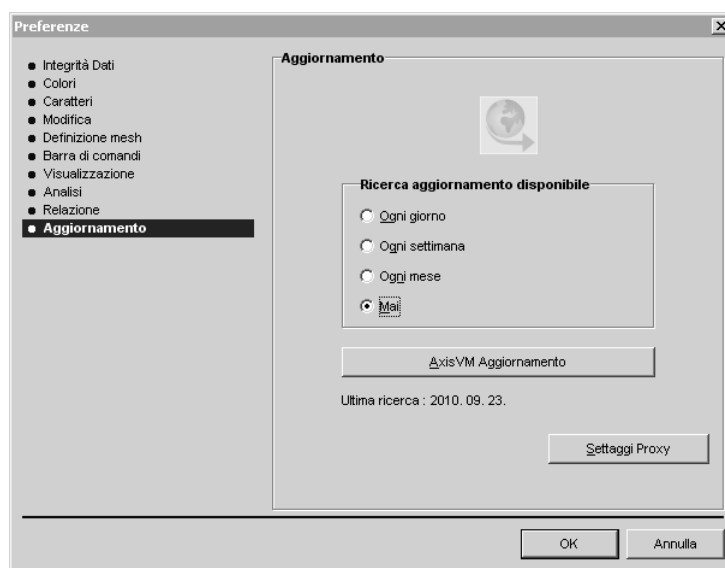
Stampa i numeri di pagina anche se l'intestazione della pagina è disattiva

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.

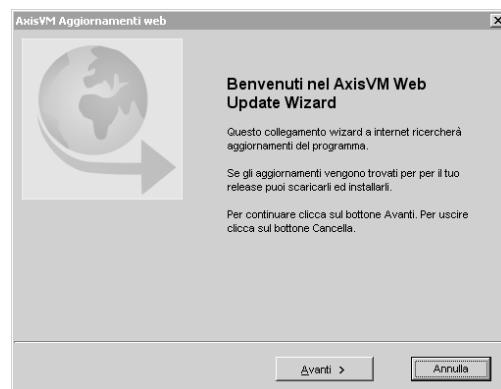
Settando questa opzione è possibile far generare i nome delle immagini della Libreria di AxisVM oppure il contenuto della relazione verrà tradotta automaticamente.

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 impostazioni proxy facendo click su *Settaggi proxy*.

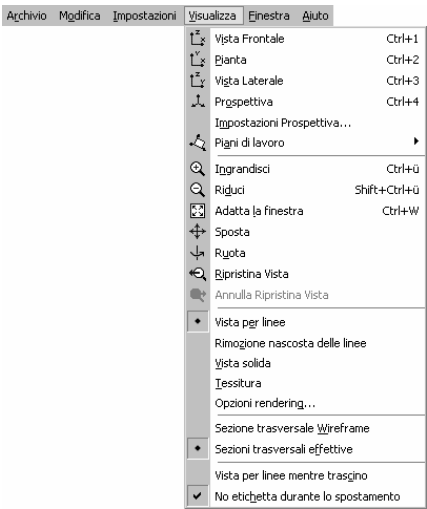
Aggiornamento di AxisVM via Web Cliccare il bottone per avviare il Wizard per l'aggiornamento di AxisVM via Web.
Al termine del download e se *Aggiorna il programma* è settato nella pagina successiva, il programma termina ed inizia l'installazione della nuova versione



3.3.10. Toolbars alla posizione di default

La barra delle icone ritornerà al lato sinistro. Tutte le barre mobili degli strumenti sganciate e trascinate a una nuova posizione ritorneranno alla barra dell'icona.

3.4. Visualizza



Vista frontale



[Ctrl]+ [1] **Vedere...** 2.15.3 Viste

Pianta



[Ctrl]+ [2] **Vedere...** 2.15.3 Viste

Vista laterale



[Ctrl]+ [3] **Vedere...** 2.15.3 Viste

Prospettiva



[Ctrl]+ [4] **Vedere...** 2.15.3 Viste

Configura Vista
Prospettiva

Vedere... 2.15.3 Viste

Piani di lavoro



Vedere... 2.15.4 Piani di lavoro

Ingrandisci



[Ctrl]+ [+] **Vedere...** 2.15.2 Zoom

Riduci



[Ctrl]+ [-] **Vedere...** 2.15.2 Zoom

Adatta



[Ctrl]+ [W] **Vedere...** 2.15.2 Zoom

Sposta



[Ctrl]+[M] **Vedere...** 2.15.3 Viste

Rotate



Vedere... 2.15.2 Zoom

Vedere undo



Vedere... 2.15.3 Viste

Vedere redo



Vedere... 2.15.3 Viste

Fil di ferro

Vedere... 2.15.6 Modo visualizzazione

Rimozione linee nascoste

Vedere... 2.15.6 Modo visualizzazione

Realistica

Vedere... 2.15.6 Modo visualizzazione

Tessitura

Vedere... 2.15.6 Modo visualizzazione

Opzioni di rendering...

Vedere... 2.15.6 Modo visualizzazione

Sezione trasversale modello lineare

Nella presentazione solida le sezioni trasversali sottili saranno mostrate solo con il piano intermedio

Sezione trasversale effettiva

Nella presentazione solida le sezioni trasversali sottili saranno presentate come oggetti solidi con la loro forma effettiva.

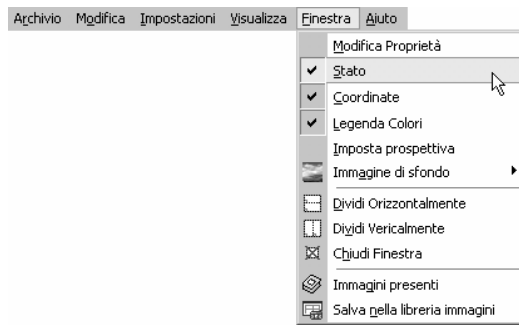
Fil di ferro durante lo spostamento

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. Finestra



3.5.1. 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 F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z 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: per 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 una 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.

3.5.2. Finestre d'Informazione



Permette di attivare e disattivare le finestre Stato, Coordinate e Legenda Colori.

Vedere... 2.16 Tasti rapidi

3.5.3. 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.

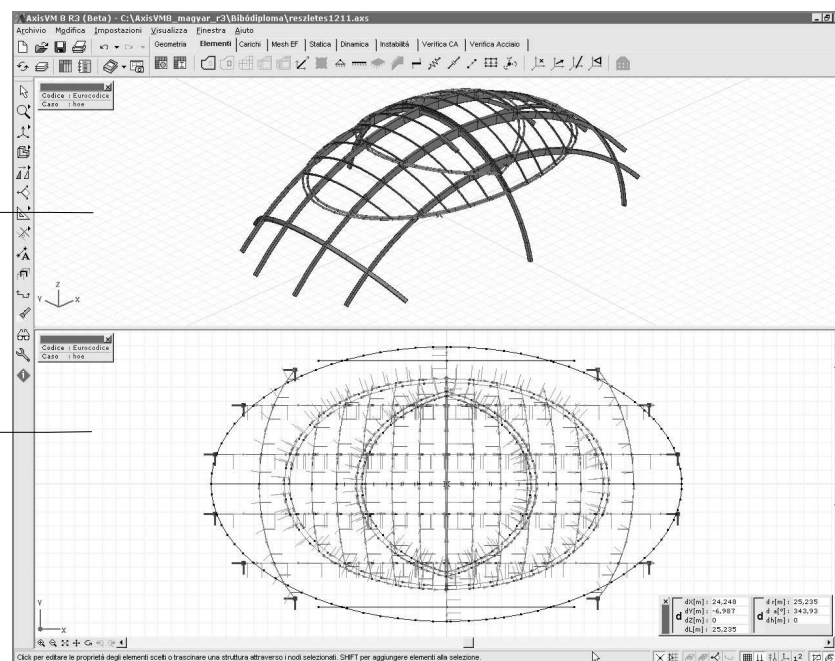
Dopo avere caricato un'immagine di sfondo il modello può essere messo in una vista appropriata riducendo, ingrandendo, definendo la prospettiva.

3.5.4. Dividi orizzontalmente



Finestra non Attiva

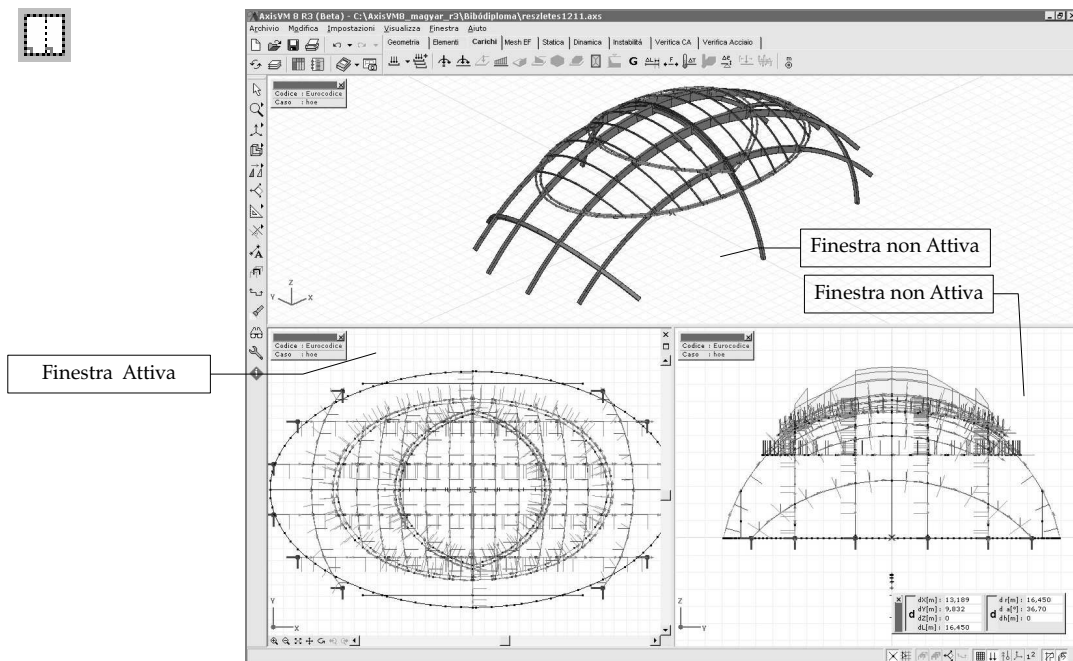
Finestra Attiva



Divide orizzontalmente la finestra grafica in due parti. Le impostazioni di visualizzazione di ogni finestra possono essere stabilite indipendentemente.

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.

3.5.5. Dividi verticalmente



Divide verticalmente la finestra grafica in due parti. Le impostazioni di visualizzazione di ogni finestra possono essere stabilite indipendentemente.

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.

3.5.6. Chiudi finestra



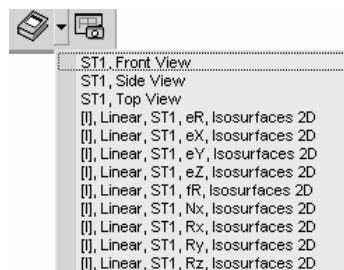
Chiude la finestra grafica corrente.

3.5.7. Libreria immagini



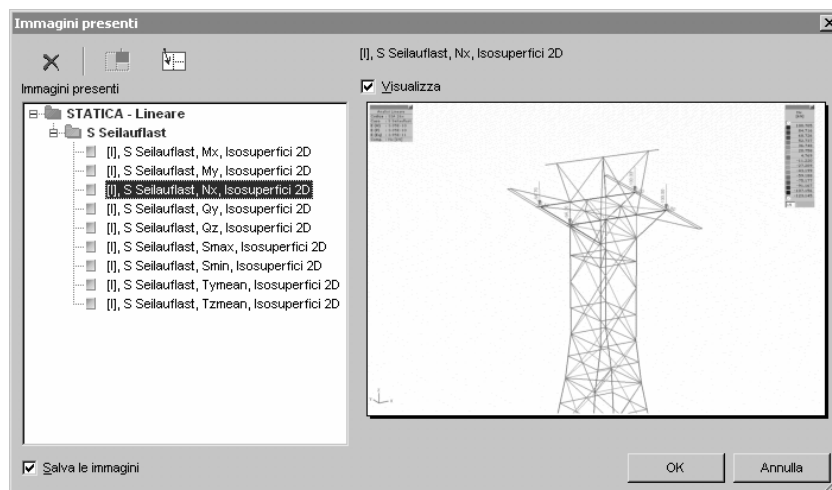
Lo libreria immagini contiene i disegni salvati nel programma. I disegni non sono le immagini ma le istruzioni per ottenere una vista del modello o delle parti di esso comprese le impostazioni multifinestra. I disegni possono essere caricati di nuovo per ripristinare la vista salvata e le impostazioni 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.



È 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.

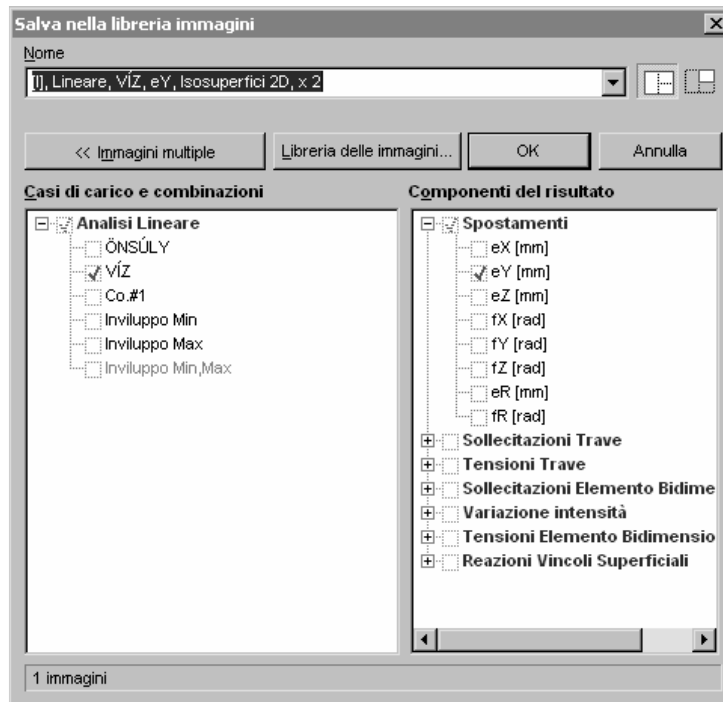
Ripristina componenti di risultato

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).

OK Salva i cambiamenti e carica il disegno scelto.

Cancella Non salvare cambiamenti.

3.5.8. Salva nella Libreria Immagini

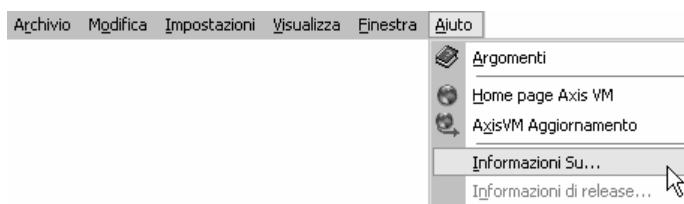


Facendo clic su questo pulsante uno o più disegni possono essere salvati nella Libreria Immagini. Se il disegno corrente è già presente, questo viene segnalato, offrendo la possibilità di sovrascrivere o di cambiare nome.

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.

3.6. Aiuto



Permette di usare la guida in linea di AxisVM. Per ottenere suggerimenti sulle operazioni di una finestra di dialogo, premere **[F1]**.

3.6.1. Argomenti



Apre la tabella degli argomenti di help, e permette l'accesso a quelli di interesse.

3.6.2. Aggiornamenti per AxisVM



Richiama il browser Web di default con il sito Web www.axisvm.it che offre informazioni sugli aggiornamenti disponibili.

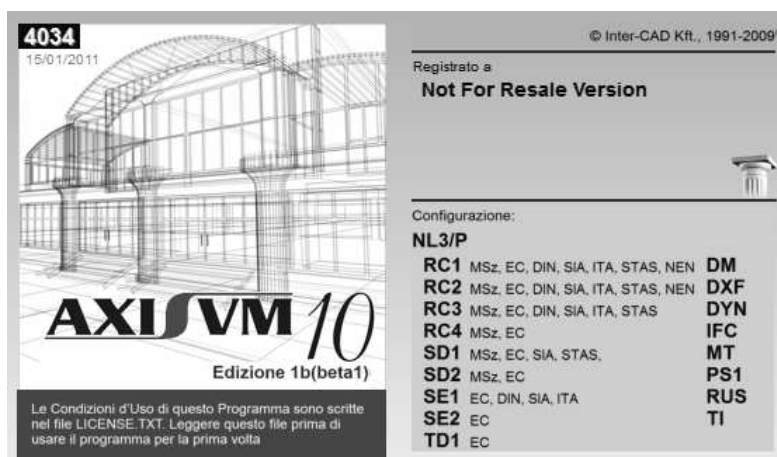
3.6.3. Aggiornamento AxisVM



Lancia il Wizard per l'aggiornamento di AxisVM via Web. **Vedere...** 3.3.9 Preferenze

3.6.4. 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



Richiamerà il browser Web di default con l'home page www.axisvm.it. Il Sito Web di AxisVM offre informazioni aggiornate sul programma, moduli di programma, aggiornamenti e FAQ. Attraverso il sito Web si può accedere all'assistenza clienti con posta elettronica ed altre informazioni utili.

3.6.5. Informazioni di release...

Ultime informazioni circa la versione, i problemi risolti e le nuove funzioni.

3.7. Barra Icone



3.7.1. Nuovo



Vedere... 3.1.1 Nuovo

3.7.2. Apri



[Ctrl]+[O]

Vedere... 3.1.2 Apri

3.7.3. Salva



[Ctrl] + [S]

Vedere... 3.1.3 Salva

3.7.4. Stampa



[Ctrl]+[P]

Vedere... 3.1.10 Stampa

3.7.5. Annulla



[Ctrl] + [Z]

Vedere... 3.2.1 Annulla

3.7.6. Ripeti



[Shift]+[Ctrl]+[Z]

Vedere... 3.2.2 Ripeti

3.7.7. Gestore dei Livelli



[F11]

Vedere... 3.3.3 Gestore dei livelli

3.7.8. Piani



[F7]

Vedere... 3.3.4 Piani

3.7.9. Esplora Tabella



Vedere... 2.9 Esplora Tabella

3.7.10. Gestore della Relazione



Vedere... 2.10 Generatore di relazione

3.7.11. Libreria Immagini



Vedere... 3.5.7 Libreria immagini

3.7.12. Salva nella Libreria Immagini



Vedere... 3.5.8 Salva nella Libreria Immagini

4. Il preprocessore

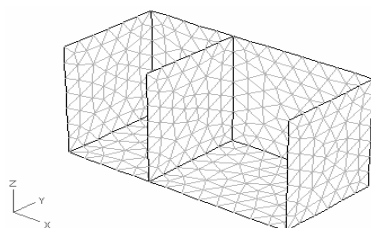
Il preprocessore permette di creare o modificare la geometria del modello, in modo completamente visuale. La Modellazione Visuale avanzata permette modellazione e progetto veloci e attendibili. Questo capitolo introduce i comandi di modellazione di AxisVM (generazione della geometria, generazione di elementi/maglie, e definizione delle combinazioni/casi di carico).

4.1. Geometria

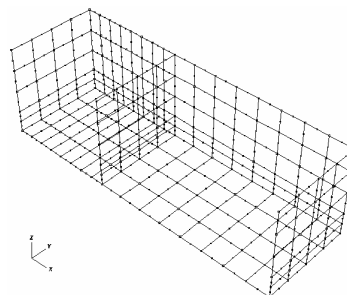
I comandi di geometria permettono di creare interattivamente e graficamente la geometria del modello in 3D.

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.

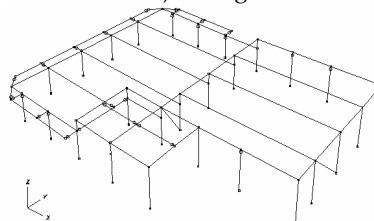
Definizione automatica della maglia
su un dominio



Definizione automatica della maglia su *macro* quadrati e
triangoli

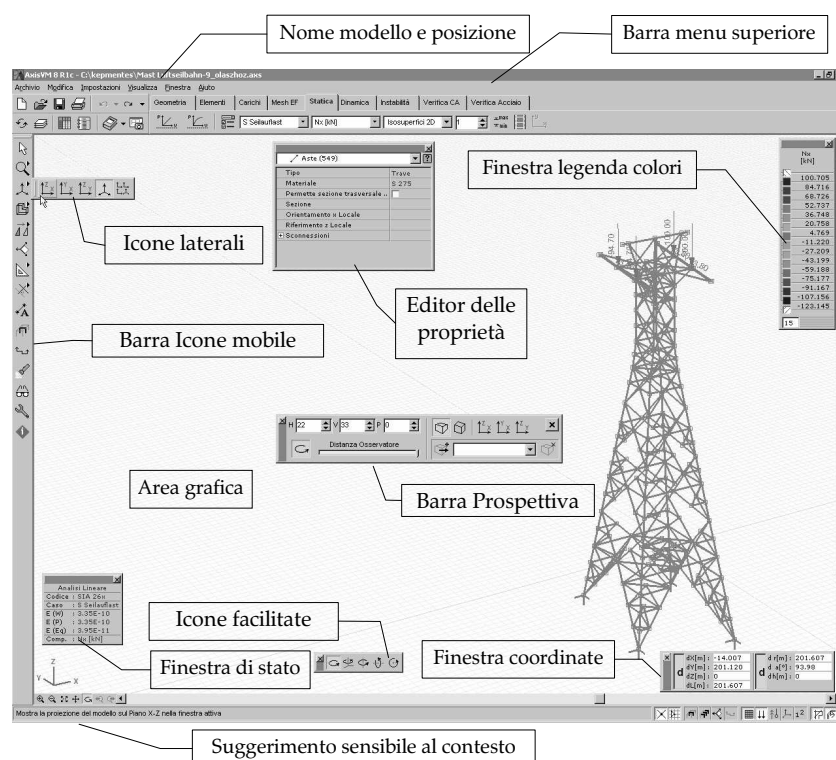


Nel caso delle strutture a telaio (travi o reticolari) la maglia è costituita dagli assi degli elementi.



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...** 2.15 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... 3.5.4 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... 3.5.5 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 lettere 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

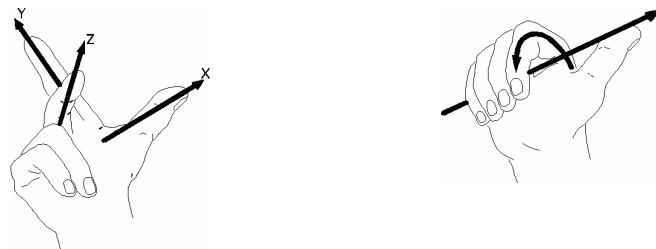
AxisVM usa sistemi di coordinate differenti per descrivere il modello. Per descrivere la geometria del modello viene usato il sistema globale di coordinate. I sistemi di coordinate locali sono usati principalmente nella definizione degli elementi. I sistemi locali sono solitamente definiti dalla geometria dell'elemento e da riferimenti aggiuntivi. AxisVM contraddistingue gli assi del sistema globale con lettere maiuscole, e gli assi locali con lettere minuscole.

La geometria può essere creata usando sistemi di coordinate Cartesiane, Cilindriche o Sferiche.

Vedere... 4.3.2 Coordinate Polari *Opzioni/Edit/ Coordinate Polari*.

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... 4.9.19 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.

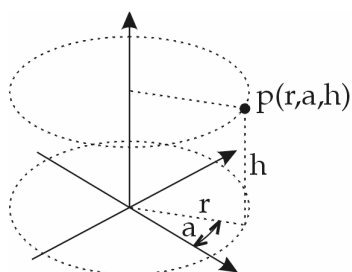
Nel finestra relativa alle Coordinate sono visualizzate tre variabili a seconda della selezione:

Cilindriche

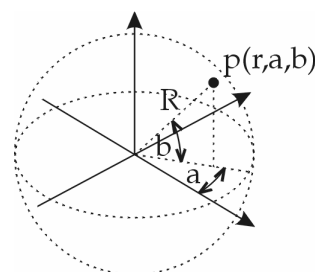
- h:** il valore misurato dal piano di visualizzazione a un punto sull'asse principale del cilindro (che è perpendicolare al piano di visualizzazione) orientato dallo schermo
- r:** (raggio) è la distanza sul piano di visualizzazione dalla proiezione del punto all'asse principale del cilindro
- a:** 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

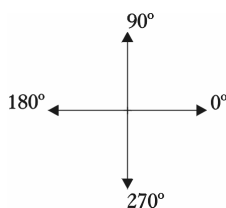
☒	X[m] : 1.056	r[m] : 1.275
d	Y[m] : 25.000	a[°] : 34.06
	Z[m] : 0.714	h[m] : 25.000
	L[m] : 25.032	

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.

☒	dX[m] : 0.914	d r[m] : 1.308
d	dY[m] : 25.000	d a[°] : 45.65
	dZ[m] : 0.935	d h[m] : 25.000
	dL[m] : 25.034	

Angolo positivo, α :



L'interruttore relativo (delta) può essere utilizzato insieme ai movimenti di cursore vincolati.

Vedere... 4.7.4 Movimenti vincolati del Cursore



È possibile introdurre i valori nei campi di modifica. (es: 12.927+23.439, cos(45), sin(60))

4.5. Griglia

Vedere... 2.15.15.1 Griglia e cursore

4.6. Passo del cursore

Vedere... 2.15.15.1 Griglia e cursore

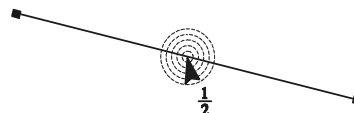
4.7. Strumenti di editazione

Gli strumenti di redazione aiutano il lavoro per numerose caratteristiche.

Vedere... 2.15.15.2 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	
Tangente	
Riferimenti	
Linea	
Superficie	
Intersezione	
Perpendicolare (normale)	
Linea guida	
Dominio	
Elemento Rigido	
Linea di Dimensione	
In caso di funzione <i>Contagocce</i>	
Casella di testo, etichetta	
Domini armatura	

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, dovunque. 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 al° e digitare la lunghezza al d r[m] e premere il tasto Invio.*

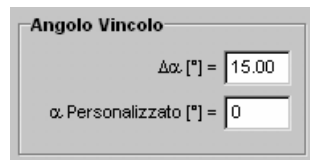
4.7.3. Misura di Distanze

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:

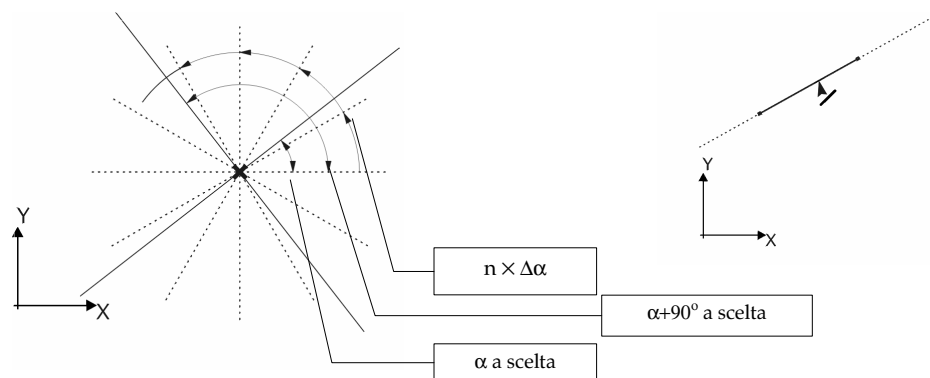
Δα Tenendo il tasto **[Shift]** premuto il cursore si muove lungo la linea che congiunge la sua posizione corrente con l'origine, e che ha un angolo $n \cdot \Delta\alpha$, dove il valore di n dipende dalla posizione del cursore.

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 $\alpha + n \cdot 90^\circ$, dove il valore di n dipende dalla posizione corrente del cursore.

N.B. Il cursore si muoverà secondo $n \cdot \Delta\alpha$ o secondo $\alpha + n \cdot 90^\circ$ a seconda della sua posizione corrente.

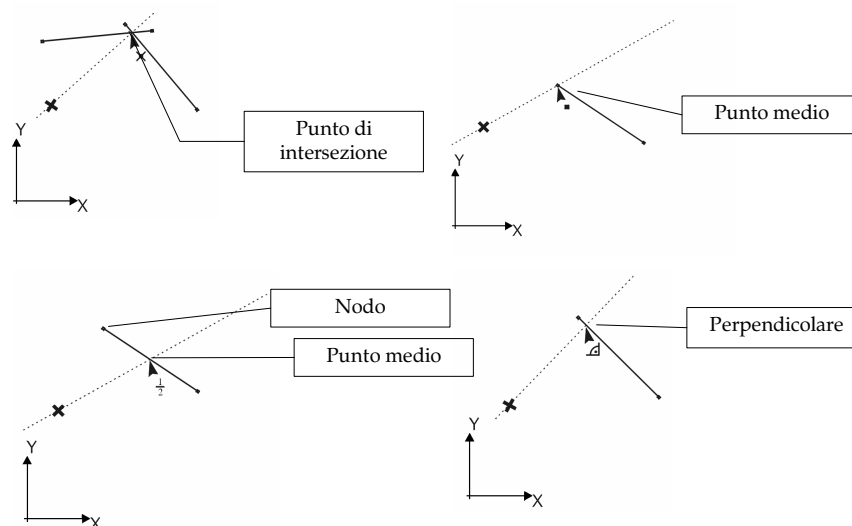
I valori di $\Delta\alpha$ e α possono essere impostati in *Impostazioni / Opzioni / Modifica / Angolo vincolo*.

Gli angoli vincolati $\Delta\alpha$ 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



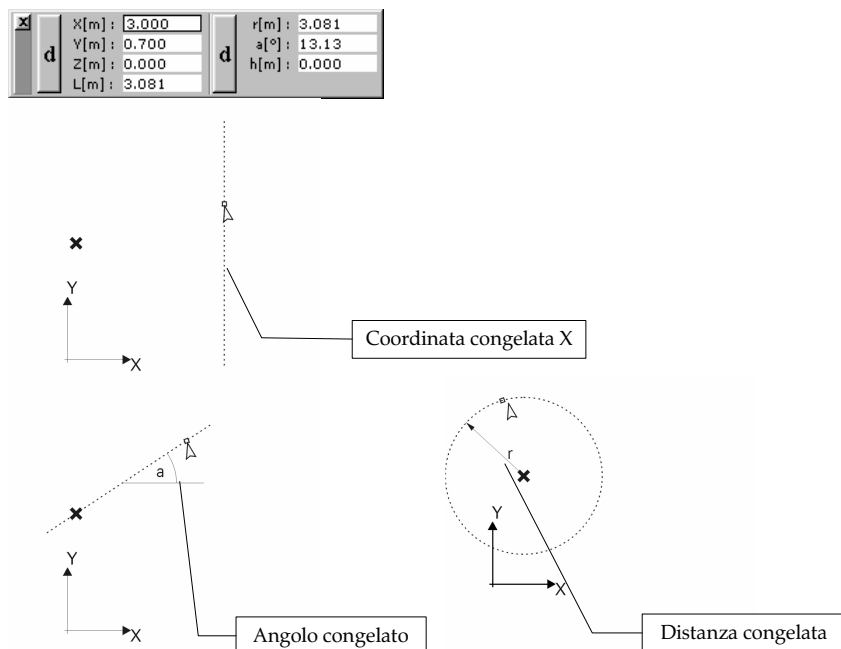
Tramite le icone degli strumenti geometria è possibile bloccare la direzione di disegno della linea

Vedere... 2.15.8 Strumenti Geometrici

4.7.5. Congelamento Coordinate

Il valore di una coordinata può essere congelato, per permettere un posizionamento migliore. Una coordinata congelata non cambierà col movimento del cursore. Il congelamento può essere raggiunto usando **[Alt] + [X],[Y],[Z],[L],[R],[A],[B]**, **[H]**, rispettivamente. Per mostrare che la coordinata è congelata compare su di essa un rettangolo nero nel campo di inserimento.

Per annullare un congelamento di coordinate si deve premere la stessa combinazione di tasti usata per congelarla 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 suddivise 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*.

Se l'intersezione automatica è attivata, le superfici verranno 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.

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... 4.8.14 Controllo geometria e contorni del dominio

4.8.2. Linea



Lo strumento Linea serve a costruire linee o altre forme semplici. Il tipo di Linea può essere scelto cliccando sulla freccia nell'angolo in basso a destra dell'Icona Strumenti Linea corrente, e poi cliccando sull'icona Linea desiderata. Sono offerte le seguenti opzioni.



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... 2.15.4 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.

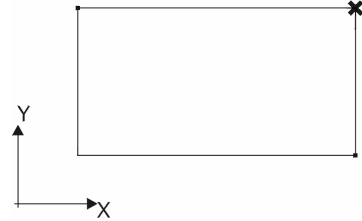
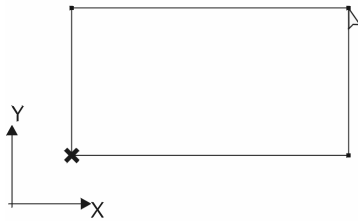
☞ tasto destro → MENU *Veloce/ Annulla*.

☞ 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

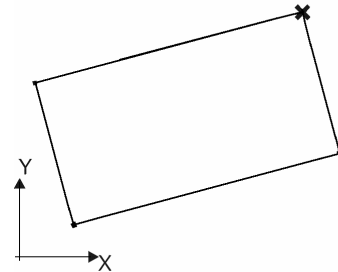
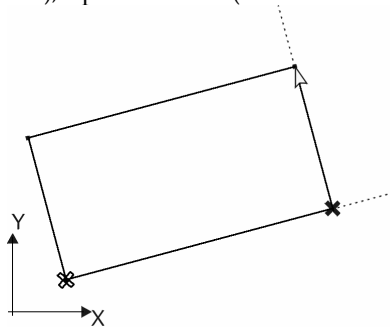
Costruisce un rettangolo (angoli (nodi) e lati) specificandone due angoli opposti.



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

Il numero di lati deve essere definito. Il poligono deve essere definito immettendo il centro e 2 punti del poligono.

Poligono

Il numero di lati deve essere definito. Il poligono deve essere definito immettendo i tre punti del cerchio circoscritto al poligono.

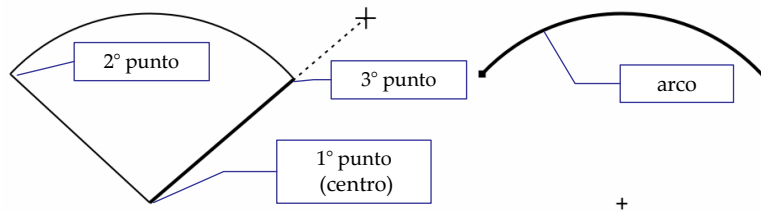
4.8.3. Arco



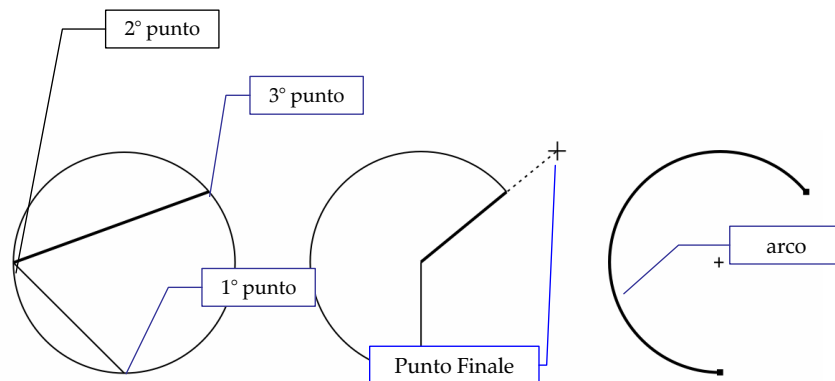
Disegna un arco o un cerchio. Gli archi e i cerchi saranno presentati come poligoni secondo la risoluzione dell'arco definita in *Impostazioni / Preferenze / Visualizza*. **[Esc]** annulla il comando.



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.

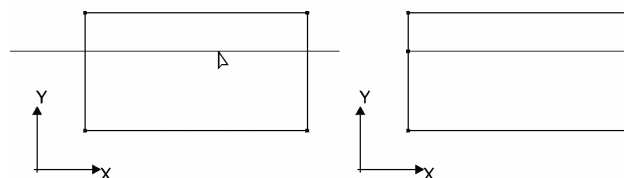


4.8.4. Divisione orizzontale



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.



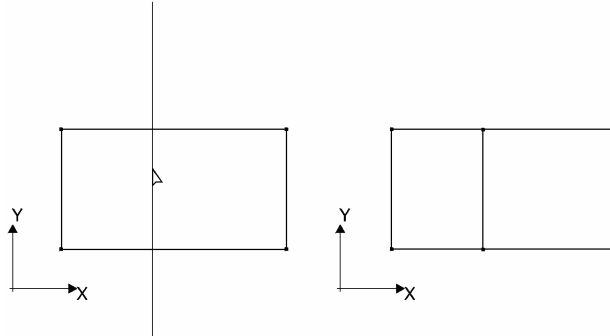
Se si vuole utilizzare questo comando per entità geometriche che non si trovano in un piano parallelo ai piani del sistema di coordinate globali X-Z, X-Y, o Y-Z, bisogna Prima portare (per rotazione) l'entità geometrica in un piano parallelo al piano di coordinate globali, poi applicare questo comando, e quindi riportare l'entità nel piano originario. Vedere... 2.15.5.2 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... 2.15.5.2 Ruota/Copia

4.8.6. Divisione in Quadrilateri/Triangoli



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.

Quadrilateri-in-
Quadrilateri



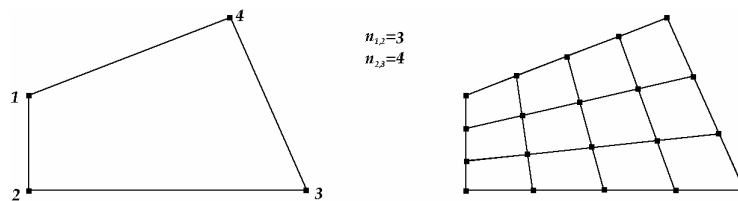
Genera una maglia $n \times m$ tra gli angoli di un quadrilatero 3D (non necessariamente piatto).

Bisogna selezionare successivamente gli angoli (quattro punti) graficamente e specificare il numero di segmenti ($N_1 \geq 1$) tra gli angoli 1 e 2, e il numero dei segmenti ($N_2 \geq 1$) 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.



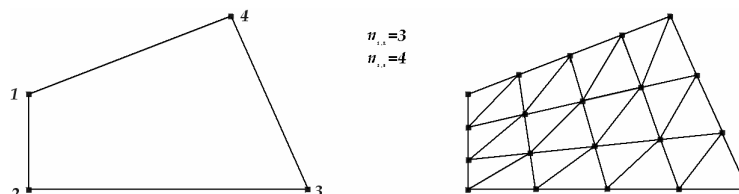
Quadrilateri in
Triangoli



Il comando è simile al comando Quadrilateri in Quadrilateri, ma ogni quadrilatero generato è diviso ulteriormente in due triangoli per la diagonale inferiore.



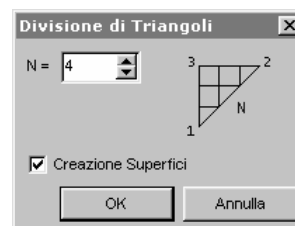
Il quadrilatero e la maglia sono visualizzati con linee grigie piene. Se la maglia conduce a una suddivisione in triangoli distorti (aventi un angolo più piccolo di 30° o maggiore di 150°), il quadrilatero è visualizzato con linee grigie puntinate. Se si inserisce un quadrilatero di forma non permessa (per esempio concavo), il quadrilatero è visualizzato con linee rosse puntinate.



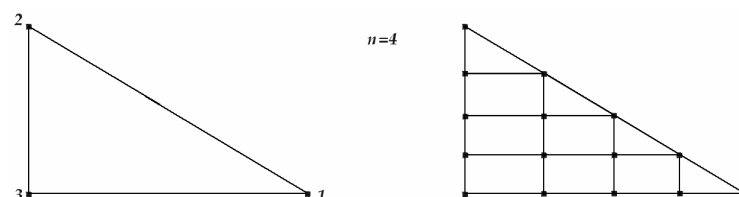
Triangolo in Quadrilateri



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.



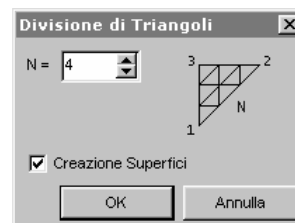
Il triangolo e la maglia sono visualizzati con linee grigie piene. Se la maglia conduce a una suddivisione in quadrilateri distorti (aventi un angolo più piccolo di 30° o maggiore di 150°) o a suddivisioni troppo distorte di un triangolo (avente un angolo inferiore a 15° o superiore a 165°) il triangolo 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.



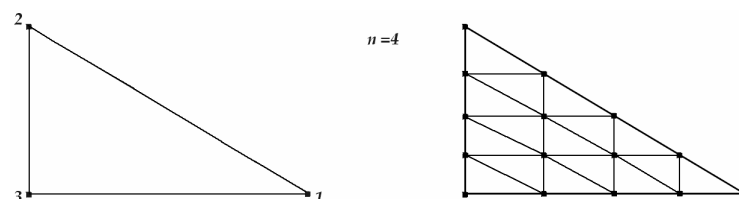
Triangolo in Triangoli



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.

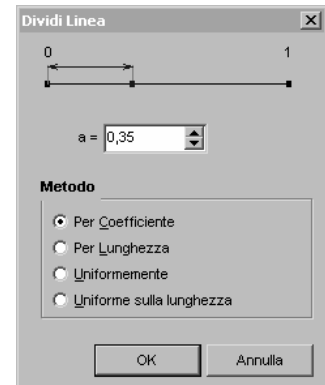


4.8.7. Divisione linea

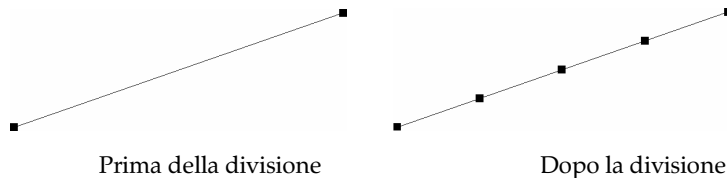


Permette di creare nuovi punti(nodi) sulle linee selezionate.
Sono disponibili le seguenti possibilità per esprimere la divisione desiderata.

- **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).



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.

4.8.8. Intersezione



Divide le linee selezionate creando punti(nodi) alla loro intersezione.

 *Se la cella Impostazioni/Opzioni/Modifica/Automatici/Intersezione non è abilitata nella finestra di dialogo al momento della creazione dell'entità geometrica, usando questo comando si possono intersecare le linee selezionate.*

4.8.9. 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.*

4.8.10. Normale Trasversale



Genera un nodo tra due linee lungo la loro normale trasversale.

4.8.11. 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.

4.8.12. Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da eliminare

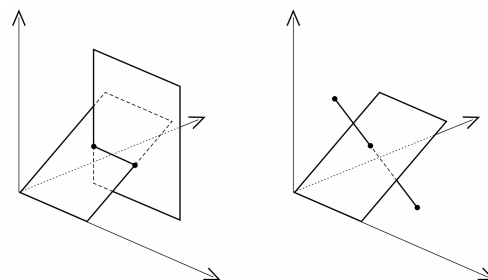


Questa operazione è simile al Taglia il modello con un piano e seleziona la parte da traslare rigidamente, solo che dopo aver definito il piano si può selezionare la parte da eliminare. Gli elementi all'interno della parte selezionata saranno cancellati.

4.8.13. Intersezione Domini



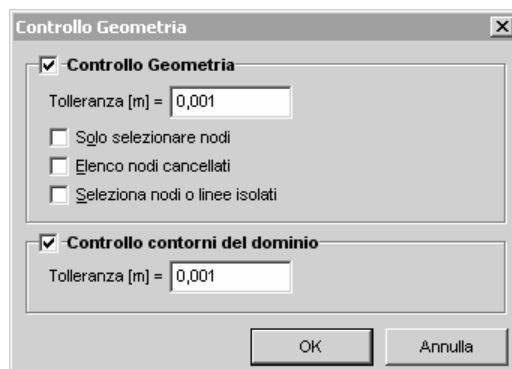
Crea le righe di intersezione di domini. Dopo avere cliccato sull'icona, selezionare i domini per creare l'intersezione o scegliere un dominio e una linea per creare l'intersezione.



4.8.14. Controllo geometria e contorni del dominio



Con questa funzione è possibile selezionare (se "Solo i nodi selezionati" è selezionato) o eliminare i nodi e le linee supplementari all'interno di data tolleranza e ripara i profili di dominio che forzano i segmenti dello stesso piano e che registrano gli archi se il raggio non è lo stesso al punto iniziale ed al punto finale.

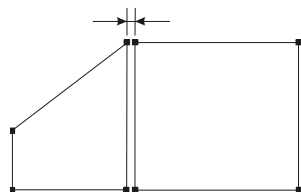


Se viene attivata l'opzione "Solo i nodi selezionati", i nodi che sono più vicini della *Tolleranza* saranno selezionati ma il modello rimane invariato. Nel caso in cui non viene attivata, i nodi più vicini della *Tolleranza* fissata vengono sostituiti da un unico nodo posto nelle coordinate medie.

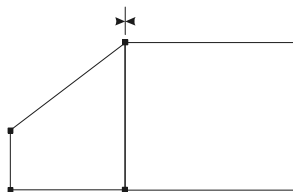
Le linee collegate ai nodi verranno sostituite con una sola linea per il nuovo nodo.

Il comando riporta il numero di nodi / linee creati. Se l'opzione *Lista dei nodi eliminati* è attivata viene visualizzato l'elenco dei nodi eliminati utilizzando i numeri dei nodi *prima* della eliminazione.

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.



Prima del Controllo Geometria

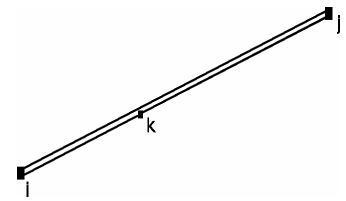


Dopo il Controllo Geometria

Seleziona nodi o linee isolati:

Se questa cella è abilitata, AxisVM manderà un messaggio di avviso se incontra parti isolate.

☞ *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.*



4.8.15. Superficie

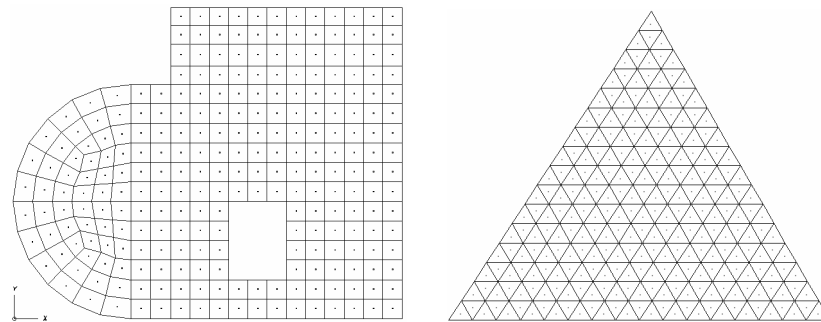


In qualunque caso, quando si desidera modellare delle superfici (piastre, membrane o gusci), occorre prima una maglia di triangoli e quadrilateri piani. In seguito la maglia può essere raffinata.

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 riportate sono superfici geometriche ma non elementi superficie.

Si può rendere elementi superficie assegnando ad esse un materiale e delle proprietà di sezione.



☞ *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.*

4.8.16. 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.*

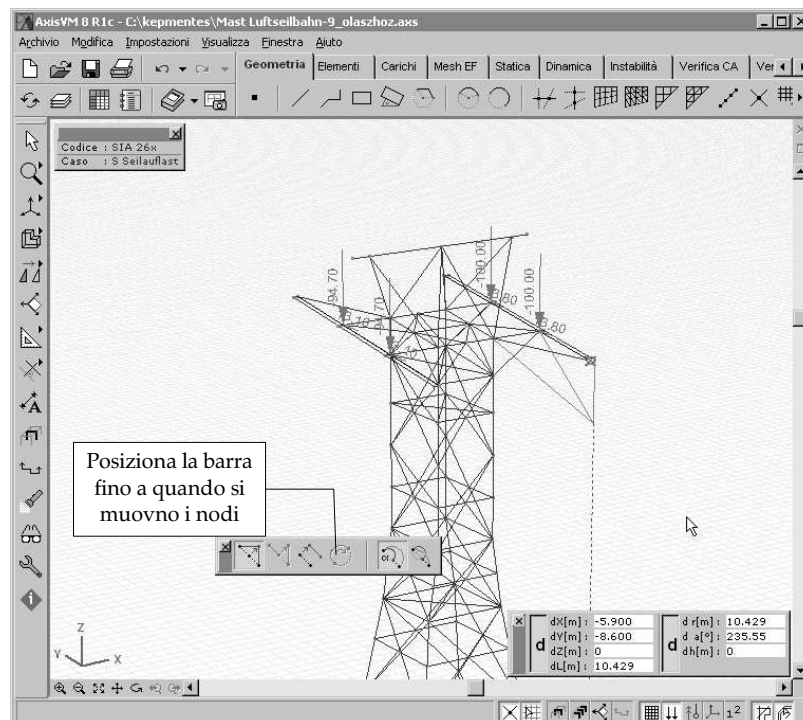
Modifica veloce: Fare clic su un nodo che porta alla Tabella di Visualizzazione dove è possibile immettere nuovi valori delle coordinate. Se sono scelti più nodi e si fa clic su uno di loro, tutti i nodi scelti appariranno nella tabella.

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... 3.3.9. Preferenze



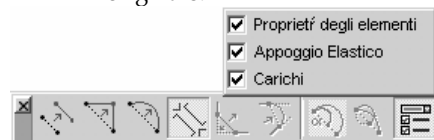
Trascinamento nodi

Possono essere scelti i seguenti modi che di trascinamento:

1. Trascinare il nodo.
2. Trascinare il nodo che disconnette le linee di connessione scelte.
3. Trascinare il nodo trascinando anche tutte le linee connesse al nodo.
4. Trascinare il nodo che allunga o accorcia la connessione ad archi.
5. Distaccare una copia del nodo dall'originale

Le ultime due opzioni determinano il comportamento degli archi collegati.

6. L'angolo centrale rimane costante.
7. Il nuovo arco è definito dal nodo trascinato, dal punto iniziale e dal punto mediano dell'arco originale.



8. Quando l'icona del Trascinamento nodi (la 5° icona nella barra degli strumenti) è attiva, è possibile selezionare l'icona delle Proprietà con la quale si può trascinare il nodo /la linea/l'arco selezionato.

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 di linee

Possono essere scelti i seguenti modi di trascinamento:

1. Trascinamento parallelo di linee mantenendo la posizione originale.
2. Rottura della linea nel punto dato ed inserimento di un nodo.
3. Costruzione di un arco.
4. Distaccare una copia della linea dall'originale
5. Trascinamento parallelo del taglio mantenendo la posizione originale
6. Sostituzione di una linea retta con un arco basato in due tangenti finali.

Vedere le ultime tre opzioni che si trovano nell'icona.

Trascinamento archi

Possono essere scelti i seguenti modi di trascinamento:

1. Trascinamento parallelo dell'arco rispetto alla sua posizione originale.
2. Modifica della curvatura dell'arco.
3. Modifica del raggio dell'arco.
4. Ampliamento / riduzione dell'estensione dell'arco.
5. Distaccare una copia dell'arco dall'originale

Vedere le ultime tre opzioni che si trovano nell'icona.

Trasformare oggetti

Vedere... 2.15.5 Cambiamento geometrico degli oggetti

4.8.17. Elimina

[Del] **Vedere...** 3.2.7 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:

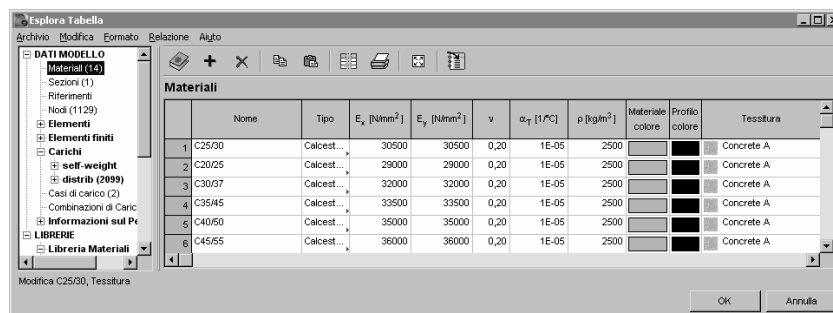
Elemento finito	Materiale	Sezione-trasversale	Riferimento	Rigidezza	Superficie
Reticolare	•	•	0		
Trave	•	•	•	0	
Nervatura	•	•	0		
Membrana	•		•		•
Piastra	•		•		•
Guscio	•		•		•
Appoggio Elastico			•	•	
Elemento Rigido					
Diaframma					
Vincolo elastico			•	•	
Vincolo Monolatero			•	•	
Link (collegamenti)				•	
Cerniere di bordo				•	

0: 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



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



[Ctrl + L]

La libreria dei materiali contiene le proprietà dei materiali usati in ingegneria civile secondo le norme dell'Eurocodice e delle DIN.



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 3.1.13 Libreria Materiali.

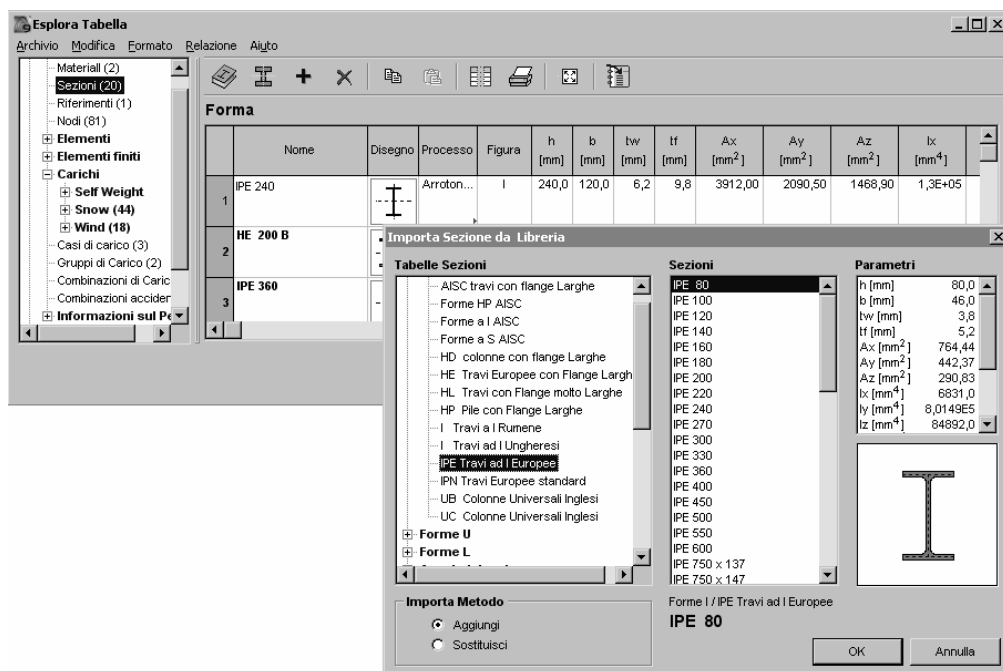
In AxisVM viene fatta l'ipotesi che tutti i materiali abbiano un comportamento elastico (secondo la legge di Hooke), e con uniformità isotropica (per travi) Alcuni elementi possono avere un materiale con comportamento elastico non-lineare (aste), o rigidità assegnata (appoggi, vincoli monolateri, link, molle elastiche).

Modelli con materiali non lineari vengono presi in considerazione solo durante l'analisi non lineare.

In una analisi lineare le rigidità iniziali sono considerate anche per gli elementi con comportamento non lineare.

4.9.2. Sezione trasversale

Definire sezioni trasversali



Permette di definire e salvare gruppi di proprietà delle sezioni o di caricarli da una libreria di sezioni. Le travi, elementi reticolari e le nervature richiedono una sezione trasversale. Per proprietà della sezione trasversale vedere 3.1.14 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.

4.9.3. Disegno diretto degli oggetti



Icone superiori

proprietà

Icone inferiori

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)



Superficie (spaziale)



Foro



Colonna base/testa



Muro base/testa



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



Rettangolare per muro



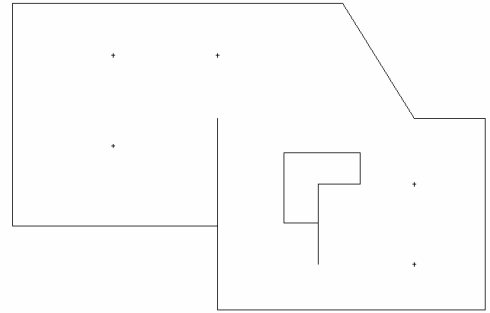
Rettangolare inclinato per muro

4.9.4. 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

Sistema di coordinate locali

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

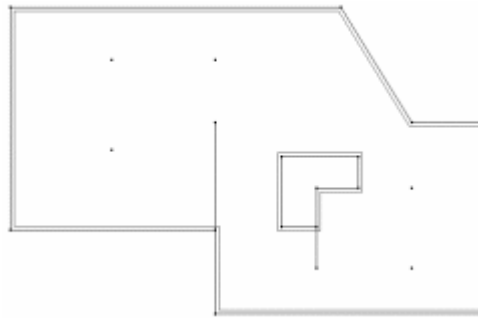
Peso proprio

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).

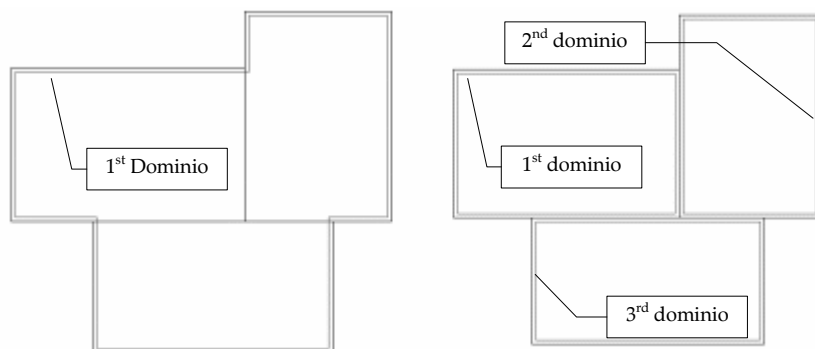


Possiamo definire un dominio per elementi di superficie complessi tipo pavimenti (solai), muri ed altri elementi bidimensionali (superficiali) complessi.

La suddivisione del dominio in maglie più piccole può essere effettuata in automatico.

Vedere... 4.11.1.2 Generazione della mesh sul dominio

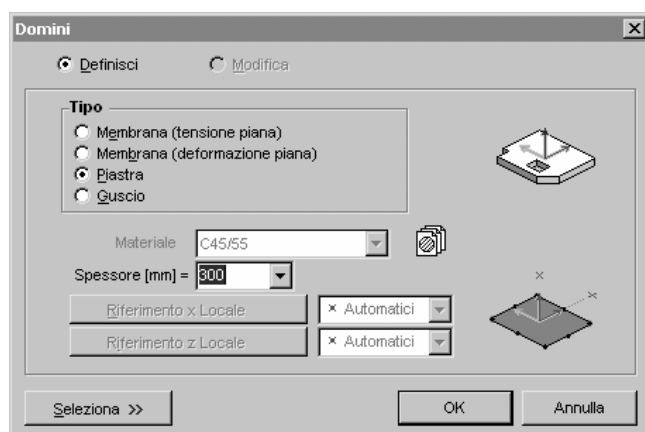
Per modellare un elemento strutturale possiamo usare più di un dominio contemporaneamente.



Un dominio può contenere dei sottodomini.

Definizione del dominio

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.



Modifica

Selezionare il dominio (cliccare sul contorno del dominio) da modificare e fare le modifiche nella finestra di dialogo che appare.

Cancellazione

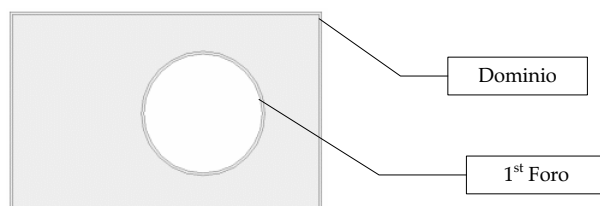
Premere il tasto **[Del]**, selezionare il dominio (o i domini) cliccando sul contorno del dominio da cancellare e cliccare su OK nella finestra di dialogo.

4.9.5. 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 definiscono i bordi dei fori che vogliamo inserire. I fori possono essere spostati da un dominio ad un altro oppure cambiare la loro forma.



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.

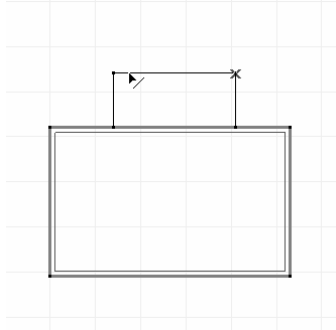
4.9.6. Operazioni sui Domini

Cambia il contorno dei domini

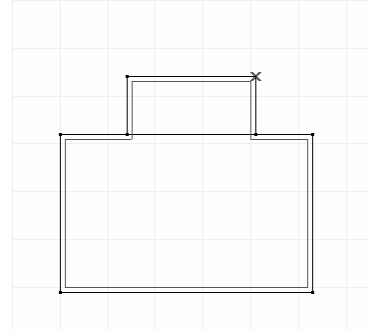


Si possono modificare i contorni dei domini, tagliare ed unire domini.

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.

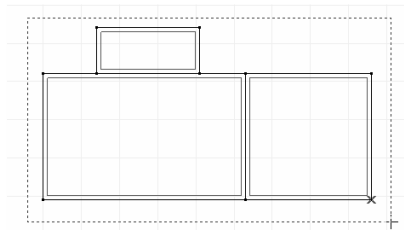
Unione di Domini



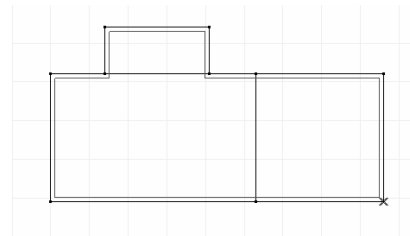
L'unione può essere creata da domini adiacenti.

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



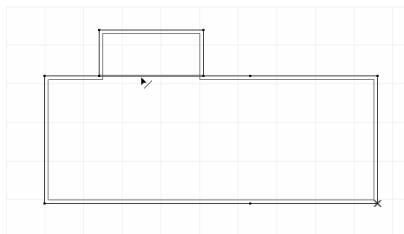
Dopo

Taglia domini

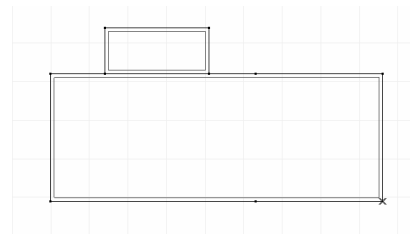


Per tagliare i domini lungo la linea esistente:

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

4.9.7. Elementi Lineari

Elemento
Reticolare



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*).

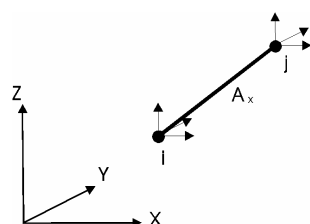
Le funzioni per numerare, etichettare considerano un singolo membro strutturale. (i membri strutturali possono essere suddivisi da *Edita/Spezza elementi strutturali*).

Vedi... 3.2.12 Cerca elementi strutturali, 3.2.13 Separa elementi strutturali

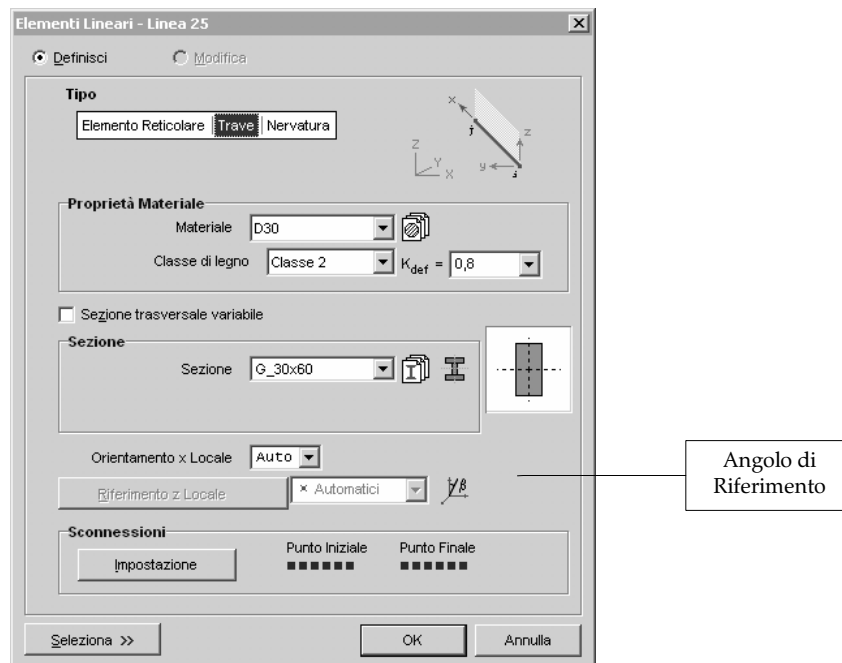
Elemento
reticolare

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.
	Consente la consultazione della libreria delle sezioni per poter assegnare ad un elemento la relativa sezione. Le sezioni selezionate verranno aggiunte alla tabella delle sezioni del modello.
	Permette di entrare nell'editor delle sezioni trasversali per assegnare una sezione all'elemento. La nuova sezione sarà aggiunta alla tabella 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 e se viene selezionato un materiale in legno, la classe di servizio può essere impostata qui. Per maggiori dettagli vedere... 6.7 Progetto della trave in legno
Orientamento asse x locale	La direzione della x locale nella trave può essere settata dal nodo <i>i</i> al nodo <i>j</i> o vice versa. $i \rightarrow j$: l'asse locale x è diretto dal nodo con un numero inferiore al nodo con numerazione superiore $j \rightarrow i$: 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: <i>da i a j</i> o <i>da j a i</i> o <i>automatico</i> . L'orientamento automatico è basato sulle coordinate del punto terminale $i \rightarrow j$: l'asse locale x è diretto dal nodo con un numero inferiore al nodo con numerazione superiore $j \rightarrow i$: 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... 4.9.19 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>I parametri non lineari sono presi in considerazioni solo in una analisi non lineare.</i> <i>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.</i>



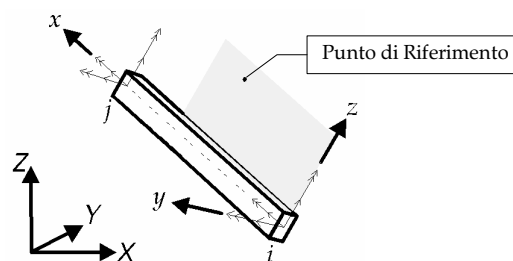
Gli elementi trave possono essere utilizzati per modellare strutture a telaio.

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). La variazione di sollecitazioni interne lungo la trave sono: sollecitazioni assiali costanti, torsioni costanti, tagli costanti e momenti lineari.

Gli spostamenti e sollecitazioni interne sono calcolati ad intervalli di almeno 1/10 della lunghezza dell'elemento.

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.

*Riferimenti
automatici*

I vettori di riferimento saranno generati dal programma secondo quanto spiegato nel paragrafo 4.9.19 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



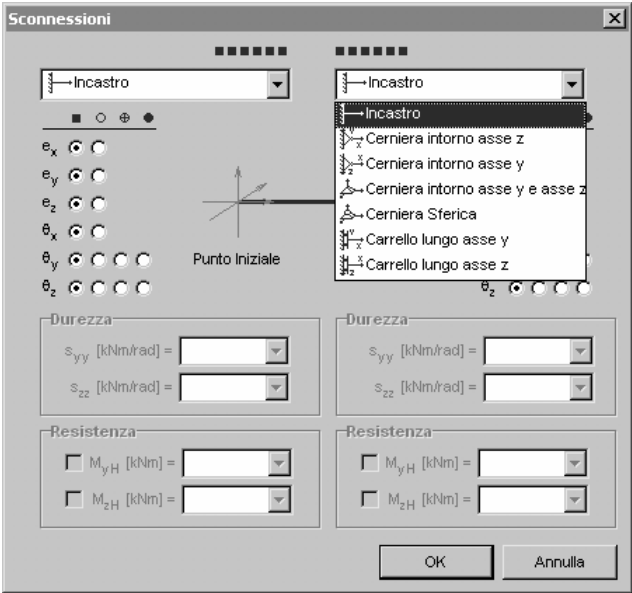
La rotazione di sezioni trasversali per elementi reticolari, travi, elementi nervatura è facilitata dalla gestione dell'angolo di riferimento. Il sistema di coordinate locale automatico (e la sezione trasversale) possono essere fatti ruotare intorno all'asse dell'elemento di un angolo definito. Se l'elemento 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.

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.



- Simbolo grafico di una connessione rigida (la componente corrispondente di spostamento locale dell'estremo della trave viene trasferita al nodo).
- Simbolo grafico di una connessione incernierata (la componente corrispondente di spostamento locale dell'estremo della trave non viene trasferita al nodo).
- ⊕ Simbolo grafico di una connessione incernierata semi-rigida (la componente corrispondente di spostamento locale dell'estremo della trave viene trasferita parzialmente al nodo).
- Simbolo grafico di un collegamento plastico: il valore massimo del momento ai punti terminali è calcolato dal materiale e dalle proprietà della sezione trasversale.

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 Q_y .	
Traslazione libera lungo l'asse locale z. Non si trasmette sollecitazione di taglio Q_z .	

☞ 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 .

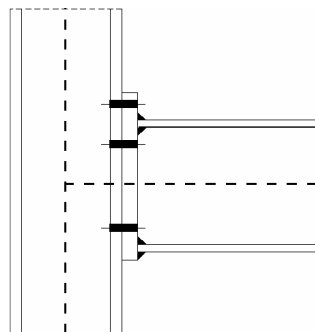
Esempio: Nodo iniziale Nodo finale
 ■ ■ ■ ■ ○ ○ ■ ■ ■ ○ ○ ○

Collegamento Semi-rigido

Per definire cerniere semi-rigide posizionare il pulsante di scelta a semi-rigido e immettere la rigidezza torsionale della molla elastica lineare modellando il collegamento sull'asse locale y o su z . Il valore dovrebbe essere la rigidezza $M - \phi$ iniziale del collegamento.

Se una connessione è semi rigida si può assegnare ad essa una valore di rigidezza (solo in direzione yy o zz). Il diagramma momento-rotazione relativa di una connessione è modellatao tramite una molla rotazionale elastica lineare o non lineare. La caratteristica non lineare può essere usata solo in una analisi statica non lineare. In una analisi statica lineare, dinamica o di instabilità viene presa in considerazione solo la rigidezza iniziale.

Connessione:



Modello:

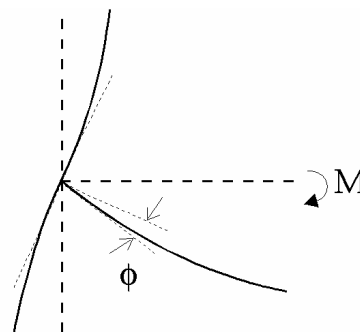
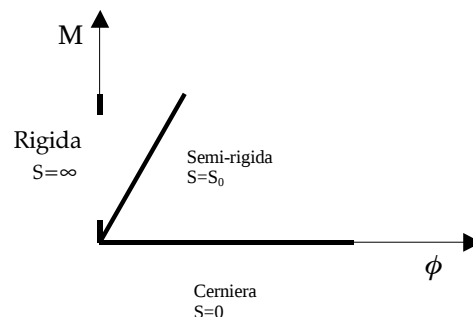


Diagramma Momento-Rotazione Relativa:



☞ Per esempio, nel caso di telai in acciaio, l'Eurocodice 3 Annex j fornisce i dettagli dell'applicazione.

Momento resistente Si può assegnare un momento resistente fisso o semi-rigido, che è il momento massimo che può svilupparsi nel collegamento.

☞ Il parametro di momento resistente è utilizzato solo in caso di analisi non lineare.

Cerniera plastica

Per definire cerniere plastiche definire il pulsante di scelta a plastica. Il momento resistente sarà presentato ma non può essere editato. Se si sono scelti elementi con materiali o con sezioni trasversali diversi non apparirà nessun valore nel campo ma le cerniere saranno definite con la resistenza del momento appropriata.

Dopo aver completato l'analisi non lineare e la visualizzazione del diagramma delle forze interne della trave, le cerniere che raggiungano il campo plastico al passaggio del carico corrente diventano rosse. Il numero accanto alla cerniera mostra l'ordine di raggiungimento del campo plastico. La cerniera con il numero 1 è la cerniera che raggiunge il campo plastico per prima. Per le cerniere che non sono di colore rosso, non è ancora raggiunto il momento plastico ultimo.

 **Le cerniere plastiche possono essere utilizzate solo con travi in acciaio..**

 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.

Nervatura



Angolo di
Riferimento

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.

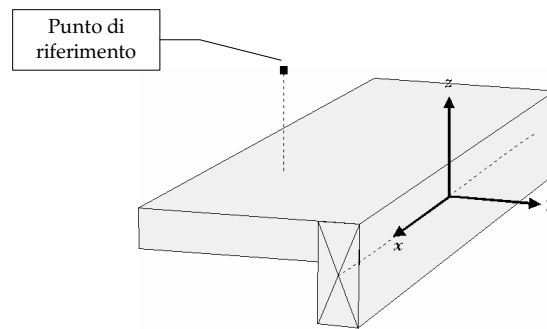
Materiale

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 4.9.3**.



Riferimento **Nervatura indipendente:**

Il sistema di riferimento locale è definito come segue:

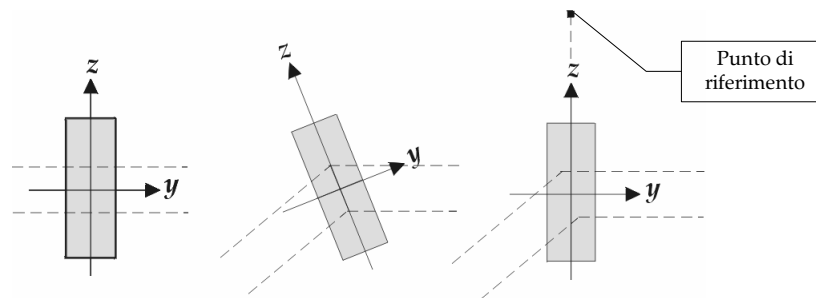
l'asse dell'elemento definisce l'asse x locale; l'asse locale z è definito dal punto o dal vettore di riferimento; da essi consegue l'asse locale y sulla base della regola della mano destra.

Nervatura collegata a un elemento bidimensionale:

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 sottostante mostra che quando l'elemento si trova sul bordo di due elementi bidimensionali che formano un angolo, l'asse locale z è orientato secondo la media degli assi normali alle superfici. Se sono connessi al bordo più di due elementi bidimensionali e si seleziona una o due di essi, sarà disponibile un riferimento automatico quando si definisce la nervatura.

Le proprietà della sezione devono essere definite in questo sistema di coordinate.



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

Eccentricità

Si può specificare un'eccentricità per una nervatura solo se si trova sul bordo di una o due superfici. 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

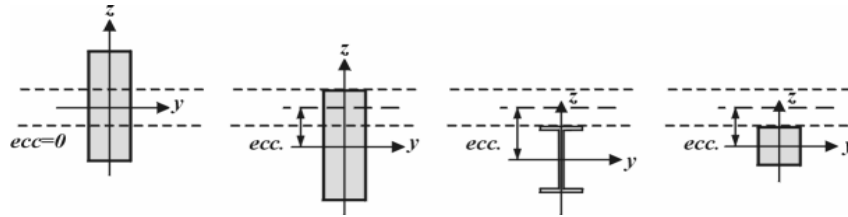
L'eccentricità (ecc) di una nervatura è data dalla distanza del centro di gravità della sua sezione dal piano del modello della superficie (piano neutrale). È positiva se il centro di gravità è sulla direzione positiva del suo asse locale z.

Ci sono quattro opzioni per impostare l'eccentricità della nervatura: nervatura inferiore, nervatura superiore, nervatura di mezzzeria ed eccentricità personalizzata.

Nei primi tre casi l'eccentricità attuale è calcolata dalla sezione e lo spessore della piastra. 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.

- ☞ Le nervature appaiono come linee blu.

Modifica Scegliendo elementi dello stesso tipo e facendo clic si attiva il pulsante Modifica. Le proprietà degli elementi possono essere cambiate attivando la casella di controllo prima del valore da controllare. Se una certa proprietà non è comune il campo sarà vuoto. Se un valore è immesso sarà assegnato a tutti gli elementi scelti.

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.

4.9.8. Elementi bidimensionali

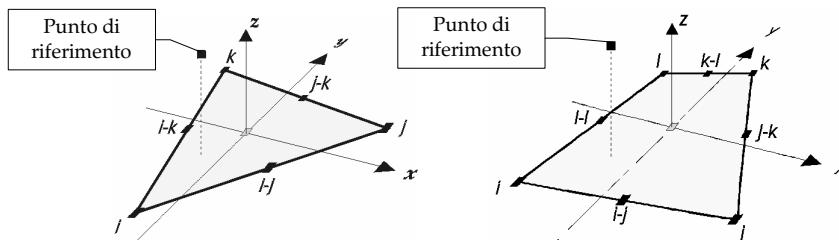


Gli elementi bidimensionali possono essere usati per modellare membrane (elementi membrana), sottili e spesse piastre (elementi piastra) e gusci (elementi guscio) assumendo che gli spostamenti siano piccoli.

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.

- ☞ 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).

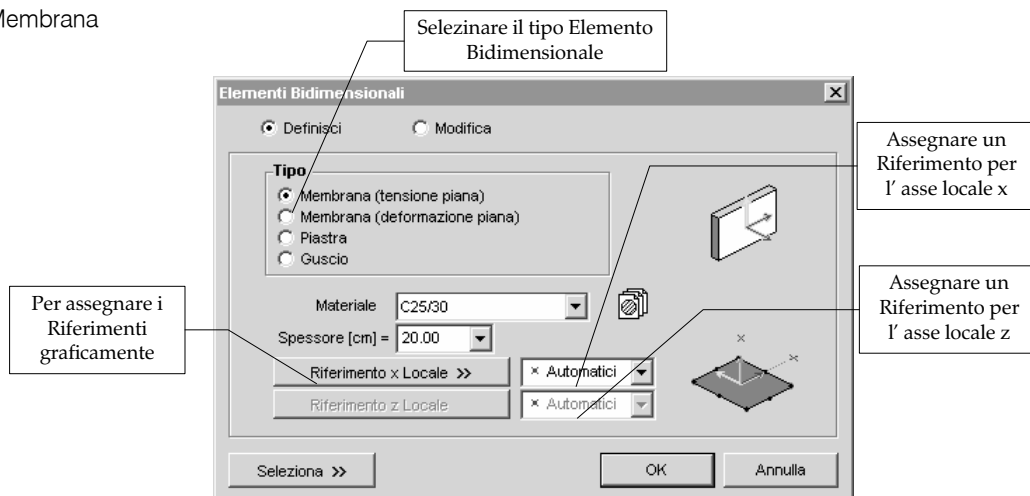
Si sconsiglia l'uso di elementi con rapporto tra la lunghezza del lato maggiore e quella del lato minore superiore a 5 o con rapporto tra lunghezza del lato maggiore e spessore superiore a 100. In alcuni casi, quando gli elementi (che sono piani e con bordi retti) vengono usati per approssimare superfici 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

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 ($\sigma_{zz} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \epsilon_{xz} = \epsilon_{yz} = 0, \epsilon_{zz} \neq 0$) o deformazione piana ($\epsilon_{zz} = \epsilon_{xz} = \epsilon_{yz} = 0, \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \sigma_{zz} \neq 0$).

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.

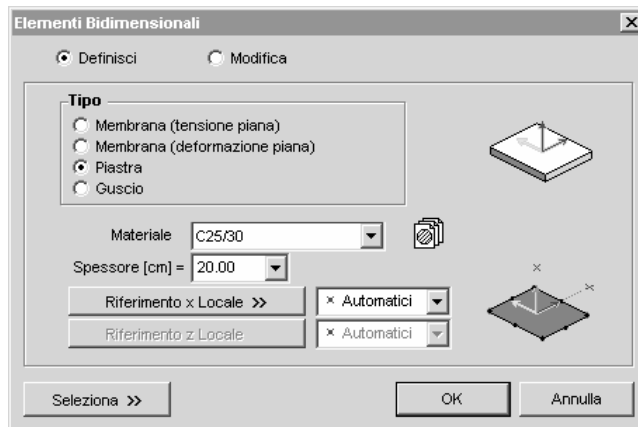
Riferimenti automatici:

Gli assi locali degli elementi per le direzioni x e z possono essere determinati da elementi di riferimento, vedere parte (4.9.19 Riferimenti) o definiti automaticamente.



Il centro delle membrane è visualizzato sullo schermo in blu.

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.

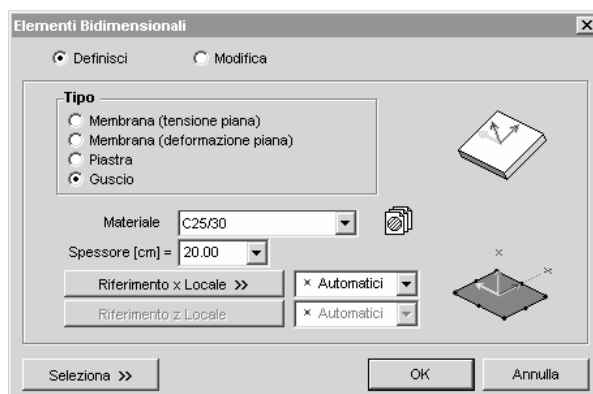
Riferimenti automatici:

Gli assi locali degli elementi per le direzioni x e z possono essere determinati da elementi di riferimento, vedere parte (4.9.19 Riferimenti) o definiti automaticamente.



Il centro della piastra è mostrato, sullo schermo, in rosso.

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.

È 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 (4.9.19 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 (4.9.7 Elementi Lineari).

4.9.9. 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). Si possono specificare i valori di rigidità traslazionale e/o rotazionale (torsionale) intorno agli assi dell'elemento.

I parametri non lineari possono essere assegnati a ogni direzione. Per cambiare le caratteristiche, scegliere uno dei tre pulsanti (bidirezionale, solo compressione, solo tensione), settare la casella di resistenza e se è necessario specificare un valore.

 I valori predefiniti di rigidezza sono $1.000E + 10$ [Kn/M], [kNm/ rad].

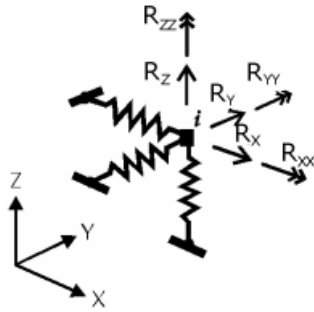
 Gli elementi di appoggio sono visualizzati sullo schermo in giallo (molla traslazionale) o arancione (molla rotazionale).

Gli appoggi elastici nodali possono essere orientati nella direzione:

- Globale
- Riferimento
- Relativi a Trave/Nervatura
- Relativi a Bordo

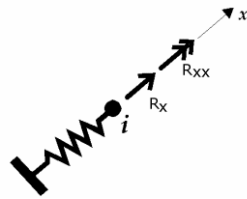
Globale

Definisce elementi di vincolo nodale paralleli agli assi coordinati globali. Si devono selezionare i nodi che sono vincolati allo stesso modo e specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale R_x, R_y, R_z e rotazionale R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}).

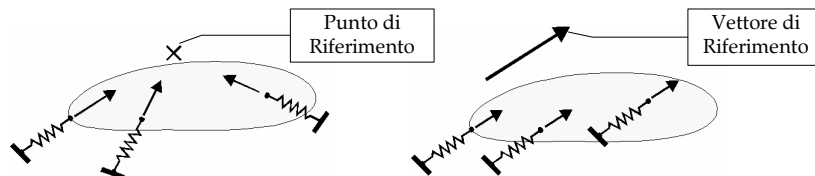


Riferimento

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 R_x e rotazionale R_{xx}).



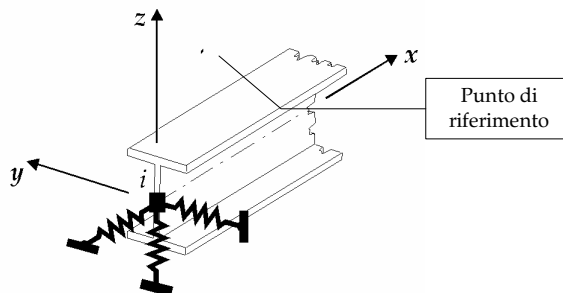
La direzione del vettore di riferimento è definita dal nodo degli elementi e dal punto di riferimento o vettore di riferimento nel modo seguente.



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 vincolo nodale relativi alle coordinate locali di elementi trave/nervatura. Si devono selezionare gli elementi trave/nervatura e i nodi che sono vincolati nella stessa maniera e specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale R_x , R_y , R_z , e rotazionale R_{xx} , R_{yy} , R_{zz}).



Relativi Bordo

Definisce elementi di vincolo nodale relativamente alle coordinate locali del bordo di elementi bidimensionali. Si devono selezionare gli elementi bidimensionali e i nodi che sono vincolati nello stesso modo e specificare le rigidezze corrispondenti (traslazionale R_x , R_y , R_z e rotazionale R_{xx} , R_{yy} , R_{zz}).

Se una sola superficie è connessa al bordo le coordinate locali del bordo sono:

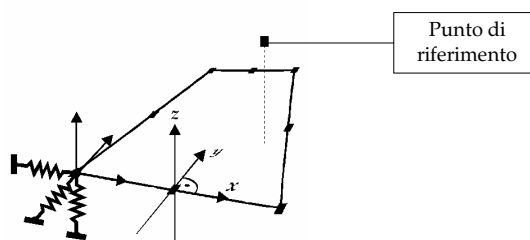
x = asse del bordo

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.



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.



I Vincoli Nodali appaiono con colore marrone (R_x , R_y , R_z) ed arancio (R_{xx} , R_{yy} , R_{zz}) disposti in 3 direzione ortogonali.

Calcolo delle
rigidezze dei
vincoli

Carica dalla libreria
delle sezioni

Carica dalla libreria dei
materiali

Usa l'editor delle
sezioni

Svincoli superiori delle
colonne

Svincoli alla base delle
colonne

Premere sul pulsante *Calcola* per calcolare la rigidezza dei vincoli (inclusa la rigidezza rotazionale) di una colonna. Le rigidezze dei vincoli sono determinate sulla base degli svincoli ai nodi, del materiale e della geometria della colonna.

Specifica separatamente tra la colonna superiore e quella inferiore la rigidezza di un nodo di supporto. Questi parametri della colonna possono anche essere usati nell'analisi del punzonamento (particolarmente nel caso di lastre intermedie). Le colonne e le pareti che modellano i supporti inoltre compaiono nella vista restituita e tramite il cursore è possibile identificarli.

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 (4.9.7 Elementi Lineari).

4.9.10. Appoggi elastici lineari



Gli appoggi elastici lineari possono essere usati per modellare le condizioni di vincolo lineare di una struttura. Gli elementi di vincolo lineare (tipo Winkler) vincolano elasticamente travi, nervature o bordi di superfici, mentre le forze al loro interno sono le supposte reazioni vincolari.

Si possono specificare valori di rigidezza traslazionale e/o rotazionale (torsionale) relativi all'asse degli elementi.

Il vincolo lineare si comporta allo stesso modo per tensione e compressione ed è considerato costante nell'elemento.

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.

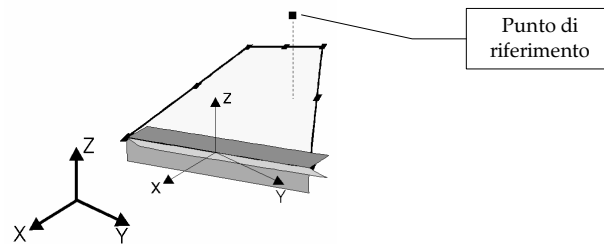
Il vincolo lineare può essere orientato in direzione:

- Globale
- Relativa Trave/Nervatura
- Relativa Bordo

☞ *I valori predefiniti di rigidezza sono 1.000E+07 [kN/m/m], o [kNm/rad/m].*

Globale

Definisce vincoli lineari paralleli agli assi di coordinate globali. Bisogna specificare le rigidezze corrispondenti (traslazionale R_x, R_y, R_z e rotazionale R_{xx}, R_{yy}, R_{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 R_x, R_y, R_z e rotazionale R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}).

☞ *Le Travi/nervature con vincoli lineari devono essere divise in almeno quattro elementi.*

Inoltre deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$L \leq l_k = \frac{1}{2} \min \left(\sqrt[4]{\frac{4E_x I_z}{R_y}}, \sqrt[4]{\frac{4E_x I_y}{R_z}} \right)$$

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

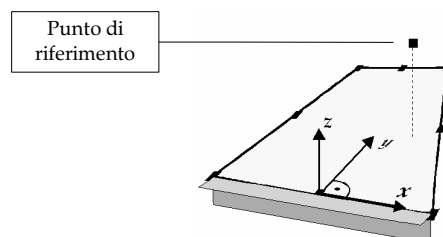
Definisce vincoli di bordo relativi alle coordinate locali dei bordi. Bisogna specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale R_x, R_y, R_z e rotazionale R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}).

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.



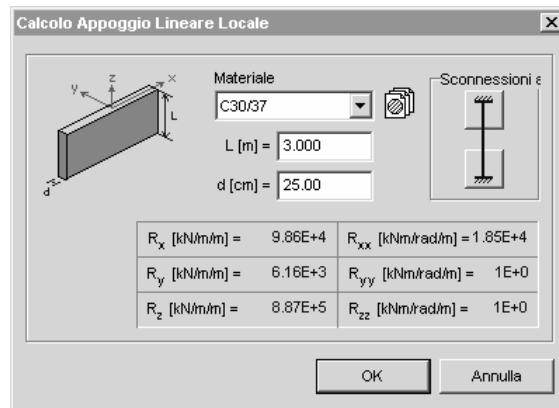
Comportamento
non lineare

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.*

 I Vincoli Lineari appaiono con colore marrone (R_x , R_y , R_z) ed arancio (R_{xx} , R_{yy} , R_{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 di supporto *muro*. Le rigidezze dei supporti sono determinate sulla base degli svincoli di estremità, dei materiali e della geometria del muro.

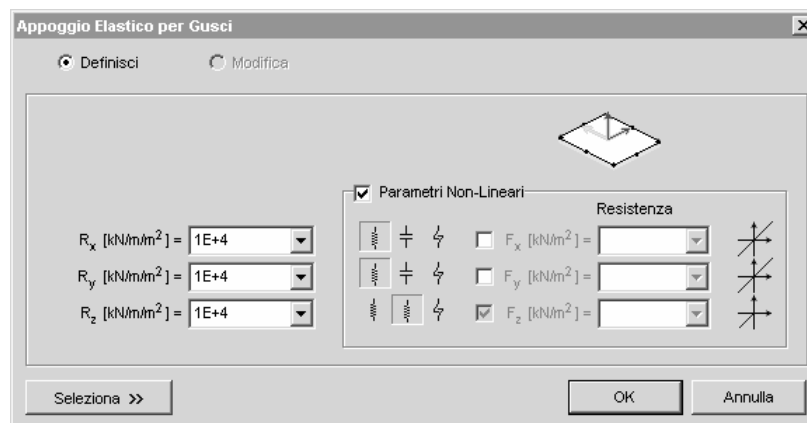
Modifica

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 (4.9.7 Elementi Lineari).

4.9.11. Appoggi elastici superficiali

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 R_x , R_y , R_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].*

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.



I vincoli di superficie sono rappresentati con retinatura arancione

4.9.12. 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.

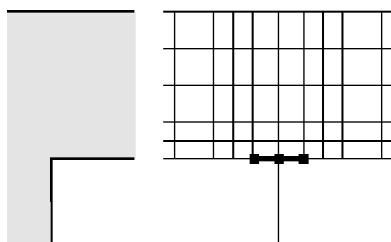
4.9.13. Elemento Rigido



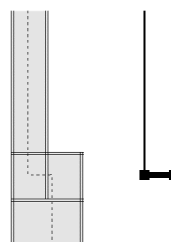
Gli elementi rigidi possono essere usati per modellare parti con un comportamento rigido rispetto ad altre parti della struttura.

Gli elementi rigidi possono essere usati solo in un'analisi statica lineare. 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:

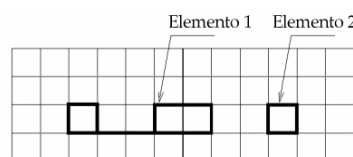
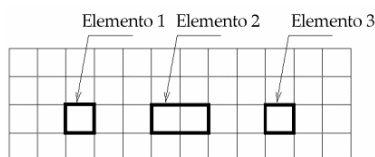


Modellazione elemento di connessione eccentrica trave- trave:



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 deseleggiano 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.

☞ Gli elementi rigidi sono visualizzati sullo schermo con linee nere spesse.

4.9.14. 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.

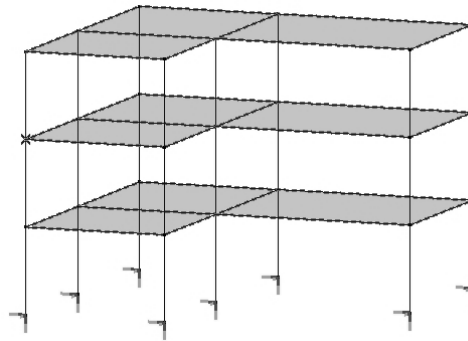
I diaframmi riducono notevolmente la quantità di calcoli da effettuare. Questo può essere un vantaggio nelle analisi dinamiche di grossi modelli.

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 automaticamente 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.

4.9.15. Vincolo Elastico



Vincoli Elastici - Linea 7

☒ Definisci ☐ Modifica

Direzione

☒ Globale
☐ Per Geometria
☐ Per Riferimento
☐ Relativa Elemento
☐ Relativa Nodo

Orientamento x Locale **i → j**

Rigidezza		Resistenza	
K_X [kN/m] = 1.5E+5	☒	F_X [kN] = 600.00	☒
K_Y [kN/m] = 2.0E+2	☐	F_Y [kN] =	☐
K_Z [kN/m] = 2.0E+3	☐	F_Z [kN] =	☐
K_{XX} [kNm/rad] = 0	☐	M_X [kNm] =	☐
K_{YY} [kNm/rad] = 0	☐	M_Y [kNm] =	☐
K_{ZZ} [kNm/rad] = 0	☐	M_Z [kNm] =	☐

Seleziona >> OK Annulla

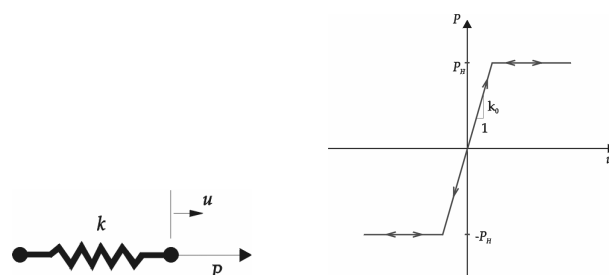
Il vincolo elastico connette due nodi del modello. L'elemento ha un suo sistema di coordinate. si possono specificare i valori di rigidezza traslazionale e/o rotazionale (torsionale) rispetto agli assi dell'elemento. L'elemento può avere proprietà elastiche non lineari.

Il sistema locale del vincolo può essere orientato in una direzione:

Globale / Per Geometria / Per Riferimento / Relativo all'elemento / Relativo al nodo

Definisci Bisogna selezionare i nodi che sono connessi e specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale K_X , K_Y , K_Z e rotazionale K_{XX} , K_{YY} , K_{ZZ}).

Se si deve definire un vincolo elastico non lineare, si possono specificare i valori di resistenza per ogni componente della reazione interna.



Le resistenze saranno prese in considerazione solo in un'analisi statica non lineare; altrimenti saranno ignorate.

I parametri non lineari vengono presi in considerazione solo in un'analisi non lineare. Negli altri casi di analisi (statica lineare, Dinamica I/II, Instabilità) vengono prese in considerazione le rigidezze iniziali date agli elementi.

Bisogna selezionare i nodi che sono connessi e specificare la rigidezza corrispondente (traslazionale K_X , K_Y , K_Z e rotazionale K_{XX} , K_{YY} , K_{ZZ}).

Se si deve definire un vincolo elastico non lineare, si possono specificare i valori di resistenza per ogni componente della reazione interna.

4.9.16. Vincolo Monolatero



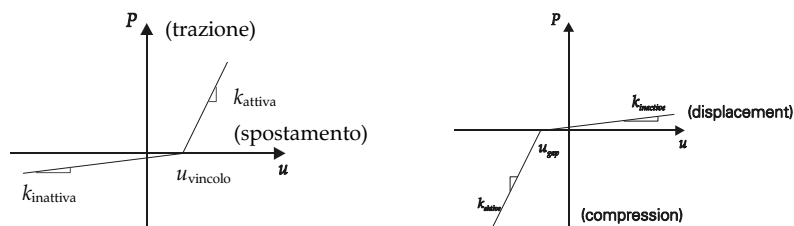
Il vincolo monolatero è usato per modellare il contatto puntuale.

L'elemento ha due stati:

1. attivo, quando ha un grande valore di rigidità per simulare il contatto raggiunto;
2. inattivo, quando ha un piccolo valore di rigidità (simula che il contatto non sia stato raggiunto).

Questo modello di contatto è approssimato.

Il vincolo monolatero può essere attivo in trazione o in compressione. Nelle figure seguenti sono mostrati i diagrammi forza-spostamento tipici di un elemento attivo rispettivamente in trazione o in compressione.



Il vincolo monolatero è un elemento nonlineare che può introdurre delle difficoltà nella soluzione di problemi non lineari, a causa dei grandi cambiamenti nella rigidità dell'elemento quando cambia stato (attivo/inattivo).

Se l'elemento è usato per modellare problemi comuni di contatto, si può permettere all'elemento di compiere degli aggiustamenti automatici della rigidità, per smorzare le grandi variazioni di rigidità (al variare dello stato) che possono causare anche una divergenza nel processo di soluzione iterativo.

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).
- **Rigidità allo stato attivo:** quella predefinita è di $1E+8$ Kn/m.
- **Rigidità 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.
- **Aggiustamento Automatico rigidità attiva:**
Se non è selezionato l'aggiustamento automatico, i valori sottostanti non sono presi in considerazione.
- **Penetrazione minima permessa:** Si può impostare un valore minimo permesso per la penetrazione nella condizione di contatto. Quello predefinito è $1E-05$.

- **Penetrazione massima permessa:** Si può impostare un valore massimo permesso per la penetrazione nella condizione di contatto. Quello predefinito è 1E-05.
- **Coefficiente di aggiustamento massimo:** Se la penetrazione è al disotto del minimo, la rigidezza attiva viene ammorbidita dal coefficiente massimo inserito qui. Se la penetrazione è tra i due limiti, il coefficiente non ha alcun effetto. Se la penetrazione eccede il massimo permesso, la rigidezza attiva è irrigidita dal coefficiente inserito. Il suo valore predefinito è 200. In questo caso, il valore del coefficiente di aggiustamento da prendere in conto può essere: 1/100, 1/10, 1, 10 o 100.

☞ 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.

4.9.17. 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.

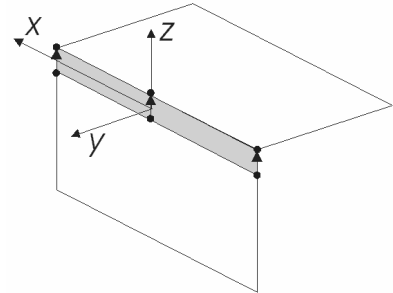
Gli elementi link (collegamenti) possono avere parametri non lineari chiamati resistenze limite che limitano, cioè, le azioni che sono in grado di trasferire.



Collegamento Nodo-Nodo (N-N)

Collega due nodi. Le componenti di rigidezza sono definite nel sistema di coordinate globali. Assegnando il valore 0 (zero) ad una componente la corrispondente azione (forza o momento) non sarà trasferita da un nodo all'altro. 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.



Elementi di Interfaccia

☒ Definisci ☐ Modifica

Direzione

☒ Globale ☐ Per Geometria

Riferimento z Locale:

Posizione Interfaccia =

Rigidezza

K_X [kN/m] =

K_Y [kN/m] =

K_Z [kN/m] =

K_{XX} [kNm/rad] =

K_{YY} [kNm/rad] =

K_{ZZ} [kNm/rad] =

☒ Parametri Non-Lineari

Resistenza

F_X [kN] =

F_Y [kN] =

F_Z [kN] =

M_X [kNm] =

M_Y [kNm] =

M_Z [kNm] =

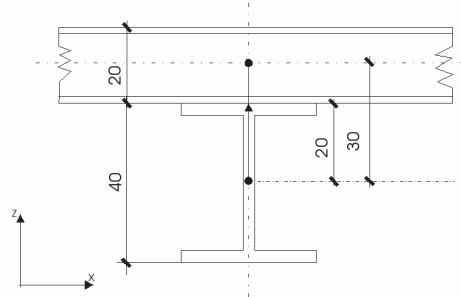
☒ Sovrascrivi gli altri elementi esistenti con un elemento link

Seleziona >>

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: $30\text{ cm } (40/2 + 20/2)$.

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 rigidezza, ad esempio $1\text{E}10$ per le traslazioni e 0 per le rigidezze rotazionali. Se gli arcarecci sono sostenuti solamente da questi link (collegamenti) il valore di K_{yy} 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

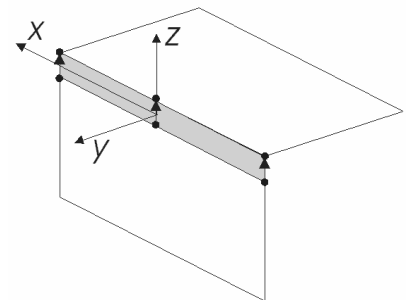
La resistenza limite può essere specificata, per ogni corrispondente componente, con un valore di rigidezza diverso da zero. Per cambiare le caratteristiche, scegliere uno dei tre pulsanti (*Attivo sia in compressione che in trazione, solo in compressione, solo in trazione*), settare la casella di resistenza e se è necessario specificare un valore.



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 linea a nel piano del collegamento ed è ortogonale all'asse x locale.



Assegnando il valore zero ad una componente, la corrispondente azione o momento non sarà trasferita da un nodo all'altro. La posizione dell'interfaccia può variare tra 0 e 1 in relazione alla linea di riferimento (selezionata dall'utente).

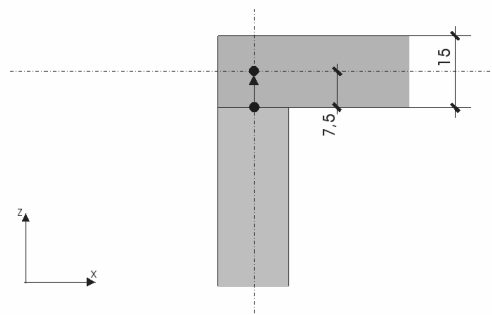
Se la posizione dell'interfaccia è = 0 l'interfaccia si trova sulla linea di riferimento (al punto di inizio della freccia). Se è =1 l'interfaccia è alla linea opposta line (al punto finale della freccia). Per ogni altro valore compreso tra 0 e 1, l'interfaccia si trova tra le linee collegate.

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.



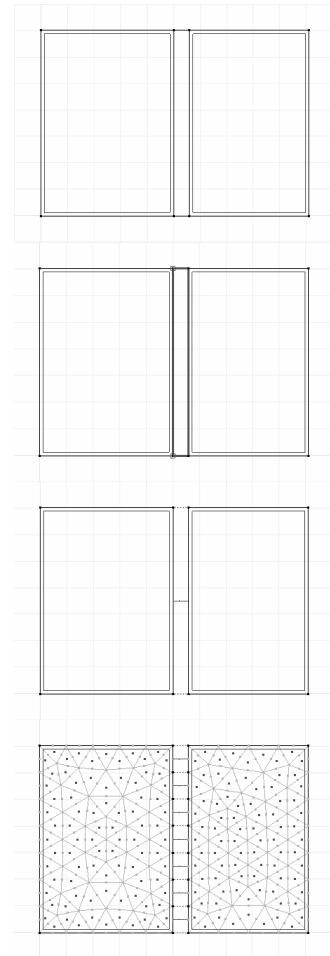
Gli elementi sono rappresentati dal loro piano medio. Il muro deve arrivare fino alla faccia inferiore del solaio. I collegamenti (links) devono essere posizionati, il bordo più alto del muro ed il bordo del solaio. In questo caso l'elemento di collegamento (link) deve stare nel piano del muro. La distanza 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 rigidità 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 rigidità 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...** 4.9.4 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...** 4.11.1.2 Generazione della mesh sul dominio)
6. Gli elementi di collegamento sono divisi secondo la maglia di dominio.



4.9.18. DOF (Gradi di Libertà) Nodali



Permette di vincolare i sei gradi di libertà nodali, che sono: (traslazioni) eX , eY , eZ ; (rotazioni) θX , θY e θZ . Nelle impostazioni predefinite nessun nodo ha gradi di libertà vincolati.

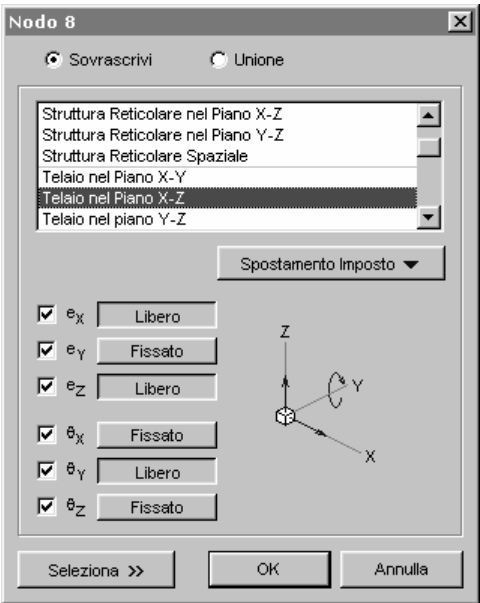
Nei calcoli, le equazioni d'equilibrio saranno scritte solo nelle direzioni degli spostamenti liberi (traslazioni/rotazioni). Può essere selezionata qualunque combinazione dei sei gradi di libertà. Comunque, in molti casi, possono essere usate combinazioni tipiche dei gradi di libertà. In queste situazioni, 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**
Compie un'operazione di unione tra il gruppo dei nuovi codici dei gradi di libertà e il gruppo di quelli preesistenti nei nodi selezionati. 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
Codice iniziale	libero	vincol.	libero	vincol.	libero	vincol.
Nuovo codice:	libero	libero	libero	vincol.	vincol.	vincol.
Codice finale	libero	vincol.	libero	vincol.	vincol.	vincol.

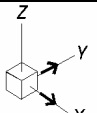
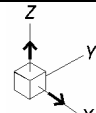
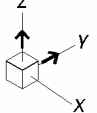
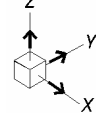
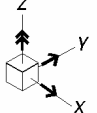
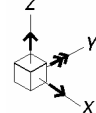
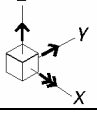
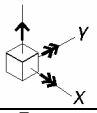
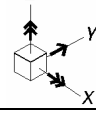
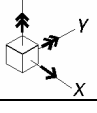
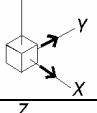
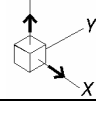
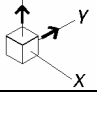
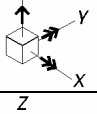
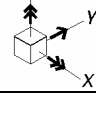
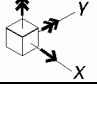
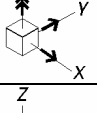
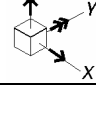
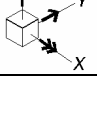
I sei gradi di libertà del nodo (e_X , e_Y , e_Z , θ_X , θ_Y e θ_Z) sono impostati da un codice di sei caratteri che possono essere f (libero) o c (vincolato)
Ogni carattere corrisponde a una componente. I nodi, da impostazione predefinita, sono considerati liberi (tutti i caratteri sono f) Impostando 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
<i>Strutture reticolari</i>			
Struttura reticolare nel piano X-Y		Struttura reticolare nel piano X-Z	
Struttura reticolare nel piano Y-Z		Struttura reticolare spaziale	
<i>Telai</i>			
Telaio Piano X-Y		Telaio Piano X-Z	
Telaio Piano Y-Z			
<i>Graticci</i>			
Graticcio nel piano X-Y		Graticcio nel piano X-Z	
Graticcio nel piano Y-Z			
<i>Membrane</i>			
Membrana nel piano X-Y		Membrana nel piano X-Z	
Membrana nel piano Y-Z			
<i>Piastre</i>			
Piastra nel piano X-Y		Piastra nel piano X-Z	
Piastra nel piano Y-Z			
<i>Simmetria</i>			
Piano di Simmetria X-Y		Piano di Simmetria X-Z	
Piano di Simmetria Y-Z			

<i>Spostamenti imposti</i>	Permette di imporre spostamenti nella direzione di ogni grado di libertà. Il nodo è praticamente <i>vincolato</i> nella posizione imposta.
<i>Copia Caratteristiche>></i>	I gradi di libertà possono essere copiati da un altro nodo e assegnati ai nodi scelti.

4.9.19. 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.

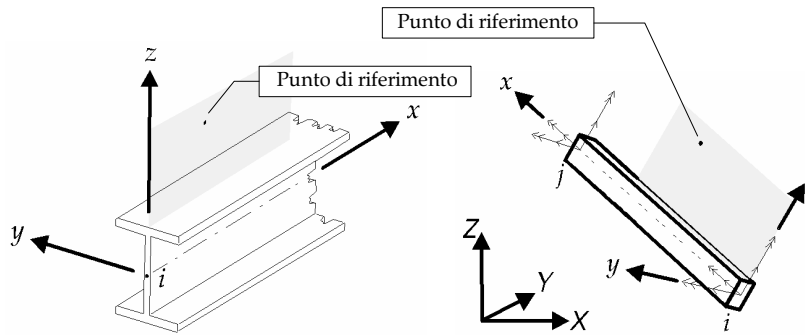


I punti di riferimento sono visualizzati sullo schermo come piccoli simboli + rosi.

Travi, nervature, e appoggi elastici:

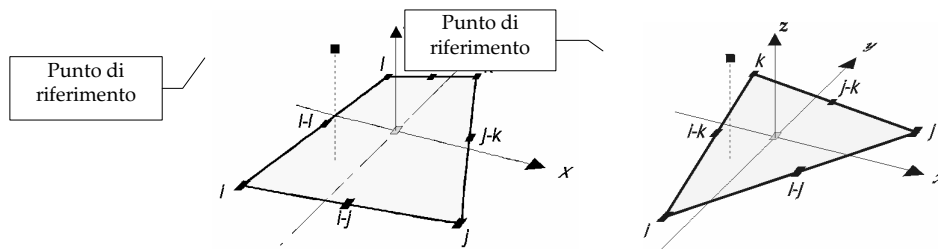
Il punto di riferimento e l'asse x locale dell'elemento definiscono il piano x - z locale.

La direzione positiva degli assi y e z locali sono determinate dalla regola della mano destra.

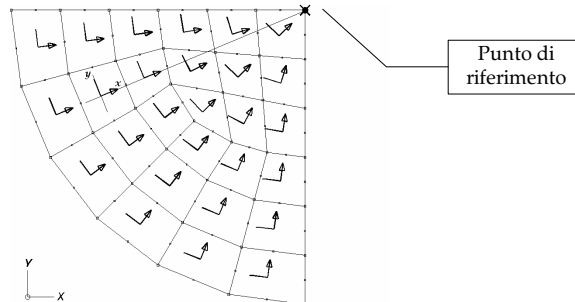


Elementi Bidimensionali:

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.

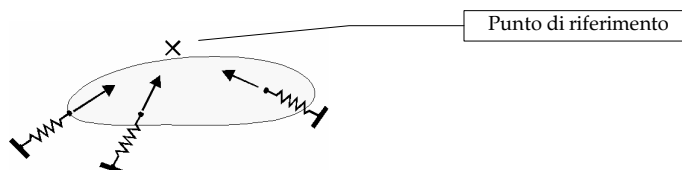


L'asse x locale sarà orientato e alla direzione del punto di riferimento. Nel caso di un elemento superficie, il punto di riferimento deve essere posizionato nel piano dell'elemento.



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.

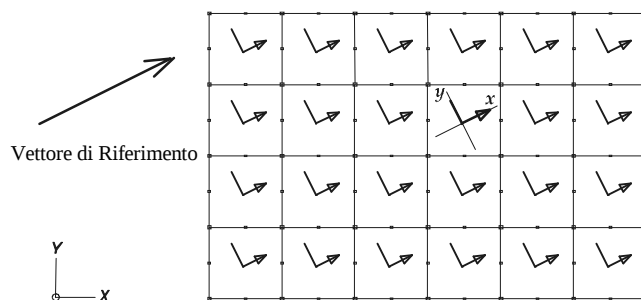


I vettori di riferimento sono visualizzati sullo schermo come frecce rosse.

Superfici:

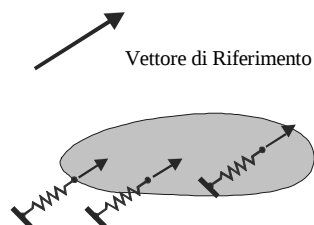
L'asse x locale sarà parallelo al vettore di riferimento. Nel caso di un elemento superficie, il vettore di riferimento deve essere parallelo al piano dell'elemento.

Anche l'orientamento dell'asse z locale può essere definito da un vettore di riferimento.



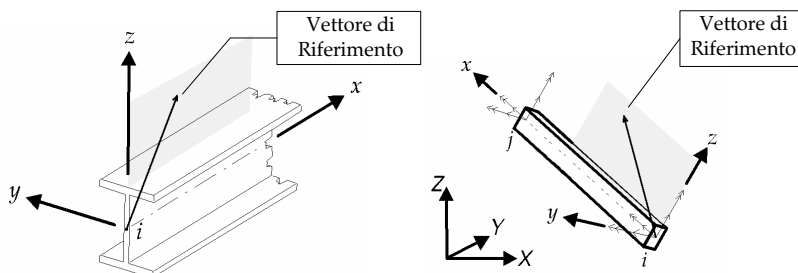
Appoggi Elastici:

Nel caso di un vincolo si può usare un vettore di riferimento per definire l'asse x locale.



Travi, Nervature, e Vincoli Elastici:

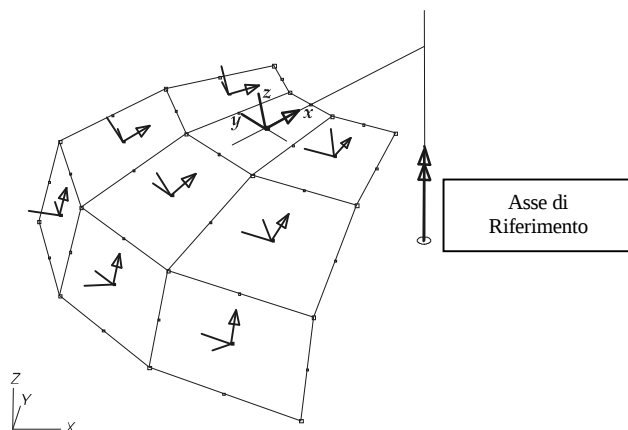
Il vettore di riferimento e l'asse x locale dell'elemento definiscono il piano x - z locale. Le direzioni positive degli assi locali y e z sono determinate dalla regola della mano destra.



Asse di Riferimento



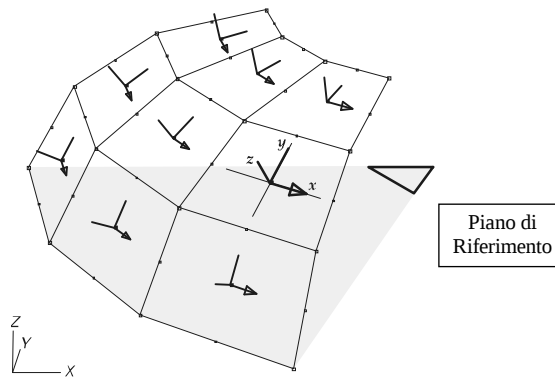
L'asse di riferimento è usato per definire l'asse x locale di elementi superficie, che sarà orientato verso l'asse di riferimento. L'asse di riferimento non deve includere il punto centrale dell'elemento.



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.

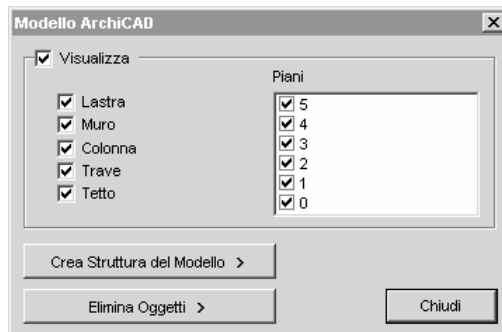


Il piano di riferimento è visualizzato sullo schermo come un triangolo rosso.

4.9.20. 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...** 3.1.6 Importa) come piano di sfondo.



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.

Cancellare Oggetti Cliccare su questo pulsante per cancellare gli oggetti selezionati.

 *Se è attiva l'opzione Solo oggetti senza modello statico sono caricati solo gli elementi che non hanno modello statico.*

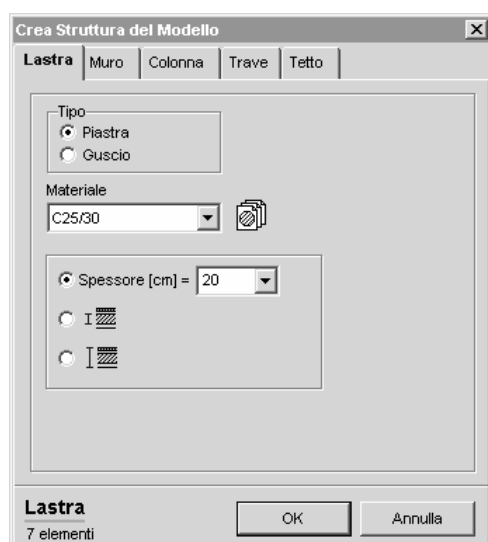
Creazione griglia
Modello

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. 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 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.

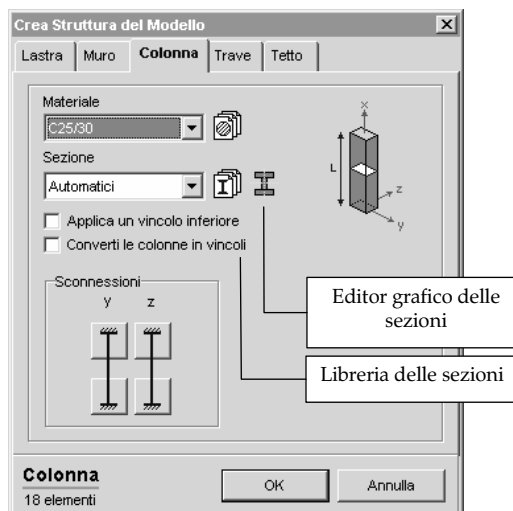
Si possono selezionare i livelli da prendere in considerazione.

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 rigidità dei supporti (vincoli) sarà considerata sulla base degli svincoli inferiori e superiori.

Colonne

Gli oggetti Colonna (Pilastri) vengono 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.

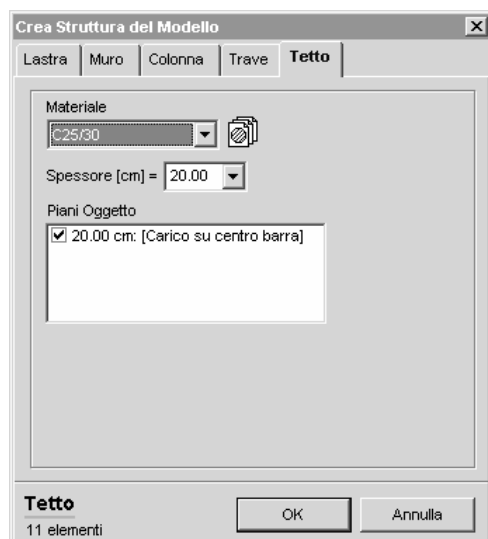
Inoltre è possibile assegnare un vincolo alla base delle colonne.

Cambia colonne in supporti: gli oggetti *colonna* selezionati, possono essere trasformati in supporti la cui rigidità 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.

4.9.21. 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... 3.5.1 Modifica Proprietà

4.9.22. Elimina

[Del] **Vedere...** 3.2.7 Elimina

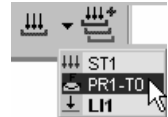
4.10. Carichi



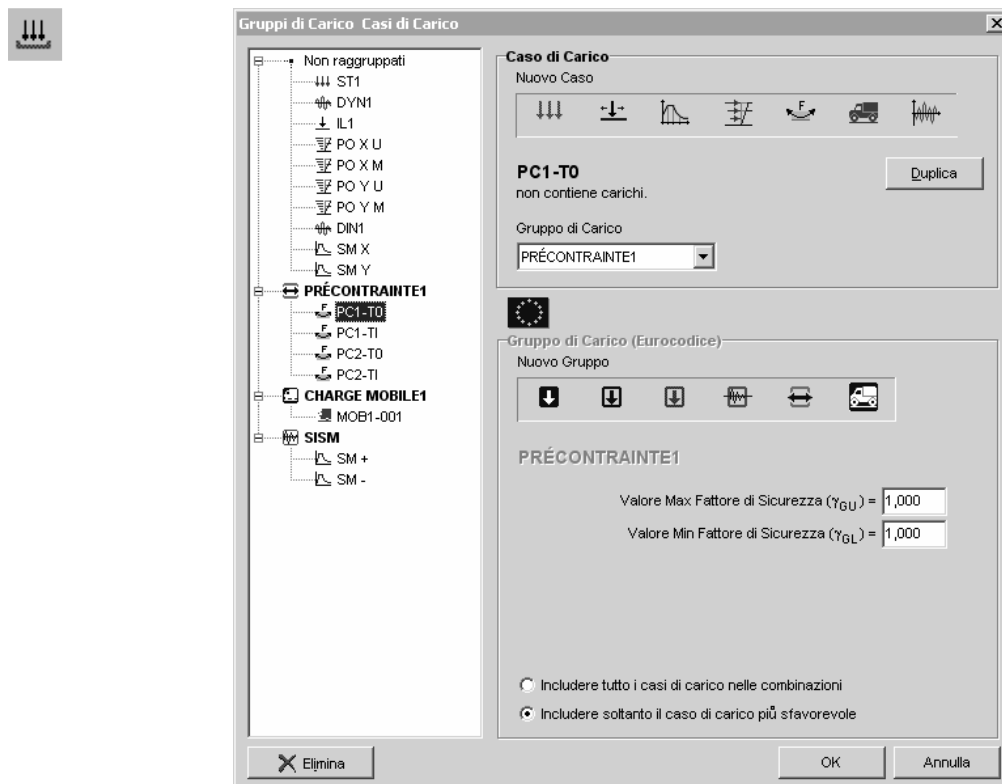
Permette di applicare vari tipi di carichi statici per l'analisi statica e di instabilità, e di definire masse concentrate per l'analisi dinamica.

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.

E' possibile definire la condizione di carico selezionando dal menu a tendina dell'icona delle condizioni.



4.10.1. Casi di Carico, Gruppi di Carico



Caso di carico

Permette di impostare i casi di carico correnti, crearne nuovi, e modificare o cancellare quelli esistenti. Sono consentiti al massimo 99 casi di carico. Si possono anche creare gruppi di carico dai casi di carico definiti.

Nuovo Caso

Possono essere creati al massimo 99 casi. 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.

☞ *Quando è selezionato il tipo di caso di carico linea d'influenza, si può applicare solo il carico linea d'influenza.*



- **Sismico**

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. Vedere... 4.10.20 Carichi Sismici

☞ *Quando è selezionato il tipo di caso di carico sismico, si può applicare solo il carico sismico*



- **Pushover**

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... 4.10.21 Carichi Pushover

☞ *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.*



- **Precompressione**

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-T1* 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... 4.10.22 Precompressione

- **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... 4.10.23 Carichi mobili

- **Caso di carico Dinamico**

Il caso di carico dinamico può essere utilizzato solo se è disponibile 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... 4.10.24 Carichi dinamici



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.

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 lunga 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.

Cancella Permette di cancellare i casi di carico selezionati.
Per cambiare il caso di carico attivo selezionarlo dalla lista a tendina vicino al pulsante dei casi di carico.



Il nome del caso di carico scelto apparirà nella finestra di informazioni e i carichi definiti saranno associati a questo caso di carico.

Per i casi di carico dovuti alla precompressione solo l'icona per Precompressione sarà attiva sulla tool-bar. Dopo aver cliccato sul pulsante, scegliere gli elementi trave o nervatura corretti, cosicché apparirà la Finestra di Dialogo. **Vedere...** 4.10.22 Precompressione

Fare clic sul pulsante destro del mouse sulla lista Combinazione di carico, selezionare Ordine dei casi di carico per arrivare ad una finestra di dialogo che determina l'ordine di carico. Questa finestra di dialogo è disponibile anche su Esplora tabella (Formato / Ordine dei casi di carico).

Ordine dei gruppi e dei casi di carico L'ordine di visualizzazione dei casi di carico e dei gruppi di carico può essere modificato spostando il caso di carico o l'intero gruppo dal menu a tendina. Quest'ordine di visualizzazione viene utilizzato nelle tabelle di combinazione di carico e dal menu a tendina del caso di carico.



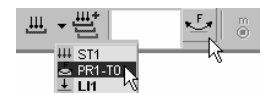
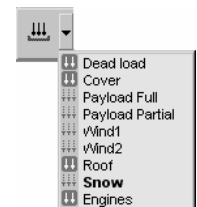
Cliccando col tasto destro sull'albero, viene visualizzato un menu che consente altre opzioni di ordinamento (ordine alfabetico o di creazione).
È possibile impostare anche la posizione dei casi di carico non raggruppati nella struttura ad albero.

Ordine dei casi di carico... L'ordine di visualizzazione dei casi di carico e dei gruppi di carico può essere modificato spostando il caso di carico o l'intero gruppo dal menu a tendina. Quest'ordine di visualizzazione viene utilizzato nelle tabelle di combinazione di carico e dal menu a tendina del caso di carico.

Classe di sicurezza Selezionare la classe di sicurezza dell'edificio dal menu a tendina. Il cambiamento della classe di sicurezza può comportare cambiamenti nei fattori incidentali di sicurezza $\gamma_{f,qd}$, Ψ and $\Psi_{f..}$.

Gruppo di Carico I gruppi di carico sono usati quando si generano i valori critici (di progetto) dei risultati.

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.



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.

Può essere simultaneo con il gruppo eccezionale

Caso(i) di carico dal gruppo può agire insieme a un caso di carico da un gruppo eccezionale.

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 carichi sismici** (solo con Eurocodice, SIA 26x, DIN 1045-1, STAS 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 $\alpha = 0$.

- **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-T1*) non possono essere inclusi in nessuna combinazione di carico.

- **Gruppo di carico mobile**

I casi di carico mobile creati automaticamente vengono raggruppati sotto lo stesso gruppo di carico.

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

4.10.2. Combinazione di Carico



	EG Eigenlasten	S Seilaufst	KB bergseits	KT Kabine tals	RA antiparall	RP parallel	v _u
1	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0	
2	1.00	1.00	0	1.00	0	1.00	
3	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0	
4	1.00	1.00	0	1.00	0	1.00	
5	1.00	1.00	1.00	0	0	0	
6	1.00	1.00	0	1.00	0	0	
7	1.00	1.00	0	0	0	1.00	
8	1.00	1.00	0	0	0	0	

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.

Inserisce una tabella di combinazione di carico nella relazione corrente.



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).

Combinazione critica

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).

I codici di progetto definiscono metodi differenti per creare le combinazioni di carico critiche.

Eurocodice

Tensioni (ULS)

- Permanenti e Variabili

$$\sum \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_{Qj} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

- Accidentale:

$$\sum G_{ki} + A_d + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Carichi sismici:

Eurocodice e SIA

$$\sum G_{ki} + A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

STAS e DIN

$$\sum G_{ki} + \gamma_I A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Spostamenti(SLS)

- Rara (SLS1):

$$\sum G_{ki} + Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

- Frequente (SLS2):

$$\sum G_{ki} + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

- Quasi Permanente (SLS3):

$$\sum G_{ki} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki} \quad \text{STAS: } \sum G_{kj} + 0.6\gamma_I A_{Ek} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Il metodo per il calcolo della combinazione di carico critica per le tensioni è selezionato automaticamente.

Il metodo per il calcolo della combinazione di carico critica per gli spostamenti dipende dal tipo di struttura che si sta modellando. Cliccare su Visualizza Parametri sulla Barra Statica e quindi cliccare Seleziona.

Se il codice di progetto corrente è l'Eurocodice, si può impostare la formula per la combinazione di carico critica nella finestra di dialogo in basso. Dalle combinazioni di carico generate vengono selezionati i valori massimo e minimo come valori critici (di progetto).

Carichi sismici:

Eurocodice e SIA

$$\sum G_{ki} + A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

STAS e DIN

$$\sum G_{ki} + \gamma_I A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Norma Italiana

Combinazione di carichi sismici con altri tipi di carico:

$$\sum G_K + \gamma_I \cdot E + \sum_i (\Psi_{ji} \cdot Q_{Ki})$$

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



Carichi Nodali sul Nodo 8

☒ Definisci ☐ Modifica

Tipo

☒ Globale
☐ Riferimento

☐ Sovrascrivi ☒ Aggiungi

Riferimento:

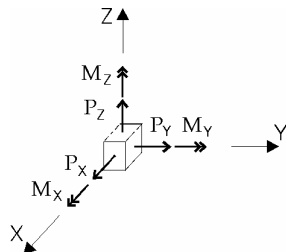
F_X [kN] =
 F_Y [kN] =
 F_Z [kN] =

M_X [kNm] =
 M_Y [kNm] =
 M_Z [kNm] =

Seleziona >> OK Annulla

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.

Se si applica un carico nodale a un nodo già caricato, si può decidere se sovrascriverlo o aggiungerlo al carico preesistente.



Le direzioni positive sono secondo le direzioni positive delle coordinate globali.



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/coppie concentrate agli finite elementi trave selezionati. 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.

Se si applica un carico concentrato a un nodo che è già caricato, si può decidere se sovrascriverlo o aggiungerlo al carico preesistente.

Le direzioni positive sono secondo le direzioni positive delle coordinate globali o locali.



Le forze sono visualizzate sullo schermo come frecce gialle, le coppie come doppie frecce verdi.

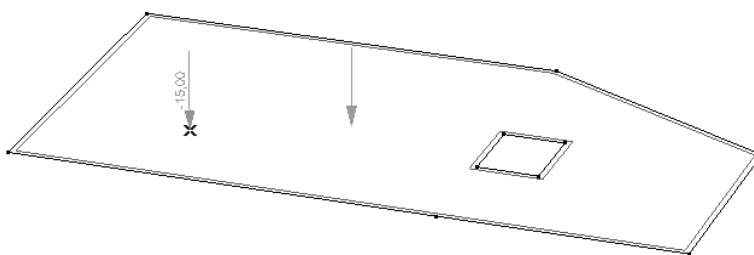
4.10.5. Carico concentrato su un Dominio



Applica un carico puntuale (concentrato) in corrispondenza del cursore su un dominio. Si può anche immettere la posizione del carico attraverso le sue 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. Immettere 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.

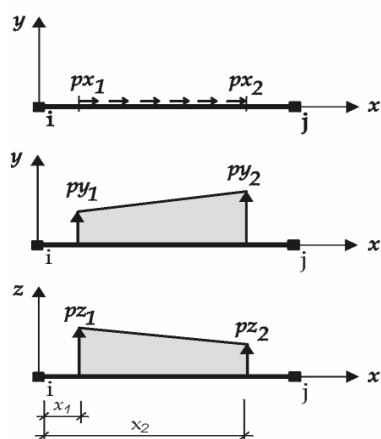
☞ *La modifica alla maglia del dominio lascia i carichi concentrati (applicati sui domini) invariati.*

4.10.6. Carico distribuito lineare su trave / nervatura

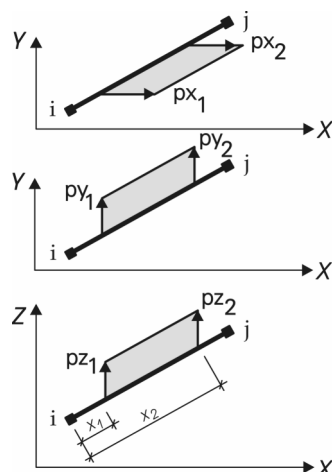


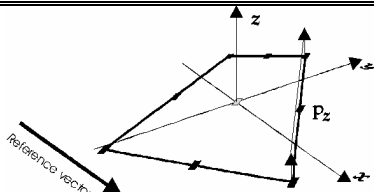
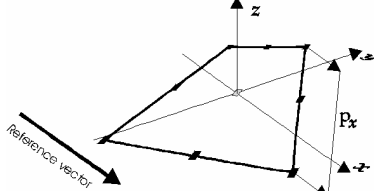
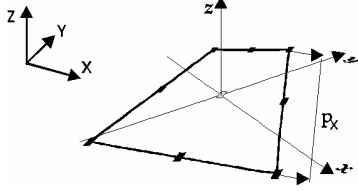
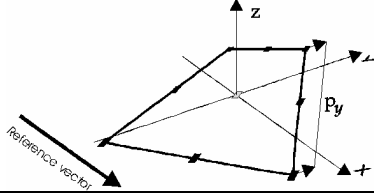
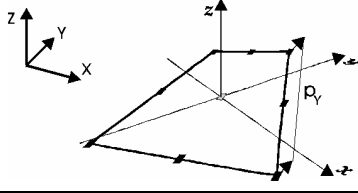
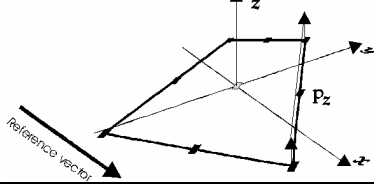
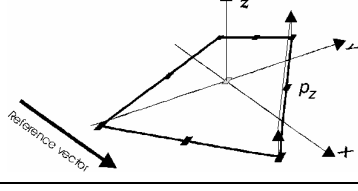
Si possono applicare carichi costanti o linearmente distribuiti agli elementi selezionati (travi e nervature). Si possono applicare carichi distribuiti multipli a travi/nervature nello stesso caso di carico. Si deve specificare la distribuzione, la posizione e i valori delle componenti di carico nel sistema di coordinate locali o globali, nella maniera seguente.

Carichi nel sistema di coordinate locale.



Carichi nel sistema di coordinate globale.



Elemento		Carico nelle direzioni locali (nel sistema di Coordinate Locali)		Carico nelle direzioni globali (nel sistema di Coordinate Globali)
Piastra	z		-	-
	x		X	
Guscio	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 $p \cos \alpha$, dove α è l'angolo tra la direzione del carico e la normale al piano dell'elemento.

4.10.8. Carico Lineare su Dominio



Applica un carico distribuito uniforme su un dominio.

La direzione del carico proiettato può essere globale, lungo l'elemento, al bordo relativo oppure alla superficie relativa. M_x 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.

Direzione
 Globale lungo l'Elemento

p_{x1} [kN/m] = 3

p_{y1} [kN/m] = 0

p_{z1} [kN/m] = 0

m_{tor1} [kNm/m] = 0

p_{x2} [kN/m] = 3,00

p_{y2} [kN/m] = 0

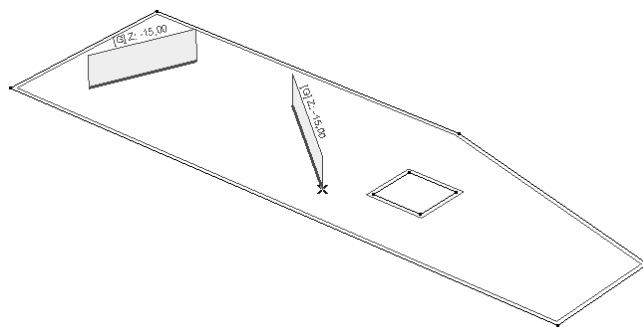
p_{z2} [kN/m] = 0

m_{tor2} [kNm/m] = 0

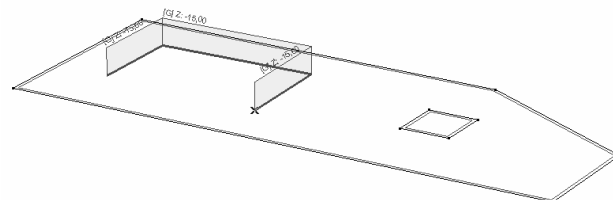
Seleziona >>

 Chiudi

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



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 un 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



Carico Distribuito su Gusci

<

Elemento	Carico nelle direzioni locali (nel sistema di Coordinate Locali)		Carico nelle direzioni globali (nel sistema di Coordinate Globali)	
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.

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. 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

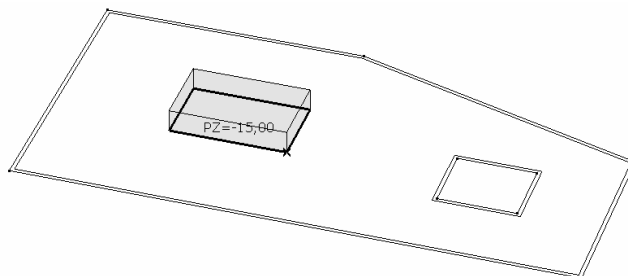
La prima icona rappresenta l'opzione per cui i carichi non sono applicati sui fori.
La seconda icona rappresenta l'opzione per cui i carichi sono applicati sui fori.



Carico costante

Passi per la definizione del carico:

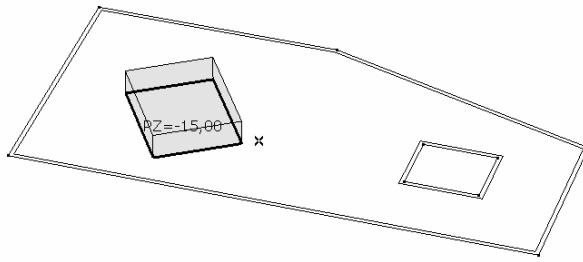
Area di carico
rettangolare



1. Inserisci le componenti di carico (p_x , p_y , p_z)
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 (p_x , p_y , p_z)
2. Inserisci tre angoli del rettangolo usando il mouse o inserendo le coordinate.



Carico poligona-
le

1. Inserisci le componenti di carico (p_x , p_y , p_z)
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.



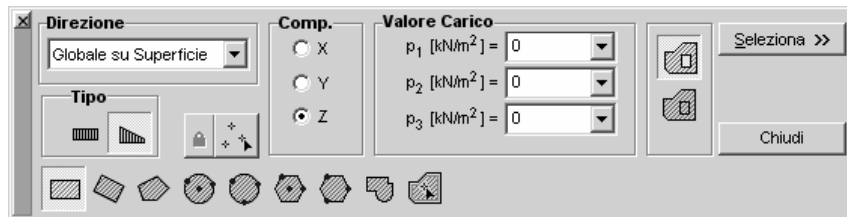
Carico distribuito
su dominio

1. Inserisci le componenti di carico (p_x , p_y , p_z)
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 (p_1 , p_2 , p_3).
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 (p_1 , p_2 , p_3).
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 (p_1 , p_2 , p_3).
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 un 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

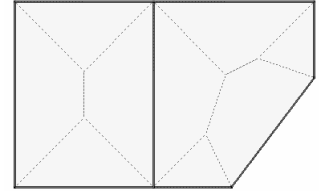


I carichi di superficie, omogeneamente distribuiti vengono ripartiti sugli elementi lineari, qualora ci siano dei carichi eccessivi sugli elementi questi verranno convertiti come carichi concentrati sui nodi degli elementi.

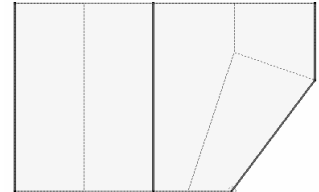
1. Fare clic sull'icona e definire il valore del carico distribuito lungo gli assi nella finestra di dialogo.

Auto distribuisce il carico sugli elementi. Tutte le travi e le nervature sono interessate dal carico.

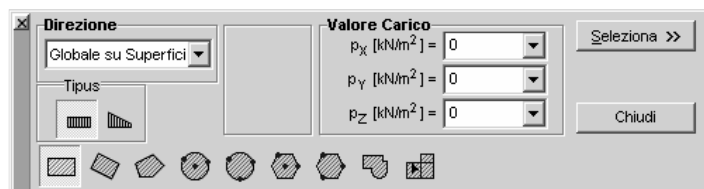
Ogni elemento lineare nuovo introdotto sotto un carico distribuito rigenera la distribuzione del carico.



Il carico è distribuito solo sugli elementi selezionati. Scegliere le linee utilizzando la barra degli strumenti di selezione. La distribuzione rimane la stessa se una nuova trave o nervatura è definito sotto il carico.



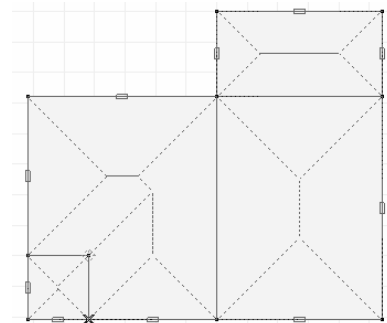
3. Definisce un carico superficiale costante o variabile linearmente attraverso un'area poligonale tracciata su un dominio.



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...** 4.9.19 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.

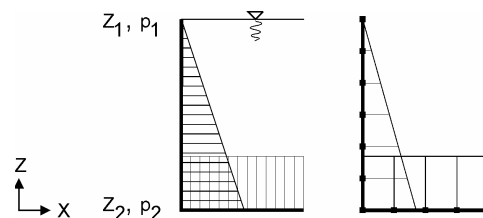


4.10.12. Carico idraulico



Permette di applicare pressioni tipiche dei fluidi agli elementi piastra o guscio selezionati. La variazione lineare del carico è approssimata da valori calcolati al centro degli elementi, che vengono considerati costanti nell'elemento.

Carichi idraulici.



4.10.13. Peso proprio



Permette di prendere in considerazione nelle analisi il peso proprio degli elementi (se gli è stato assegnato un materiale).

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.

4.10.14. 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 .

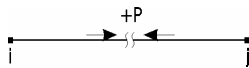
Il carico ha lo stesso effetto di un carico termico $dT = dL / (\alpha \cdot L)$.

4.10.15. Pretrazione/Precompressione

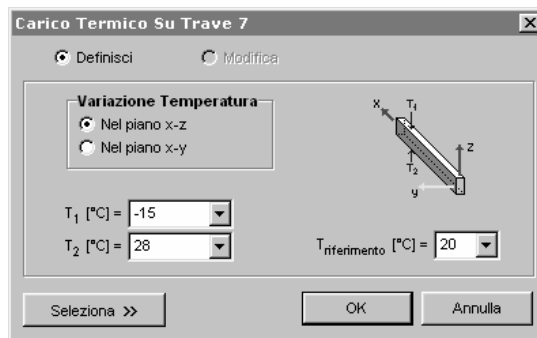


Permette di definire una forza assiale interna iniziale in elementi reticolari/travi. Il carico ha lo stesso effetto di un carico termico

$$dT^{\#} = -P / (\alpha \cdot E \cdot A).$$



4.10.16. 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.

$dT = T - T_{ref}$ 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).

$dT^{\#} = T - T_{ref}$ è La variazione di temperatura uniforme presa in considerazione nell'analisi, dove T è la temperatura della sezione nel baricentro.

$$\text{nella direzione locale } y: T = T_2 + (T_1 - T_2) \frac{y_G}{H_y}.$$

$$\text{nella direzione locale } z: T = T_2 + (T_1 - T_2) \frac{z_G}{H_z}.$$

dove,

y_G , z_G , e H_y , H_z sono proprietà della sezione.

Un $dT^{\#}$ positivo indica un aumento della temperatura dell'elemento.

$dT^{\#} = T_1 - T_2$ è la variazione di temperatura non uniforme presa in considerazione nell'analisi.

4.10.17. Carico termico su elementi bidimensionali



Permette di applicare carichi termici agli elementi bidimensionali selezionati.

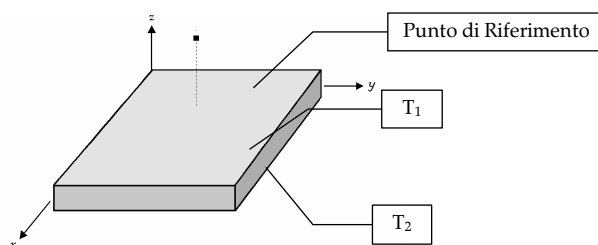
Tref: - temperatura di riferimento (corrispondente allo stato iniziale senza tensioni).

T1: - temperatura della fibra superiore (nella direzione locale positiva z).

T2: - temperatura della fibra inferiore (nella direzione locale negativa z).

$dT^=$ = $T - T_{ref}$ è la variazione uniforme di temperatura presa in considerazione nell'analisi, dove T è la temperatura nel baricentro della sezione.

$dT^{\#}$ = $T_1 - T_2$ 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 $dT^{\#}$.

4.10.18. 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 .

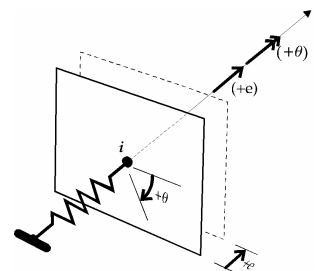
$$P_{appoggio} = K_{appoggio} \cdot e$$

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.



4.10.19. Linea d'influenza



Carico Linea di Influenza Nz su Trave 7

Posizione

☒ Per Lunghezza
☐ Per Coefficiente

d [m] =

Lunghezza = 1.500 m

Spostamento Relativo

☐ $e_x = 0$ ☐ $\theta_x = 0$
☐ $e_y = 0$ ☐ $\theta_y = 0$
☒ $e_z = 1$ ☐ $\theta_z = 0$

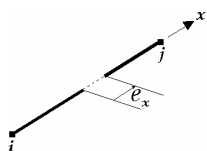
OK Annulla

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.

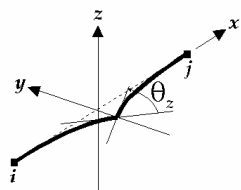
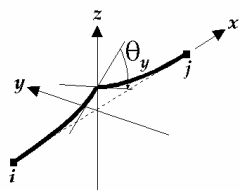
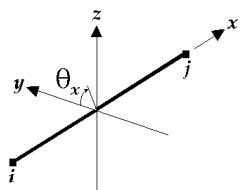
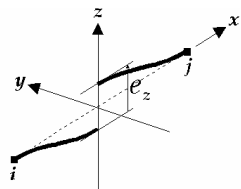
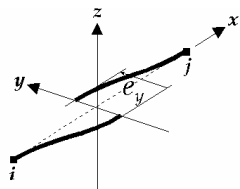
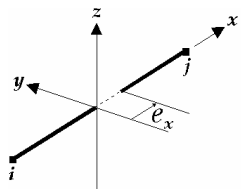


Si può definire un carico linea influenza, solo in un caso di carico del tipo linea d'influenza.

Elemento Reticolare Si può specificare il valore dello spostamento relativo e_x come +1 o -1.



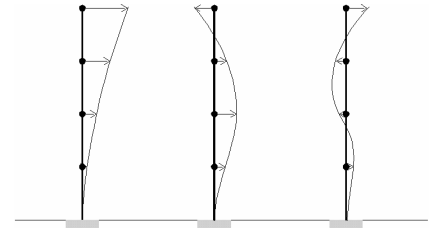
Trave Si può specificare il valore degli spostamenti relativi $e_x/e_y/e_z/\theta_x/\theta_y/\theta_z$ come +1 o -1.



4.10.20. Carichi Sismici

Analisi con spettro di risposta

I carichi sismici vengono presi in conto con il metodo dello spettro di risposta. Tale metodo richiede di calcolare preventivamente un certo numero di frequenze di vibrare e le corrispondenti forme modali.



Sulla base di tali forme di vibrare AxisVM genera le forze statiche equivalenti (per ogni forma modale) che vengono applicate al modello attraverso un'analisi statica. Quindi i risultati ottenuti in termini di sollecitazioni interne per ogni forma modale vengono sommati usando le regole descritte dalle normative specifiche.

Normative

L'analisi sismica può avvenire in accordo con le seguenti normative:

Eurocodice 8: EN 1998-1:2004

Normativa svizzera: SIA 261:2003

Normativa italiana: OPCM 3274

Il programma esegue solo l'analisi descritta sotto. Ogni ulteriore analisi richiesta dalla normativa deve essere completata dall'utente. AxisVM può tener conto momenti torcenti aggiuntivi dovuti ad una eccentricità accidentale della massa e calcolare la sensibilità di piano agli effetti del secondo ordine.

Generazione dei carichi sismici, impostazione dei parametri

Di seguito vengono descritti i passi per creare un carico sismico e impostare i parametri per lo spettro di risposta:

1. Calcolo delle prime n forme modali e frequenze.

Aprire la tabella dei coefficienti di equivalenza sismica nelle direzioni X, Y, Z dal navigatore della tabella. I risultati dell'analisi modale appariranno solo chiamando il navigatore della tabella dalla pagina Dinamica.

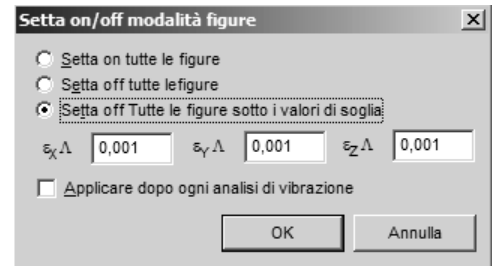
	f [Hz]	ε_x	ε_y	ε_z	Attivo
1	3,10	0,844	0	0	✓
2	3,32	0	0,850	0	✓
3	3,47	0	0	0	✓
4	6,39	0	0	0	✓
5	9,75	0,106	0	0	✓
6	10,20	0	0,103	0	✓
6/6		0,949	0,953	0	

☞ Ogni normativa richiede che le forme modali debbano rappresentare una certa aliquota della massa totale.

ES. Nell'Eurocodice 8 la richiesta è $\varepsilon \geq 0.9$ (la somma dei coefficienti deve rappresentare in ogni direzione almeno il 90%) e devono essere inclusi tutti i modi aventi un coefficiente maggiore del 5% in ogni direzione.

Le singole forme modali possono essere attivate o disattivate. Le forme modali disattivate non vengono utilizzate per il calcolo dei carichi sismici. Cliccando il tasto destro del mouse su qualsiasi cella della colonna attiva compare una finestra popup. Selezionando *Setta on/off modalità figure* si visualizza una finestra di dialogo.

Le forme modali predefinite dall'utente possono essere disattivate. Il programma può essere impostato di applicare questo filtro sotto i valori di soglia di ε_x , ε_y e ε_z automaticamente dopo ogni analisi delle vibrazioni.



2. Creare un nuovo caso di carico sismico.

Il programma creerà più casi di carico:



a.) In assenza di effetti torsionali aggiuntivi:

Casi di carico che terminano per 'X', 'Y' e 'Z'. I risultati di questi casi di carico conterranno le massime forze e spostamenti che riassumono gli effetti sismici nella direzione X, Y o Z.

Casi di carico che terminano per '+' e '-'. I risultati di questi casi conterranno le massime forze e spostamenti positivi e negativi che riassumono gli effetti sismici nelle direzioni X, Y e Z.

b.) In presenza di effetti torsionali aggiuntivi:

Casi di carico che terminano per 'Xa', 'Xb', 'Ya', 'Yb'. I risultati di questi casi di carico conterranno le massime forze e spostamenti calcolati dagli effetti sismici in direzione X o Y e l'effetto torsionale massimo.

Casi di carico che terminano per 'Z'. I risultati di questo caso di carico conterranno le massime forze e spostamenti calcolati per gli effetti sismici in direzione Z.

Casi di carico che terminano per '1+' e '1-'. I risultati di questi casi di carico conterranno le massime forze e spostamenti calcolati dalla somma dei 'Xa', 'Ya' e 'Z' con segno + o -.

Casi di carico che terminano per '2+' e '2-'. I risultati di questi casi di carico conterranno le massime forze e spostamenti calcolati dalla somma dei 'Xa', 'Yb' e 'Z' con segno + o -.

Casi di carico che terminano per '3+' e '3-'. I risultati di questi casi di carico conterranno le massime forze e spostamenti dalla somma di 'Xb', 'Ya' e 'Z' con segno + o -.

Casi di carico che terminano per '4+' e '4-'. I risultati di questi casi conterranno le massime forze e spostamenti calcolati dalla somma di 'Xb', 'Yb' e 'Z' con segno + o -.



L'effetto delle forze sismiche in direzione Z verrà messo in conto solo se viene definito lo spettro di risposta verticale.



3. Impostazione dei parametri sismici

Premendo questo bottone è possibile impostare lo spettro di risposta e altri parametri



I parametri richiesti dipendono dalla normativa attuale (vedere dettagli sotto).

Chiudendo questa finestra verranno creati nuovi casi di carico:

Casi di carico che terminano per '01X', '02X', ..., 'nX', '01Y', '02Y', ..., 'nY', '01Z', '02Z', ..., 'nZ'. Questi sono le forze sismiche nella direzione X, Y o Z provenienti dalle singole forme modali.

Casi di carico che terminano per '01tX', '02tX', ..., 'ntX', '01tY', '02tY', ..., 'ntY'. Questi sono i momenti torcenti aggiuntivi dovuti agli effetti sismici in direzione X o Y.

4.10.20.1. Calcolo sismico in accordo con l'EUROCODICE 8

**Eurocodice 8
(EN 1998-1:2004)**

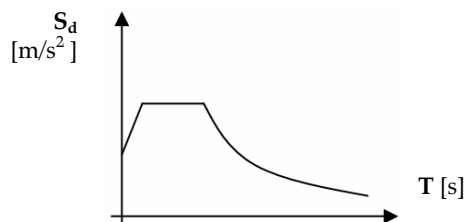
Spettro di risposta di progetto
 $S_d(T)$ (per analisi lineare)

Il programma usa due differenti spettri per gli effetti sismici orizzontali e verticali.

E' possibile creare uno spettro in due modi

1. Definire uno spettro personalizzato.
2. Definire uno spettro parametrico in accordo all'Eurocodice 8
EC8 EN1998-1 (4.2.4.)

Spettro di risposta di progetto parametrico per gli effetti sismici orizzontali:



$$0 \leq T < T_B: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T < T_D: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C}{T} \right] \geq \beta \cdot a_g$$

$$T_D \leq T: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \geq \beta \cdot a_g$$

Dove

S , T_B , T_C , T_D , sono definiti in EC8 EN 1998-1 (Table 3.2.3.3.)

I valori di questi parametri dipendono dalla classe di sottosuolo e dal tipo di spettro.

Spettro di tipo 1				
Classe di sottosuolo	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,40	0,15	0,5	2,0
Spettro di tipo 2				
Classe di sottosuolo	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,50	0,10	0,25	1,2
D	1,80	0,10	0,30	1,2
E	1,60	0,05	0,25	1,2



I parametri sopra possono essere modificati alla definizione dei parametri dello spettro.

a_g : accelerazione al suolo di progetto

β : limite inferiore per lo spettro di progetto orizzontale (il valore raccomandato è 0.2).

q : fattore di comportamento per gli effetti sismici orizzontali. Esso dipende dal tipo di materiale e dalla struttura. Questo fattore correla i risultati dell'analisi lineare con il comportamento non lineare della struttura (elastico-plastico).

Spettro di risposta di progetto per gli effetti sismici verticali:

EC8 EN 1998-1 (3.2.2.5.)

Spettro di progetto parametrico verticale viene calcolato dallo spettro orizzontale, con

a_g e q sono sostituiti da a_{gv} e q_v ,

I valori predefiniti di S , T_B , T_C , T_D sono:

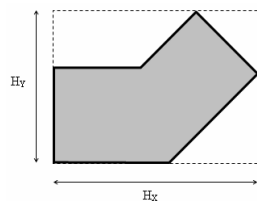
Spettro di tipo 1				
a_{vg}/a_g	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
0,90	1,0	0,05	0,15	1,0
Spettro di tipo 2				
a_{vg}/a_g	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
0,90	1,0	0,05	0,15	1,0

a_{gv} : accelerazione al suolo di progetto

q_v : fattore di comportamento per gli effetti del sisma verticale

Effetti torsionali (opzionale) EC8 EN 1998-1 (4.3.3.3.)

AxisVM calcola i momenti torcenti intorno ad un asse verticale dovuti ad una eccentricità accidentale delle masse per ogni piano e forma modale usando la massima dimensione di piano lungo X e Y :



I momenti torcenti aggiuntivi dovuti agli effetti sismici in direzione X o Y sono:

$$M_{tXi} = F_{Xi} \cdot (\pm 0.05 \cdot H_{Yi})$$

$$M_{tYi} = F_{Yi} \cdot (\pm 0.05 \cdot H_{Xi})$$

dove

F_{Xi} e F_{Yi} sono le forze orizzontali associate a una forma modale all'i-esimo piano dovute. I momenti torcenti saranno messi in conto con entrambi i segni (+ e -) ma sempre con lo stesso segno su tutti i piani.

Le forze sismiche sono

$$P_{kr} = S_D(T_r) \cdot m_k \cdot \eta_{kr}$$

dove

η_{kr} è l'ordinata della forma modale ridotta secondo il proprio coefficiente sismico

k: indice del grado di libertà

r: indice della forma modale

Analisi

Gli effetti sismici sono analizzati nella direzione globale X e Y (orizzontali) e a scelta nella direzione Z (verticale).



Gli effetti sismici nelle direzioni X e Y vengono considerati effetti coesistenti e statisticamente indipendenti.

Combinazione della risposta modale in una direzione

EC8 EN 1998-1-2 (3.3.3.2.)

I valori massimi di forze e spostamenti possono essere calcolati con due metodi differenti:

1. Metodo SRSS (radice quadrata della somma dei quadrati):

$$E = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

2. Metodo CQC (combinazione quadratica completa):

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j E_i \cdot r_{ij} \cdot E_j}$$

dove

E è il valore di una componente di forza o spostamento in un certo punto.

Combinazione delle componenti spaziali

La risultante dei massimi valori di forza e spostamento possono essere calcolati dagli effetti concomitanti in direzione X, Y e Z con due differenti metodi:

1. Minimi quadrati:

$$E = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2}$$

2. Combinazione con il 30%:

$$E = \max \begin{pmatrix} E_X + 0.3E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + 0.3E_Y + E_Z \end{pmatrix}$$

dove

E_X , E_Y , E_Z sono i valori massimi degli effetti sismici indipendenti in direzione X, Y, e Z.

Calcolo degli spostamenti

Gli spostamenti provenienti dal comportamento non lineare vengono calcolati nel seguente modo:

$$E_s = q_d \cdot E$$

dove

q_d : fattore di comportamento per gli spostamenti

E : massimo valore dello spostamento dall'analisi lineare

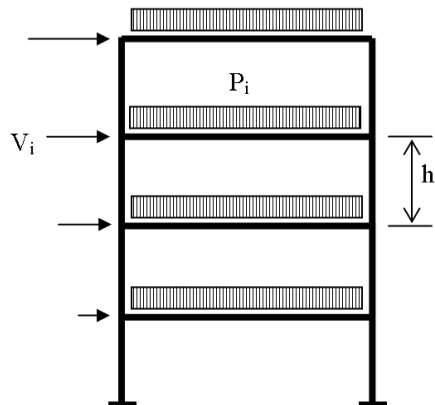
☞ Di solito è $q_d = q$.

Controllo della sensibilità sismica del secondo ordine

EC8 EN 1998-1 (4.4.2.2.)

Al termine di un'analisi sismica AxisVM controlla la sensibilità sismica del secondo ordine di ogni piano. Il fattore di sensibilità θ viene calcolato dagli effetti sismici in direzione X o Y:

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$



dove

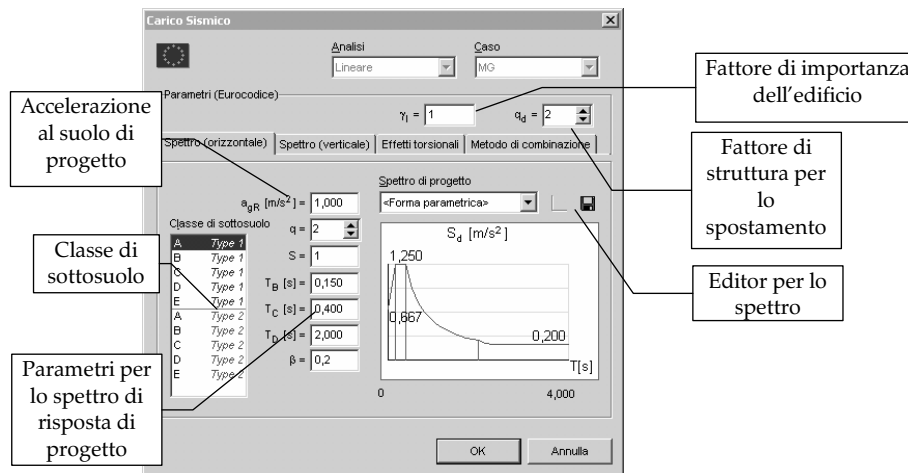
P_{tot} è il carico gravitazionale totale al di sopra e sotto il piano

d_r è lo spostamento di interpiano calcolato come media delle differenze tra i piani

V_{tot} è il taglio totale di piano al di sopra e al di sotto del piano

h è l'altezza di interpiano

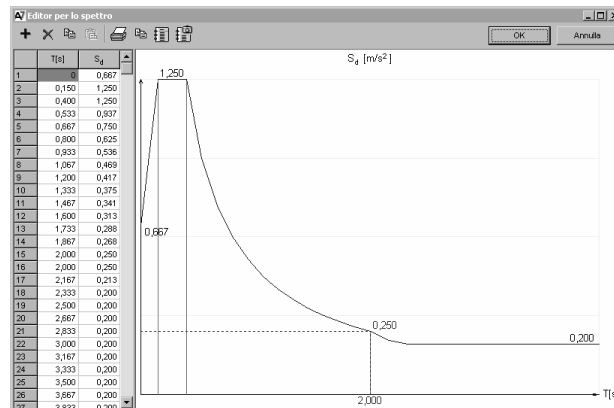
Parametri sismici (Eurocodice 8)



I parametri sismici, lo spettro di risposta e i metodi di combinazione possono essere scelti in una finestra di dialogo.

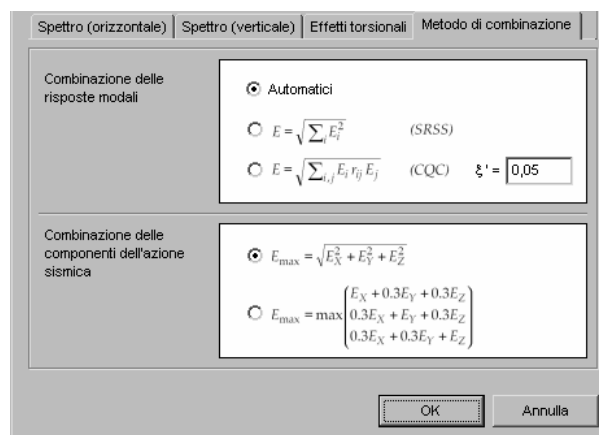
Editor della funzione dello spettro

Cambiando nella tendina del tipo di spettro di progetto da Parametrico a Personalizzato e premendo sull'icona di Editor della Funzione Spettro verrà visualizzata una finestra di dialogo. Lo spettro può essere creato o modificato come una funzione costituita da segmenti lineari. I punti dei segmenti elencati nella parte sinistra possono essere editati.



Sulla terza table page è possibile scegliere il metodo di combinazione

Metodi di combinazione



Combinazione delle risposte modali

E' possibile far scegliere al programma il metodo di combinazione della risposta modale scegliendo il bottone Automatico. Se è $T_j / T_i < 0.9$ per tutte le forme modali (le risposte modali possono essere considerate indipendenti) allora il programma sceglierà il metodo SRSS. Negli altri casi sarà scelto il metodo CQC.

Combinazione delle componenti dell'azione sismica.

Può essere scelta la formula quadratica o il metodo del 30% .

4.10.20.2. Calcolo sismico in accordo con la normative Svizzera

Normativa
Svizzera
(SIA 261:2003)

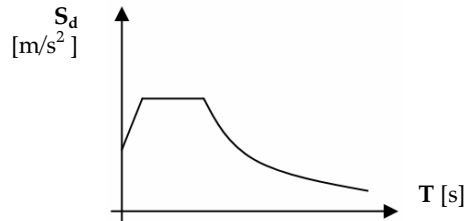
Spettro di risposta di progetto

$S_d(T)$ per l'analisi lineare

AxisVM usa due spettri per l'analisi: uno per gli effetti sismici orizzontali e uno per quelli verticali. Uno spettro di risposta di progetto può essere definito come o in forma parametrica in accordo con

SIA 261:2003 (16.2.4.)

Spettro di risposta di progetto per gli effetti sismici orizzontali :



$$0 \leq T < T_B: \quad S_d(T) = \gamma_f \cdot a_{gd} \cdot S \cdot \left[0.67 + \left(\frac{2.5}{q} - 0.67 \right) \frac{T}{T_B} \right]$$

$$T_B \leq T < T_C: \quad S_d(T) = 2.5 \cdot \gamma_f \cdot a_{gd} \cdot \frac{S}{q}$$

$$T_C \leq T < T_D: \quad S_d(T) = 2.5 \cdot \gamma_f \cdot a_{gd} \cdot S \cdot \left[\frac{T_C}{T \cdot q} \right]$$

$$T_D \leq T: \quad S_d(T) = 2.5 \cdot \gamma_f \cdot a_{gd} \cdot S \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2 \cdot q} \right] \geq 0.1 \cdot \gamma_f \cdot a_{gd}$$

Dove,

a_{gd} : accelerazione al suolo orizzontale

γ_f : fattore di importanza della costruzione

q : fattore di comportamento per gli effetti sismici orizzontali che dipendono dal tipo e dal materiale della

S, T_B, T_C, T_D : I valori di questi parametri dipendono dalla classe di sottosuolo

SIA 261:2003 (Table 25)

Classe di sottosuolo	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,40	0,15	0,5	2,0



Lo spettro di progetto non è normalizzato rispetto a g.

Spettro di risposta di progetto parametrico per gli effetti sismici verticali

SIA 261:2003 (16.2.4.)

Lo spettro di risposta di progetto verticale è basato quello orizzontale devono essere sostituiti da a_{gdv} e

q_v .

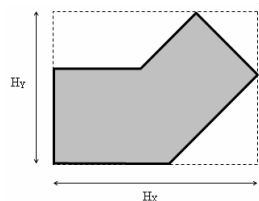
dove,

a_{gdv} : accelerazione al suolo di progetto, ($a_{gdv} = 0,7a_{gd}$)

q_v : fattore di comportamento per gli effetti sismici verticali

Effetti torsionali (opzionale) SIA 261:2003 (16.5.3.4.)

AxisVM calcola i momenti torcenti aggiuntivi intorno all'asse verticale dovuti all'eccentricità accidentale delle masse per ogni piano e forma modale usando le massime dimensioni X e Y dei piani:



I momenti torcenti aggiuntivi dovuti agli effetti sismici in direzione X o Y sono

$$M_{tXi} = F_{Xi} \cdot (\pm 0.05 \cdot H_{Yi})$$

$$M_{tYi} = F_{Yi} \cdot (\pm 0.05 \cdot H_{Xi})$$

dove

F_{Xi} e F_{Yi} sono le forze orizzontali associate alla forma modale dell'i-esimo piano dovuti agli effetti sismici in direzione X o Y. I momenti torcenti saranno messi in conto con entrambi i segni (+ o -) ma sempre con lo stesso segno per tutti i piani.

Le forze sismiche sono

$$P_{kr} = S_D(T_r) \cdot m_k \cdot \eta_{kr}$$

dove

η_{kr} è l'ordinata della forma modale ridotta secondo il proprio coefficiente di partecipazione sismica

k: indice del grado di libertà

r: indice delle forma modale

Analisi

Gli effetti sismici vengono analizzati nella direzione globale X e Y (orizzontale) e a scelta nella direzione Z globale (verticale).



Gli effetti sismici nella direzione X e Y sono considerati effetti concomitanti e statisticamente indipendenti.

Combinazione delle risposte modali in una direzione

I massimi valori di forze e spostamenti possono essere calcolati in accordo a due differenti metodi:

1. Metodo SRSS (radice quadrata della somma dei quadrati):

$$E = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

2. Metodo CQC (combinazione quadratica completa):

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j E_i \cdot r_{ij} \cdot E_j}$$

dove

E è un valore di una componente di forza o spostamento in un certo punto.

Combinazione delle componenti spaziali

Il massimo valore della risultante di forze e spostamenti possono essere calcolati dagli effetti concomitanti nelle direzioni X, Y e Z in accordo a due differenti metodi:

1. Minimi quadrati:

$$E = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2}$$

2. Combinazione con il 30%:

$$E = \max \begin{pmatrix} E_X + 0.3E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + 0.3E_Y + E_Z \end{pmatrix}$$

dove

E_X, E_Y, E_Z sono i massimi valori degli effetti sismici indipendenti in direzione X, Y e Z.

Calcolo degli spostamenti

Gli spostamenti derivanti dal comportamento non lineare vengono calcolati nel seguente modo:

$$E_s = q_d \cdot E$$

dove

q_d : fattore di comportamento per gli spostamenti

E : massimo spostamento relativo all'analisi lineare

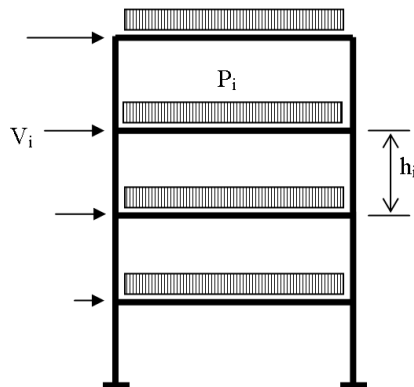


Di solito $q_d = q$.

Controllo della sensibilità sismica del secondo

Al termine di un'analisi sismica AxisVM controlla la sensibilità sismica del secondo ordine di ogni piano. Il fattore di sensibilità θ viene calcolato dagli effetti sismici in direzione X o Y:

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$



dove

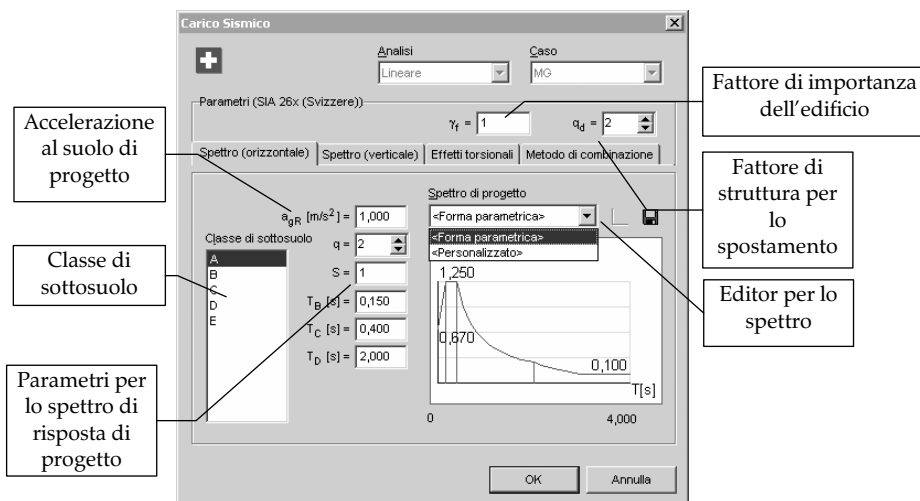
P_{tot} è il carico gravitazionale totale al di sopra e sotto il piano

d_r è lo spostamento di interpiano calcolato come media delle differenze tra i piani

V_{tot} è il taglio totale di piano al di sopra e al di sotto del piano proveniente dall'effetto sismico in direzione X o Y.

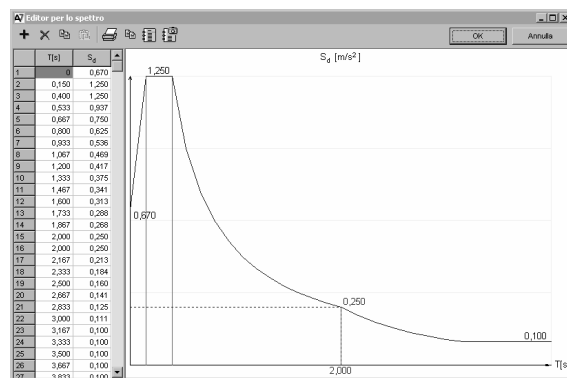
h è l'altezza di interpiano

Parametri sismici (SIA 261:2003)

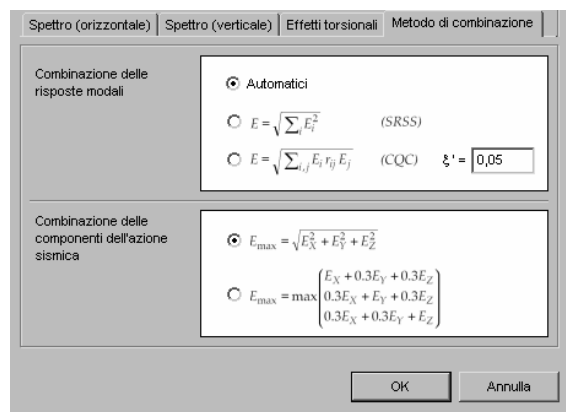


Editor della funzione dello spettro

Cambiando nella tendina del tipo di spettro di progetto da *Parametrico* a *Personalizzato* e premendo sull'icona di Editor della Funzione Spettro verrà visualizzata una finestra di dialogo. Lo spettro può essere creato o modificato come una funzione costituita da segmenti lineari. I punti dei segmenti elencati nella parte sinistra possono essere editati.



Metodi di combinazione



Combinazione delle risposte modali

E' possibile far scegliere al programma il metodo di combinazione della risposta modale scegliendo il bottone *Automatico*. Se è $T_j / T_i < 0.9$ per tutte le forme modali (le risposte modali possono essere considerate indipendenti) allora il programma sceglierà il metodo SRSS. Negli altri casi sarà scelto il metodo CQC.

Combinazione delle componenti dell'azione sismica.

Può essere scelta la formula quadratica o il metodo del 30%

4.10.20.3. Calcolo sismico in accordo con la Normativa italiana

Normativa italiana (NTC 08)

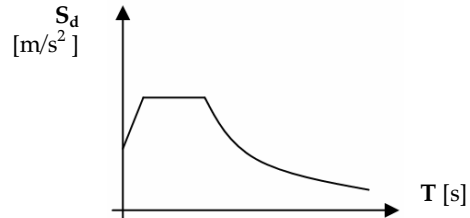
Spettro di risposta di progetto

$S_d(T)$ (per l'analisi lineare)

AxisVM utilizza due spettri per le analisi: uno per gli effetti sismici orizzontali e un altro per quelli verticali.

Uno spettro di risposta di progetto può essere definito o come diagramma definito dall'utente o in forma parametrica in accordo con la normativa italiana.

Spettro di risposta di progetto per gli effetti sismici orizzontali:



$$0 \leq T < T_B: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

dove: T ed S_d sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_T$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = 10/(5 + \xi) \geq 0,55$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_c \cdot T_{C^*}$

dove T_{C^*} è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale e C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V)

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante $T_B = T_C/3$, (3.2.8)

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$

a_g : accelerazione al suolo di progetto

q : fattore di comportamento per gli effetti sismici orizzontali. Esso dipende dal tipo e materiale della struttura. Questo fattore correla i risultati dell'analisi lineare con il comportamento non lineare della struttura (elastico-plastico).

Spettro di risposta di progetto per gli effetti sismici verticali:

$$0 \leq T < T_B: \quad S_{vd}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C: \quad S_{vd}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D: \quad S_{vd}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T: \quad S_{vd}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

dove: T ed S_{vd} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_0 , S , η sono definiti nel § 3.2.3.2.1 (NTC08) per le componenti orizzontali; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 3.2.VI.

Forze sismiche

$$P_{kr} = S_D(T_r) \cdot m_k \cdot \eta_{kr}$$

dove

η_{kr} è l'ordinata della forma modale ridotta secondo il proprio coefficiente di partecipazione sismica

Analisi

Gli effetti sismici vengono analizzati in direzione X e Y (orizzontale) e a scelta in direzione Z globale (verticale).



Gli effetti sismici in direzione X e Y sono considerati essere concomitanti ed effetti statisticamente indipendenti.

Combinazione della risposta modale in una direzione

I valori massimi di forze e spostamenti possono essere calcolati con due metodi differenti:

metodo SRSS (radice quadrata della somma dei quadrati):

$$E = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

metodo CQC (combinazione quadratica completa):

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j E_i \cdot r_{ij} \cdot E_j}$$

dove

E è il valore di una componente di forza o spostamento in un certo punto.

Combinazione delle componenti spaziali

La risultante dei massimi valori di forza e spostamento possono essere calcolati dagli effetti concomitanti in direzione X, Y e Z con due differenti metodi:

1. Minimi quadrati:

$$E = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2}$$

2. Combinazione con il 30%:

$$E = \max \begin{pmatrix} E_X + 0.3E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + E_Y + 0.3E_Z \\ 0.3E_X + 0.3E_Y + E_Z \end{pmatrix}$$

dove

E_X, E_Y, E_Z sono i valori massimi degli effetti sismici indipendenti in direzione X, Y, e Z.

Calcolo degli spostamenti

Gli spostamenti provenienti dal comportamento vengono calcolati nel seguente modo:

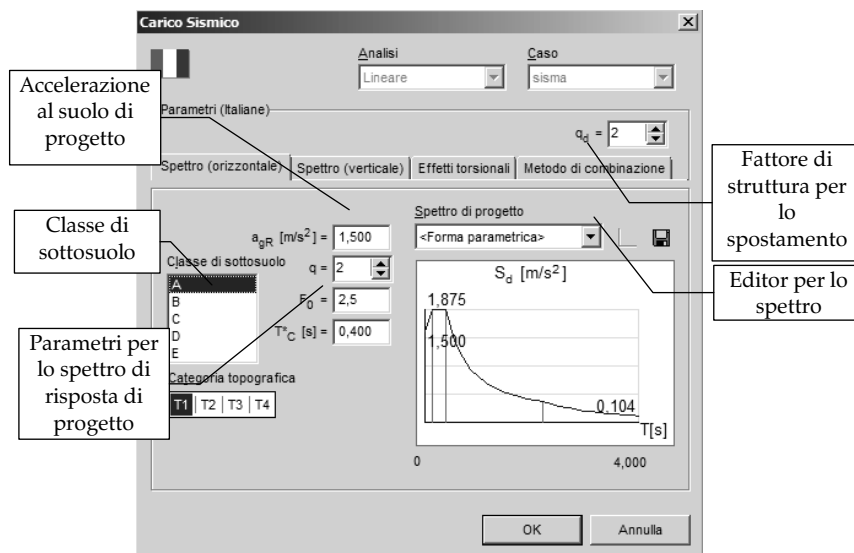
$$E_s = q_d \cdot E$$

dove

q_d : fattore di comportamento per gli spostamenti

E: massimo valore dello spostamento dall'analisi lineare

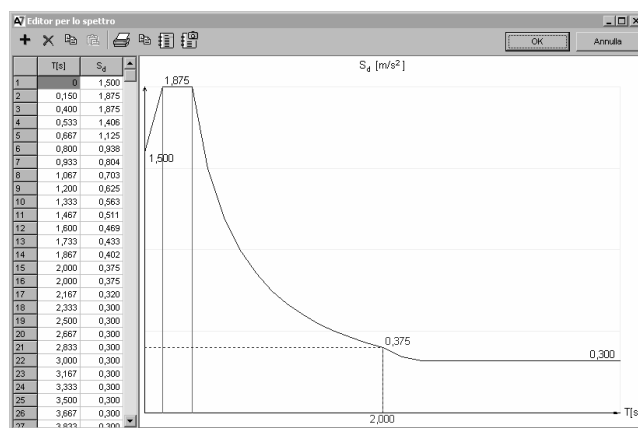
Parametri sismici (normativa italiana)



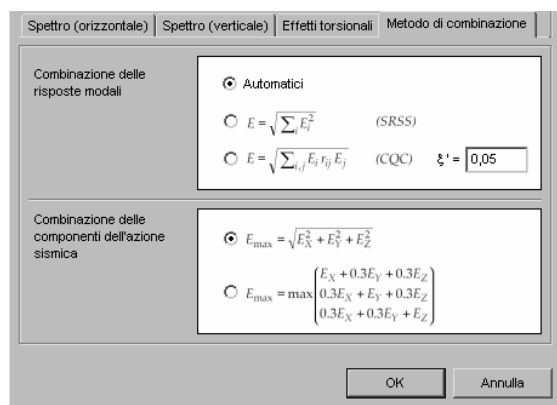
I parametri sismici, lo spettro di risposta e i metodi di combinazione possono essere scelti in una finestra di dialogo.

Editor della funzione dello spettro

Cambiando nella tendina del tipo di spettro di progetto da *Parametrico* a *Personalizzato* e premendo sull'icona di Editor della Funzione Spettro verrà visualizzata una finestra di dialogo. Lo spettro può essere creato o modificato come una funzione costituita da segmenti lineari. I punti dei segmenti elencati nella parte sinistra possono essere editati.



Metodo di combinazione



Combinazione delle risposte modali

E' possibile far scegliere al programma il metodo di combinazione della risposta modale scegliendo il bottone *Automatico*. Se è $T_j / T_i < 0.9$ per tutte le forme modali (le risposte modali possono essere considerate indipendenti) allora il programma sceglierà il metodo SRSS. Negli altri casi sarà scelto il metodo CQC.

Combinazione delle componenti dell'azione sismica.

Può essere scelta la formula quadratica o il metodo del 30%.

4.10.21. Carichi Pushover

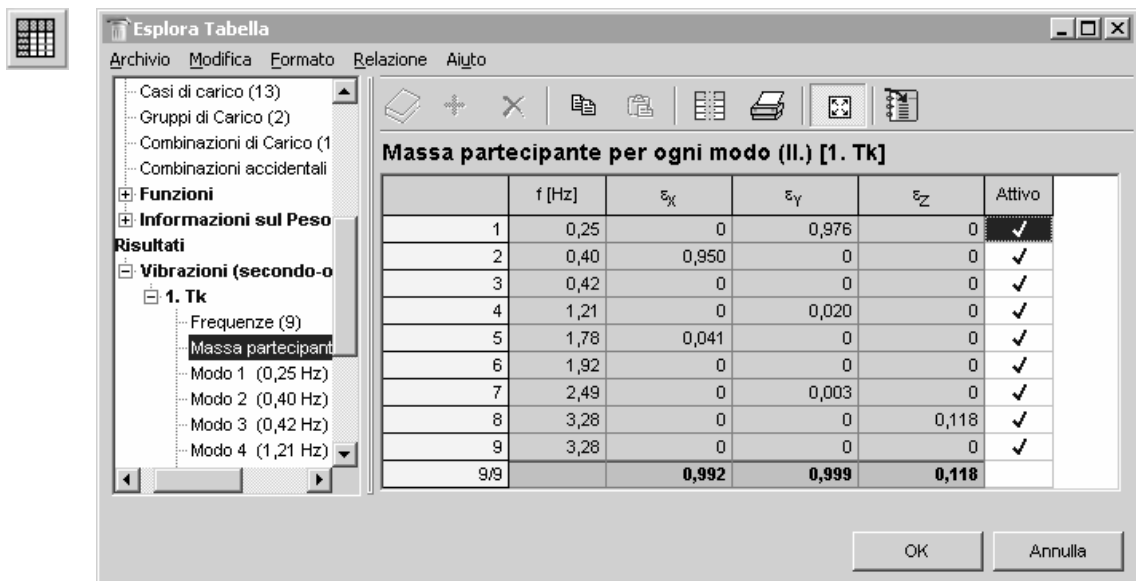
I carichi Pushover sono generati secondo le regole dell'Eurocodice 8 (EN 1998-1:2004). La generazione di carico utilizza frequenze di vibrazione libera smorzata e forme modali corrispondenti del modello, pertanto, i carichi possono essere generati solo se l'analisi delle vibrazioni del secondo ordine 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 sismica partecipante da Esplora Tabella. I risultati della vibrazione vengono visualizzati solo se si seleziona la scheda Vibrazione.



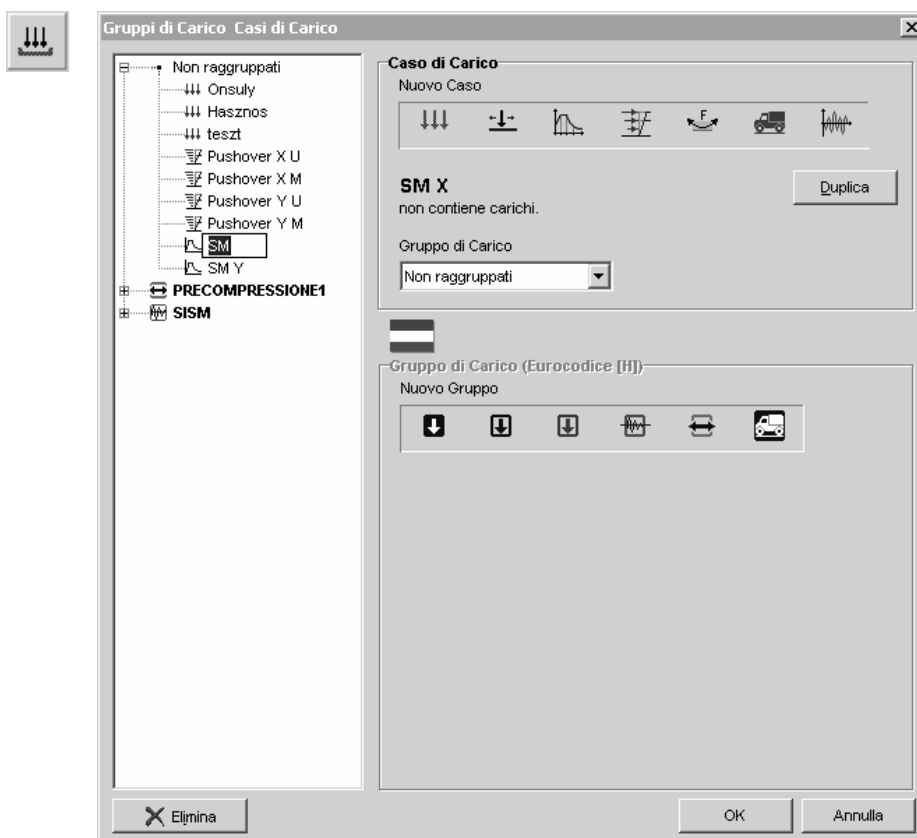
	f [Hz]	ϵ_x	ϵ_y	ϵ_z	Attivo
1	0,25	0	0,976	0	✓
2	0,40	0,950	0	0	✓
3	0,42	0	0	0	✓
4	1,21	0	0,020	0	✓
5	1,78	0,041	0	0	✓
6	1,92	0	0	0	✓
7	2,49	0	0,003	0	✓
8	3,28	0	0	0,118	✓
9	3,28	0	0	0	✓
9/9		0,992	0,999	0,118	

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 (vedi figura soprastante).

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.

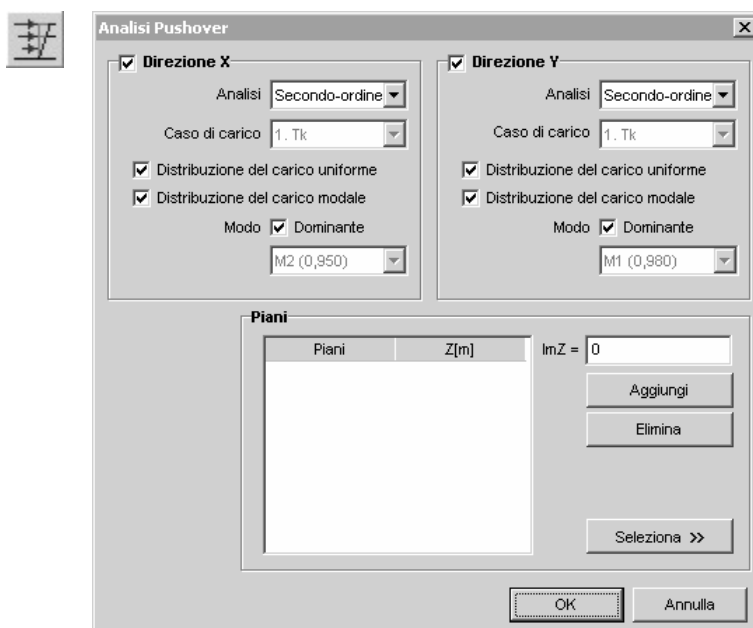
2. Creare un nuovo caso di carico pushover.

I casi di carico Pushover possono essere creati, rinominati e cancellati nella finestra di dialogo Casi di Carico Gruppato 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 disabilitata 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 Pushover sono generati solo dopo la chiusura della finestra di dialogo. 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 aumentata 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 6.1.4.

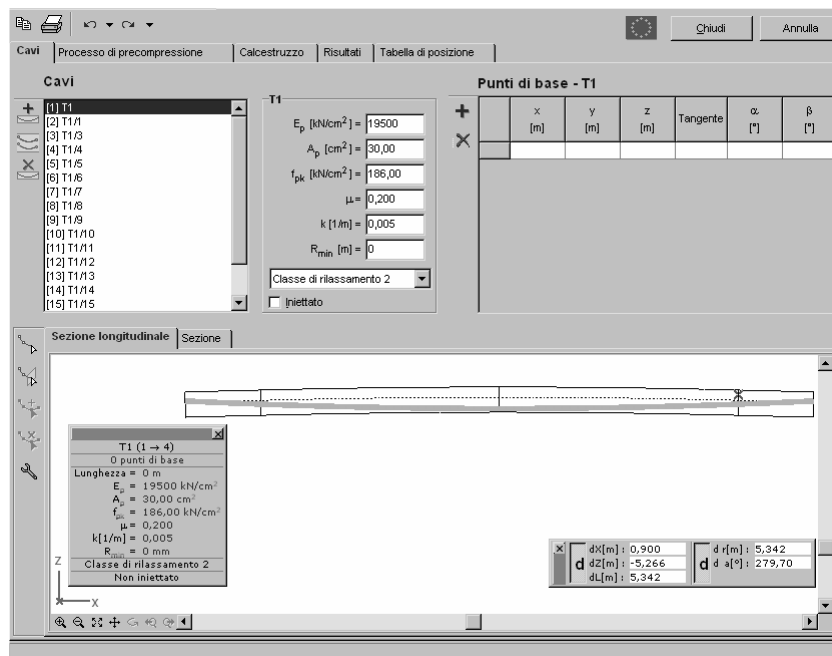
4.10.22. Precompressione



I cavi possono essere assegnati a una serie di elementi trave o nervatura. Dopo avendo definito le proprietà dei cavi e del processo di precompressione, AxisVM determina i carichi equivalenti per la fase finale di precompressione. (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-T1*). Le tabelle di posizione dei cavi possono essere generate con passi definiti dall'utente.

Cavi

La prima tabella è per definire i parametri e la geometria dei cavi.



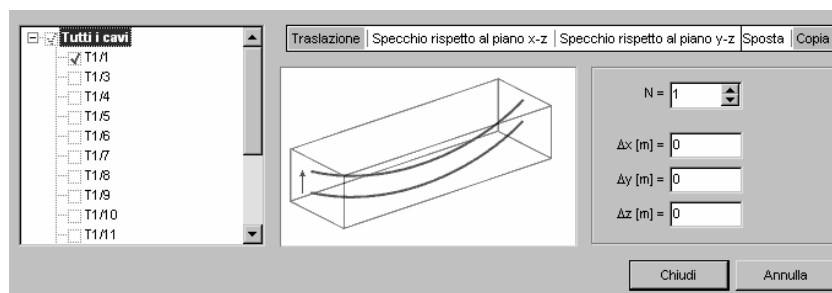
Le icone sulla barra degli strumenti verticale sono presentate accanto all'elenco dei cavi.



Aggiungi nuovo cavo. La geometria per il nuovo cavo può essere definita utilizzando la barra degli strumenti accanto al diagramma.



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

I parametri del cavo scelto appaiono accanto all'elenco dei cavi. I valori del parametro possono essere editati.

E_p	Modulo di elasticità dell'acciaio del cavo
A_p	Area della sezione trasversale del cavo
f_{pk}	Tensione caratteristica dell'acciaio del cavo
μ	Coefficiente di attrito fra il cavo ed il suo condotto
k	Spostamento angolare non intenzionale per cavi inguainati per lunghezza di unità. Mostra la precisione di fattura. Di norma $0,005 < k < 0,01$.
R_{min}	Raggio minimo di curvatura. Dove il raggio di curvatura è più piccolo di questo limite in rosso vengono mostrati i cavi

Per disegnare la geometria dei cavi cliccare le icone sulla barra verticale degli strumenti accanto al disegno e inserire i punti di base. AxisVM determina la traiettoria attraverso questi punti di base come una spline cubica per minimizzare la curvatura. Gli angoli di tangente possono essere specificati per ogni punto di base definendo l'angolo α (vista superiore) e β (vista laterale) nella tabella.

Immettere i valori tra 180° tra -180° . Il valore iniziale è 0° . I punti di base esistenti possono essere trascinati a una nuova posizione utilizzando 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 definire il punto di base dell'ultimo. 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 che contiene il primo punto di base.

Passi per disegnare un cavo in 2D:

1. Scegliere la posizione della sezione trasversale dove si desidera definire il punto di base del cavo.

Stabilire il cavo nella posizione corretta nella vista di sezione trasversale.

È possibile posizionare il cavo nella parte superiore o inferiore della sezione trasversale considerando il ricoprimento del calcestruzzo.



Posizionare il cavo su un punto definito

Posizionare il cavo sull'asse neutro

Posizionare il cavo sul filo superiore della sezione trasversale

Posizionare il cavo sul filo inferiore della sezione trasversale

2. A seguito della prima posizione è possibile posizionare gli altri punti dei cavi sulla sezione longitudinale.



Disegnare cavi in 3D. La posizione dei cavi all'interno della sezione trasversale deve essere specificata per ogni punto di base. È possibile definire la geometria dei cavi utilizzando il Tasto destro del mouse / Completa.

Passi per disegnare un cavo in 3D:

1. Scegliere la posizione della sezione trasversale dove si desidera definire il punto di base del cavo.
2. Definire la posizione corretta del cavo nella vista della sezione trasversale.

Seguendo la prima posizione replicare il passo 1. ed il passo 2. Definire tutto i punti di base.



Aggiungere nuovi punti di base. Fare clic sul cavo per aggiungere un nuovo punto di base. In caso di più cavi questa funzione opera solo con il cavo attivo.



Cancellare punti di base. Fare clic su un punto di base esistente per cancellarlo. Dopo avere cancellato il secondo punto di base la geometria del cavo è cancellata. In caso di più cavi questa funzione opera solo con il cavo attivo.

Tabella dei punti di base

Le proprietà del punto di base possono essere editate nella tabella. Utilizzare la barra degli strumenti accanto alla tabella per aggiungere punti di base o rimuovere le linee scelte.

Punti di base						
	x [m]	y [m]	z [m]	Tangente	α [°]	β [°]
1	0	-2,250	0,100	✓	0	-2,75
2	25,000	-2,250	-0,500			
3	50,000	-2,250	0,100	✓	0	2,75



Opzioni. Si possono definire le impostazioni della griglia e il diagramma della sezione trasversale.

Vedi... 2.15.15.1 Griglia e cursore

Processo di precompressione

La seconda cartella consente il processo di precompressione per i cavi determinando l'ordine delle operazioni.

Processo di precompressione			
	Operazione	Valore	
1	Tensionamento da entrambi i lati	0,750 [$\cdot f_{pk}$]	
2	Ancoraggio da entrambi i lati	10,000 mm	
3	Tensionamento da sinistra	0,750 [$\cdot f_{pk}$]	
4	Tensionamento da destra	0,750 [$\cdot f_{pk}$]	
5	Tensionamento da entrambi i lati	0,750 [$\cdot f_{pk}$]	

Possibili operazioni e parametri:



Tendere da sinistra / destra / entrambi i lati



Rilasciare da sinistra / destra / entrambi i lati



Ancorare da sinistra / destra / entrambi i lati



Cancella l'ultima operazione dall'elenco.

La forza è intesa come una frazione del valore caratteristico di tensione dei cavi (f_{pk}).

Cunei di bloccaggio del sistema di ancoraggio

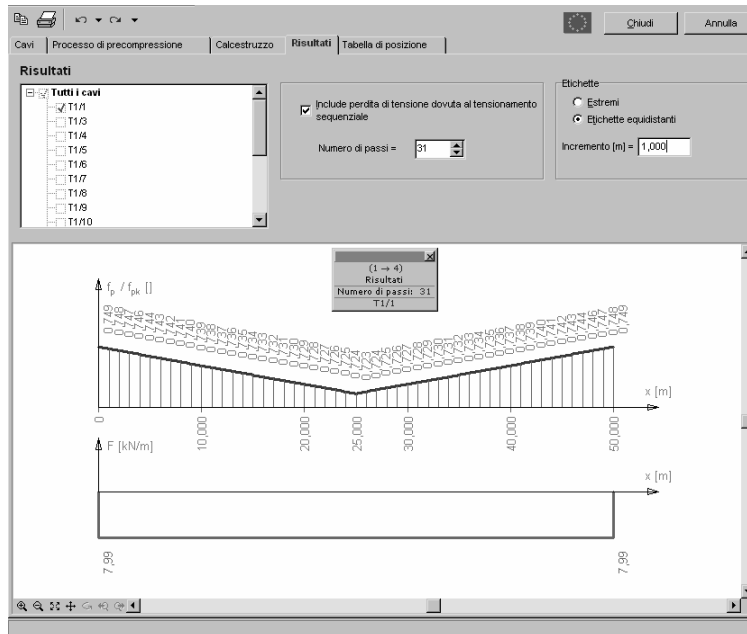
Calcestruzzo

La terza cartella è per definire le proprietà del calcestruzzo. $e_{cs}(\infty)$ è il valore della tensione di fluage del calcestruzzo a lungo termine. Il suo valore può essere immesso qui.

Cavi		Processo di precompressione	Calcestruzzo
Proprietà calcestruzzo			
	Valore		
Calcestruzzo	C20/25		
E [kN/cm ²]	2900		
Φ	2,00		
$\epsilon_{cs}(\infty)$	0 ‰		

Risultati

Se sono assegnati parametri validi per geometria e processo di tensione per ogni cavo, i diagrammi del risultato vengono mostrati sulla quarta cartella. Scegliendo un cavo nell'albero vengono mostrati due diagrammi. Il primo è la tensione effettiva lungo il cavo (f_p / f_{pk}), e il carico equivalente per il cavo (F). Scegliendo più di un cavo il diagramma mostra il carico equivalente risultante solo per i cavi scelti.

**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

$\sigma_{\max}$ 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

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta \sigma_{c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0,8 \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2\right) [1 + 0,8 \varphi]}$$

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 $\rho_{1000} = 2,5\%$ 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	is the total cross-section area of tendons
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.

Cavi

Processo di precompressione

Calcestruzzo

Risultati

Tabella di posizione

Tabella di posizione

Tutti i cavi

☒ [1] T1
☐ [2] T1/1
☐ [3] T1/3
☐ [4] T1/4
☐ [5] T1/5
☐ [6] T1/6
☐ [7] T1/7
☐ [8] T1/8
☐ [9] T1/9
☐ [10] T1/10
☐ [11] T1/11
☐ [12] T1/12

Proprietà

	[1] T1
Lunghezza...	50,019
E_p [kN/cm ²]	19500
A_p [cm ²]	30,00
f_{pk} [kN/cm ²]	186,00
μ	0,200
k	0,005
R_{min} [m]	---
Iniettato	no
Classe di ril...	2

Coordinate

Incremento [m] = 1,000

Spostare l'origine

dX [m] = 0

dY [m] = 0

dZ [m] = 0

x[m]	[1] T1 y[m]	[1] T1 z[m]
6,000	-2,250	0,100
1,000	-2,250	0,053
2,000	-2,250	0,008
3,000	-2,250	-0,035
4,000	-2,250	-0,077
5,000	-2,250	-0,116
6,000	-2,250	-0,153
7,000	-2,250	-0,189
8,000	-2,250	-0,223
9,000	-2,250	-0,254
10,000	-2,250	-0,284
11,000	-2,250	-0,312
12,000	-2,250	-0,338
13,000	-2,250	-0,362
14,000	-2,250	-0,384
15,000	-2,250	-0,404
16,000	-2,250	-0,422

Barra principale

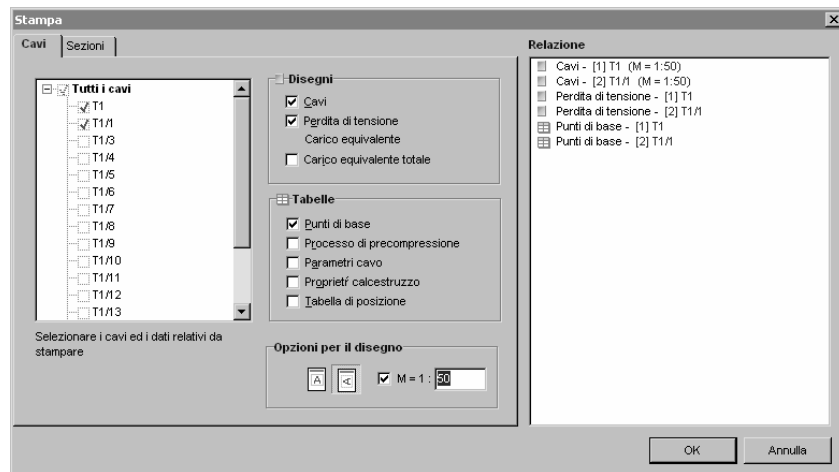
La barra principale dispone di due pulsanti


 Copia diagramma
 Ctrl+C

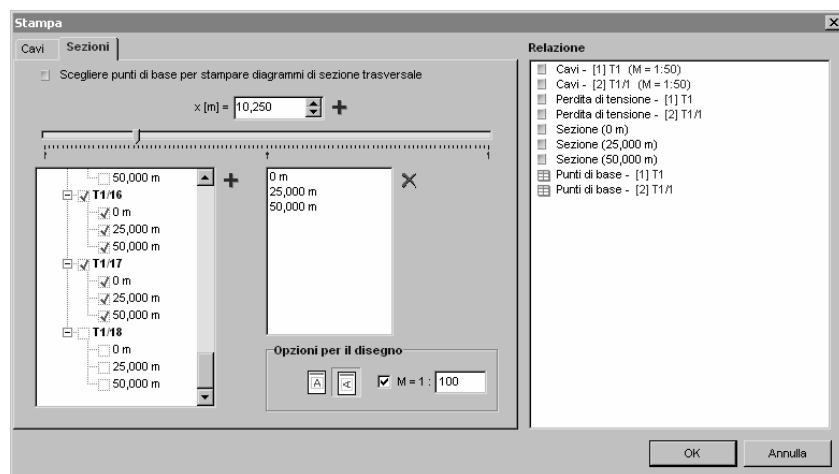
Copia il disegno dalla finestra attiva alla Clipoard come un metafile Windows. In questo modo il diagramma può essere trasmesso ad altre applicazioni (es. Word).


 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*).

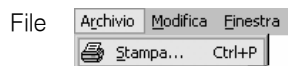


Si possono scegliere sezioni trasversali per stampare i diagrammi relativi.

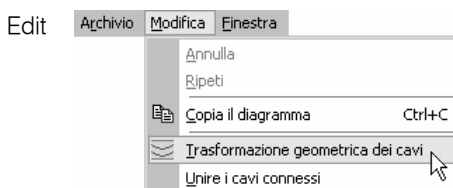


Menu

È possibile eseguire le seguenti funzioni tramite il menu:



Stampa **Vedere...** Barra principale / Stampa

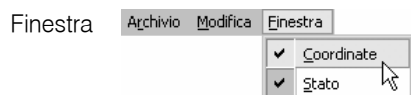


Undo/Redo Ritorna alla condizione prima del comando eseguito, annullando l'effetto. / Esegue il comando che era stato annullato

Copia diagramma **Vedere...** Barra principale / Copia diagramma

Trasformazioni geometriche di cavi **Vedere...** Cavi / Trasformazioni geometriche di cavi

Giunti di connessione di cavi Se è stato scelto più di un elemento trave o nervatura e questi elementi contengono giunti di connessione, questa funzione unisce i giunti di connessione stessi. L'azione è possibile anche nel caso di singolo elemento.



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.

4.10.23. 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 "casi di carico e gruppi di carico", successivamente si attiveranno le icone relative. I casi di carico mobile vengono generati automaticamente in base al numero di passi impostati, non è possibile eliminare un caso singolo di questi ma occorre eliminare tutti i casi generati, è possibile aumentare o diminuire il numero dei passi e di conseguenza i casi di carico mobili.

4.10.23.1. Carichi mobili su elementi lineari



Definizione di carichi mobili lineari

Modello di carico: Personalizzato

Carichi concentrati | Carichi distribuiti

	Tipo	Pos. [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
+	1 Globale	0	0	0	-1,00	0	0	0
×	2 Globale	2,000	4,00	0	-2,00	0	0	0

Percorso del carico

Percorso del carico N = 2

Lunghezza 0 m

OK Annulla

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.

Per aggiungere un carico occorre cliccare sul bottone col simbolo più, quindi compilare le celle della nuova riga appena aggiunta. Per cancellare un carico basta selezionarne la riga e cliccare sul bottone cancella. 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. Si può impostare poi N il numero di passi che genererà in automatico tutti i casi di carico lungo il 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.



Modalità binari
della gru



Modalità ponte



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.

4.10.23.2. Carichi mobili sui domini



Definizione della superficie di spostamento del carico

Modello di carico: Personalizzato

	Pos. [m]	u [m]	a [m]	b [m]	F [kN]
1	0	2,000	0,350	0,600	200,00
2	3,000	2,000	0,350	0,600	200,00
3	8,000	2,000	0,350	0,600	200,00
4	11,000	2,000	0,350	0,600	200,00

Carico

☒ Distributi
☐ Concentrato

Direzione

☒ Locale z
☐ Globale X
☐ Globale Y
☐ Globale Z

Percorso del carico

N = 2

Lunghezza: 0 m

OK Annulla

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 bottone cancella.

Dopo aver terminato la definizione del modello di carico, specificare il percorso del carico tramite una polilinea che attraversa i domini in modo corretto. Il percorso non deve attraversare fuori del dominio o eventuali spazi vuoti lasciati tra un dominio e l'altro.

Il punto iniziale e finale del percorso coincidono con quelli della polilinea.

La z del carico corrisponderà con la z locale del dominio su cui è disposto. Se il percorso risulta sul bordo di due o più domini verrà considerato solo il dominio attivo, in questo caso la z del carico verrà scelta in base al dominio che ha l'angolo minore tra la propria z locale e la z globale.

Settando N il numero di passi che compierà il modello di carico lungo il percorso verrà disposto automaticamente sul punto iniziale il caso di carico più vicino ad esso e sul punto finale il caso di carico più vicino a quest'ultimo.

Se vengono cambiate le geometrie del dominio il modello dei carichi mobili relativo verrà immediatamente ricalcolato.



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.



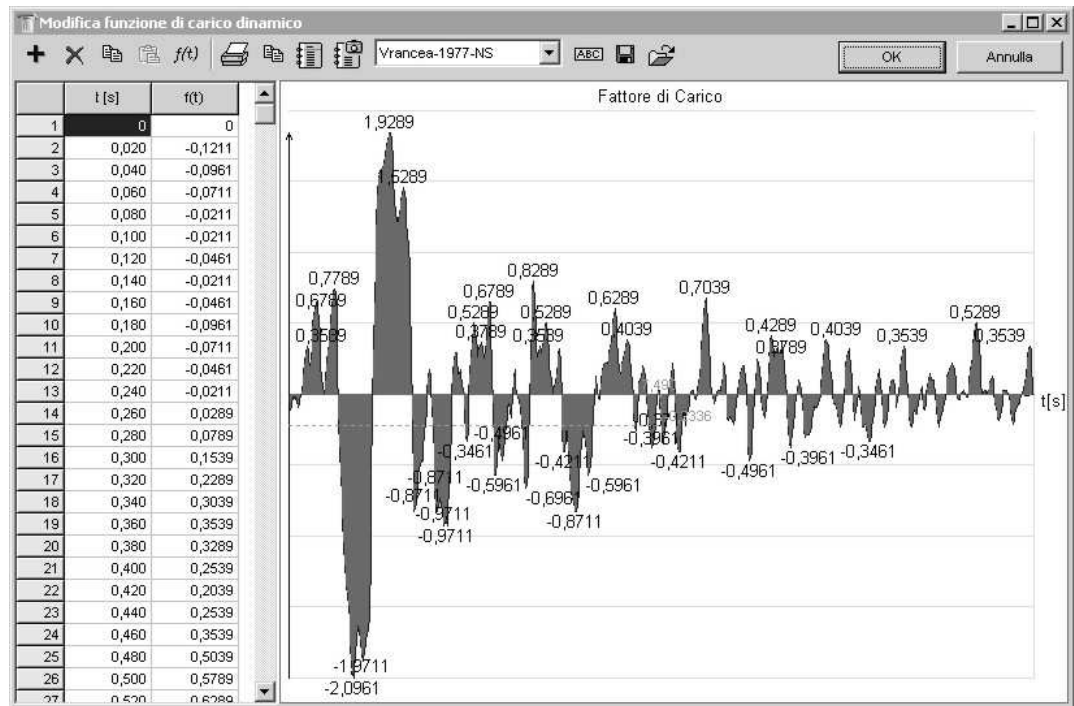
Percorso circolare: I carichi viaggiano dal punto iniziale al punto finale e viceversa in $2N$ passi.

4.10.24. Carichi dinamici

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 sono salvate in file separati *.dfn in una cartella *dfn* creata dentro la cartella principale del programma.



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.

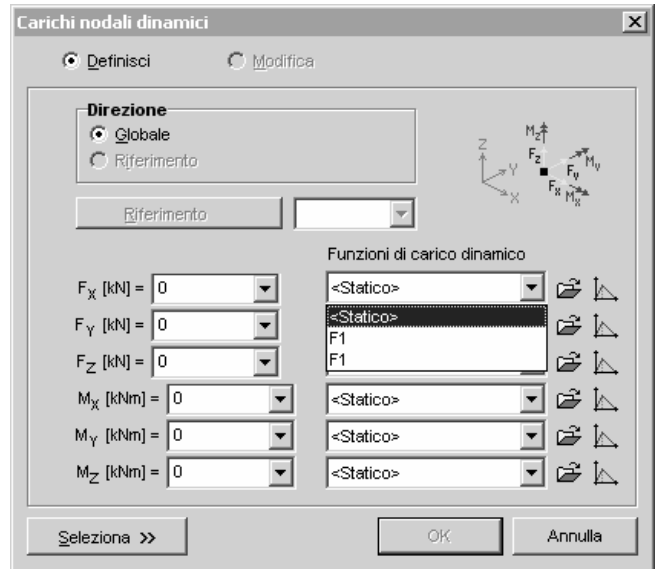
**Carico dinamico
nodale**

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.



È 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.



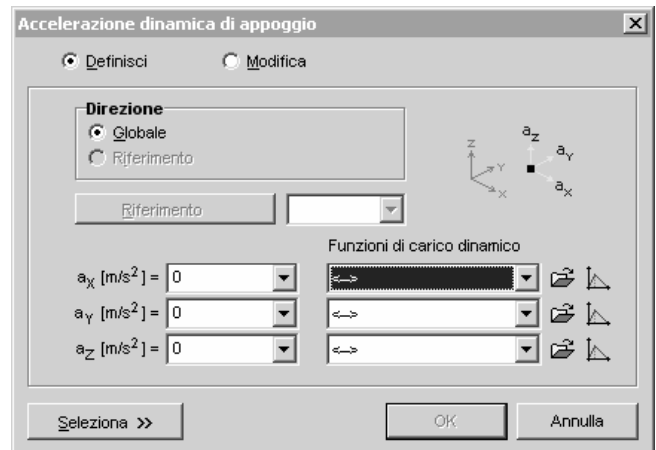
I carichi dinamici sono visualizzati come frecce gialle tratteggiate

**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 $a_i(t) = a_i \cdot f(t)$ 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 diversa 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.

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 $a_i(t) = a_i \cdot f(t)$ 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.

4.10.25. 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.

4.10.26. Modifica

Permette di modificare la definizione dei carichi sugli elementi selezionati.

Tenendo premuto il tasto **[Shift]**, selezionare gli elementi con i carichi da modificare. si può anche usare la Barra delle Icone di Selezione

Cliccare il tipo di carico appropriato nella Barra Carichi.

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.

Modificare i rispettivi parametri come desiderato.

Cliccare il tasto **OK** per applicare le modifiche e uscire dalla finestra di dialogo.



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.

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.

4.10.27. Elimina

[Del] Vedere... 3.2.7 Elimina

4.11. 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.

4.11.1. 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.

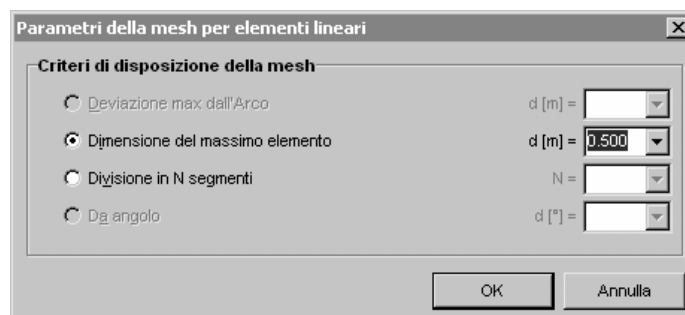
4.11.1.1. Mesh di elementi lineari



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.

4.11.1.2. 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.

Parametri di mesh
per domini

*Dimensione della
mesh*

Si può essere specificare una dimensione media per gli elementi della maglia. La maglia effettiva 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 di maglia, i carichi di linea creeranno linee di mesh.

*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 maglia riducendo la dimensione degli elementi dovunque è necessario.

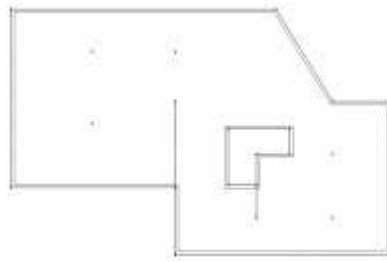
Se è attivo il comando *Genera la mesh solo per i domini non suddivisi* nessuna maglia sarà creata per domini già meshati.

Se *Calcolo delle intersezioni dei domini* è attivato l'intersezione dei domini viene automaticamente calcolata prima della meshatura.

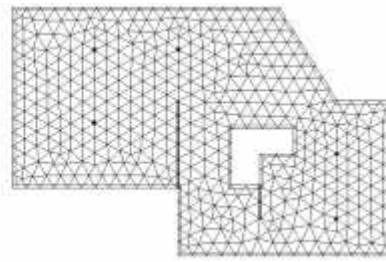
Il progredire dell'operazione di *meshing* (definizione della maglia) può essere monitorato in una finestra che appare e può essere interrotto in qualsiasi momento cliccando sull'apposito tasto (Annulla).

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 quadrilatera 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.

4.11.2. Raffinamento mesh



Permette di raffinare la maglia di elementi finiti degli elementi bidimensionali.

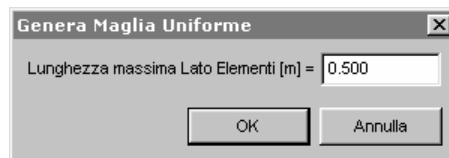
Gli elementi della maglia raffinata hanno le stesse proprietà (materiale, sezione/spessore, riferimenti,...) della maglia grossolana.



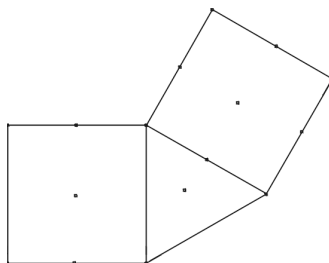
Bisogna impostare manualmente i gradi di libertà nodali della maglia generata che non erano stati impostati durante il processo di generazione della maglia.

Sono disponibili le seguenti opzioni.

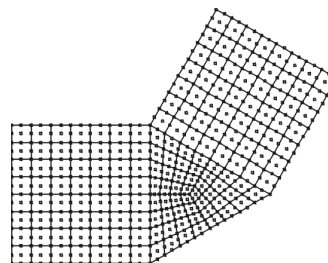
Uniforme



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

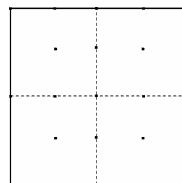


Dopo il raffinamento

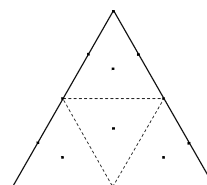
Bisezione



Permette di raffinare la maglia selezionata bisecando gli elementi come mostrato nella figura seguente.



Elemento Quadrilatero



Elemento Triangolare

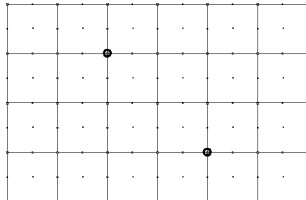
Relativa al Nodo



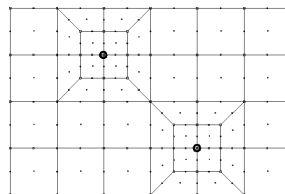
Permette di raffinare la maglia intorno ai nodi selezionati (localmente intorno a colonne, appoggi elastici nodali).

Bisogna definire un coefficiente di divisione (0.2- 0.8).

Il comando raffinisce la maglia dividendo gli elementi connessi ai rispettivi nodi in base al coefficiente definito.



Prima del raffinamento

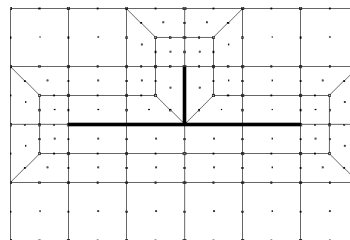


Dopo il raffinamento

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 raffinisce la maglia dividendo gli elementi connessi ai rispettivi bordi in base al coefficiente definito.

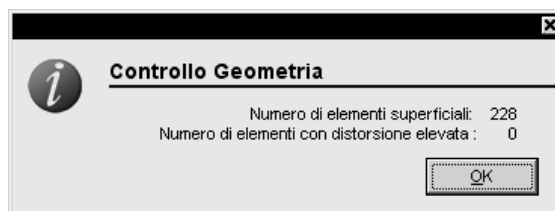
4.11.3. Controllo Geometria



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 .

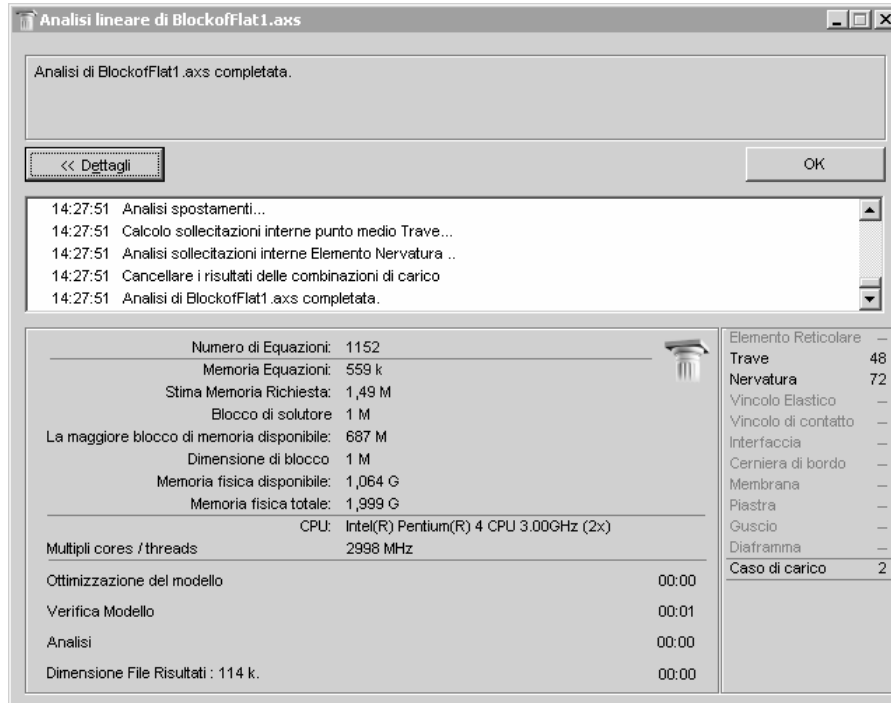


Pagina lasciata intenzionalmente in bianco

5. Analisi

AxisVM permette di eseguire l'analisi statica lineare e nonlineare, l'analisi dinamica lineare e non lineare, le vibrazioni e l'instabilità 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 tempi richiesti da ogni passo e i dettagli del modello possono essere visualizzati premendo il tasto Dettagli.



I parametri delle ultime analisi vengono salvati nel file del modello e possono essere studiati nella finestra di dialogo Informazioni Modello. **Vedere...** 2.16.15 Info Modello.

Ottimizzazione del modello

L'ottimizzazione riduce la larghezza di banda della matrice di rigidezza del sistema attraverso la numerazione interattiva del nodo.

Le variazioni della memoria vengono visualizzate in tempo reale. La durata del processo di ottimizzazione e la richiesta finale di memoria dipende dalla dimensione 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, sollecitazioni 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 rigidità siano lineari-elastiche.



Guardare la descrizione del vincolo monolatero e del vincolo elastico nel Capitolo 4, per informazioni su come usare questi elementi nell'analisi lineare.

Non lineare



Compie un'analisi statica non-lineare. Il termine *non lineare* significa che la risposta calcolata (spostamenti, sollecitazioni interne) non è linearmente correlata al carico applicato. Ciò può essere dovuto all'uso di vincoli monolateri o di vincoli elastici non-lineari, o all'introduzione di una non-linearità geometrica negli elementi reticolari o travi. Questo può essere necessario per l'uso di elementi non lineari di contatto, elementi rigidi o vincoli, elementi reticolari, elementi molla, o considerando la non linearità geometrica di elementi reticolari, travi, nervature ed elementi guscio.

Scegliere i casi o le combinazioni di carico dall'albero. AxisVM eseguirà l'analisi non lineare per i casi di carico scelti e mostra una finestra con la progressione dell'analisi.

Caso di carico	Situazione	Iniziato a	Verifica	Analisi	Elaborazione	Tempo totale	Finito a
Pushover X U	5%	13:47:14	00:00	00:02	...	...	...
Pushover X M	in coda	...	...	...	...	...	...
Pushover Y U	in coda	...	...	...	...	...	...
Pushover Y M	in coda	...	...	...	...	...	...
1. Tk	in coda	...	...	...	...	...	...

Controllo soluzione Permette di specificare i parametri del processo di soluzione incrementale.

- **Caso**
Permette di selezionare un caso al quale applicare i parametri.

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 uguali dei carichi.
- **Spostamento**
Quando è selezionato il controllo spostamento, gli incrementi vengono applicati come frazioni uguali della componente di spostamento del nodo specificato.

- **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 in modo 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 ... 4.10.21 carichi Pushover per dettagli sulla definizione del carico e le impostazioni di analisi raccomandata.

- **Fattore di carico**

Il fattore di carico può essere utilizzato per moltiplicare i valori dei carichi del caso o della combinazione di carico scelta per l'analisi non lineare.

- **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. Utilizzando 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.

☞ *La funzione incrementale deve essere monotona (I carichi non possono diminuire)*

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 non 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

Usa l'armatura attuale nei calcoli

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

Includi non linearità geometrica

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.

☞ *Quando si considera la non-linearità geometrica, gli elementi trave devono essere divisi in almeno quattro parti.*

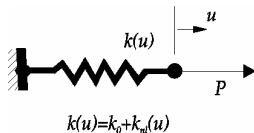
Carico solo
l'incremento
precedente

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 opzione quando non si ha bisogno dei risultati degli incrementi precedenti.

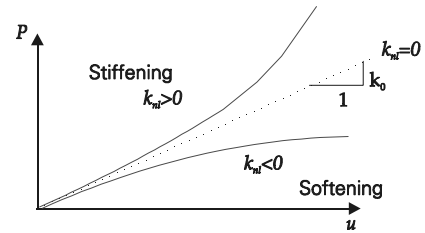
☞ È possibile disabilitare questa opzione se si vuole tenere traccia del carico-spostamento o della risposta della struttura (non lineare).

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.

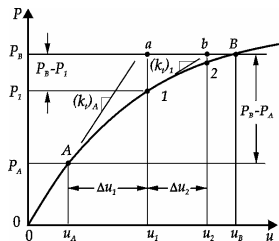
Gli esempi seguenti mostrano il comportamento di un vincolo elastico a un solo grado di libertà in presenza di un controllo di carico.



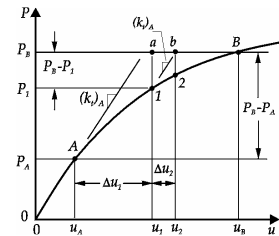
Vincolo elastico non lineare.



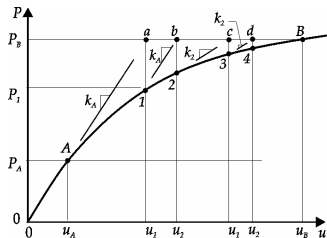
Possibili caratteristiche carico spostamento.



Se $n=1$ (impostazione predefinita), la matrice di rigidezza del sistema viene aggiornata a ogni iterazione. Questo metodo è noto come Tecnica Classica Newton-Raphson.



Se $n > \text{Max}$ iterazioni, la matrice di rigidezza del sistema è aggiornata una sola volta, nella prima iterazione di ogni incremento. Il metodo è conosciuto come Tecnica Modificata di Newton-Raphson.

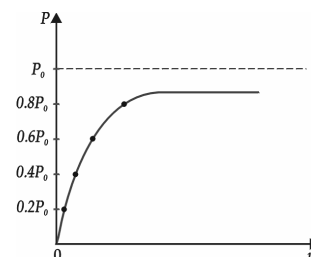


Se $1 < n < \text{max}$ iterazioni, si ottiene una variante della Tecnica Modificata Newton-Raphson. Nella figura qui sopra è mostrato il processo iterativo per $n=2$.

☞ I sistemi incrudenti conducono di solito a problemi di soluzione numerica più significativi (quelli rammollenti), e le soluzioni con $n > 1$ possono divergere. Per questa ragione, quando i vincoli monolateri cambiano stato (da attivo a inattivo o viceversa), viene riaggiornata la matrice di rigidezza del sistema, anche se ciò non sarebbe richiesto dal valore specificato per n .

I sistemi rammollenti, e 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.



5.2. Vibrazioni



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.



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.

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'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 dei carichi gravitazionali in masse e prendere in considerazione le masse concentrate, che possono anche essere convertire in carichi.

- **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.
- **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.
- **Diaframma**
Lanciando il comando analisi dinamica nella finestra d'impostazione abbiamo l'opportunità di convertire tutti i piani orizzontali in diaframmi.
Il tempo di esecuzione viene diminuito se il modello contiene travi e solai. Se sono inclusi anche muri strutturali, il numero delle equazioni diminuirà, però la larghezza di banda crescerà. Il tempo totale di esecuzione potrà essere maggiore di quello senza diaframmi.

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 $1.0E-6$.



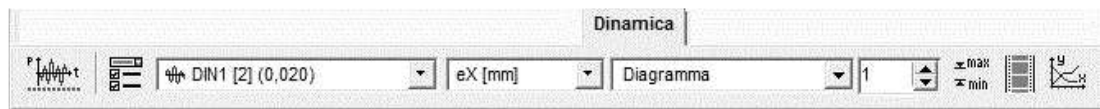
Il programma utilizza una matrice di massa diagonale predefinita. A causa della tecnica di modellazione a masse concentrate, per raggiungere la precisione richiesta gli elementi devono essere suddivisi in più elementi (raffinando la maglia). Di solito a ogni mezza onda devono corrispondere almeno quattro elementi.

Una buona norma è che le travi vengano divise in almeno otto elementi

Le forme modali sono normalizzate alla massa.

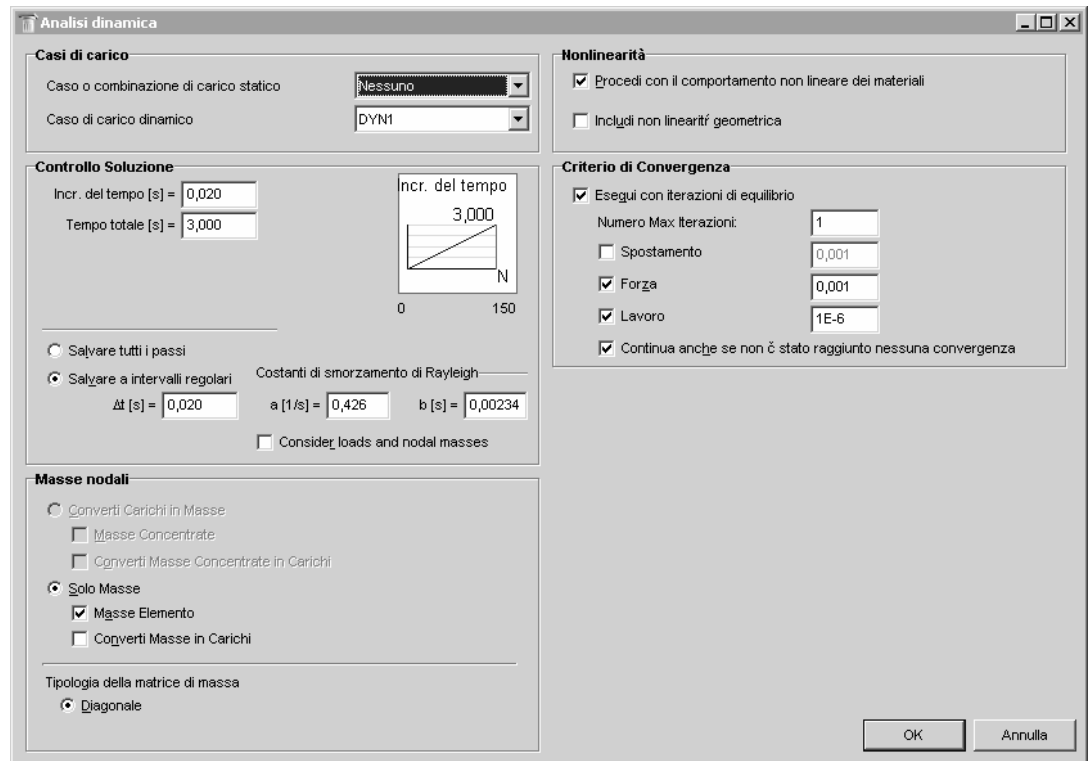
$$\{U\}^T \cdot [M] \cdot \{U\} = 1$$

5.3. 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.



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.

Costanti di smorzamento di Rayleigh (a, b)

La matrice di smorzamento sarà calcolata in base alle costanti di Rayleigh (secondo le formule seguenti)

$$\underline{\underline{M}}\ddot{\underline{\underline{u}}} + \underline{\underline{C}}\dot{\underline{\underline{u}}} + \underline{\underline{K}}\underline{\underline{u}} = \underline{\underline{P}}(t)$$

$$\underline{\underline{C}} = a\underline{\underline{M}} + b\underline{\underline{K}}$$

Se l'opzione *Considerare carichi e masse nodali* è attivata, ad $\underline{\underline{M}}$ verrà aggiunto un'altra matrice che rappresenta i carichi e le masse nodali.

Masse nodali Le masse nodali saranno prese in considerazione, come nell'analisi vibrazioni.

Non linearità **Seguire il comportamento non lineare dei materiali.**

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 I criteri di convergenza devono essere impostati e saranno presi in considerazione, come nell'analisi statica non lineare.

Metodo di soluzione Le equazioni di equilibrio lineari e non lineari sono risolte dal metodo di Newmark-beta. Se Δt è l'incremento del tempo, in $t + \Delta t$ otteniamo:

$$\underline{\underline{K}} \cdot \underline{U}_{t+\Delta t} + \underline{\underline{C}} \cdot \underline{\dot{U}}_{t+\Delta t} + \underline{\underline{M}} \cdot \underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t} = P(t),$$

dove $\underline{\underline{C}}$ è la matrice di smorzamento, $\underline{\underline{M}}$ è la matrice di massa, $\underline{\underline{K}}$ è la matrice di rigidità.

$$\underline{U}_{t+\Delta t} = \underline{U}_t + \Delta t \cdot \underline{\dot{U}}_t + \frac{\Delta t^2}{2} ((1-2\beta) \underline{\ddot{U}}_t + 2\beta \underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t})$$

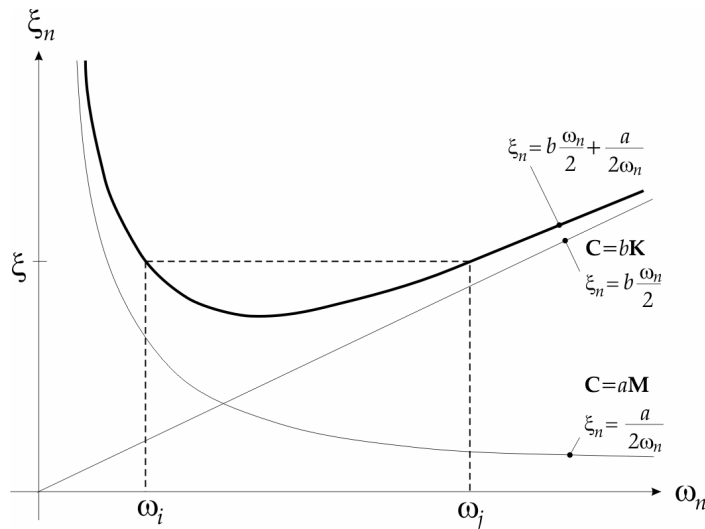
$$\underline{\dot{U}}_{t+\Delta t} = \underline{\dot{U}}_t + \Delta t ((1-\gamma) \underline{\ddot{U}}_t + \gamma \underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t}).$$

AxisVM usa $\beta = 1/4$, $\gamma = 1/2$.

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 ω_i e ω_j) e dal rapporto di smorzamento secondo la immagine seguente.



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 instabilità $n_{cr} = \lambda_{cr}$ 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 $\lambda_{cr}^{effective} \geq |\lambda_{cr}|$.



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.

Controllo
soluzione

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 Vibrazioni

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.



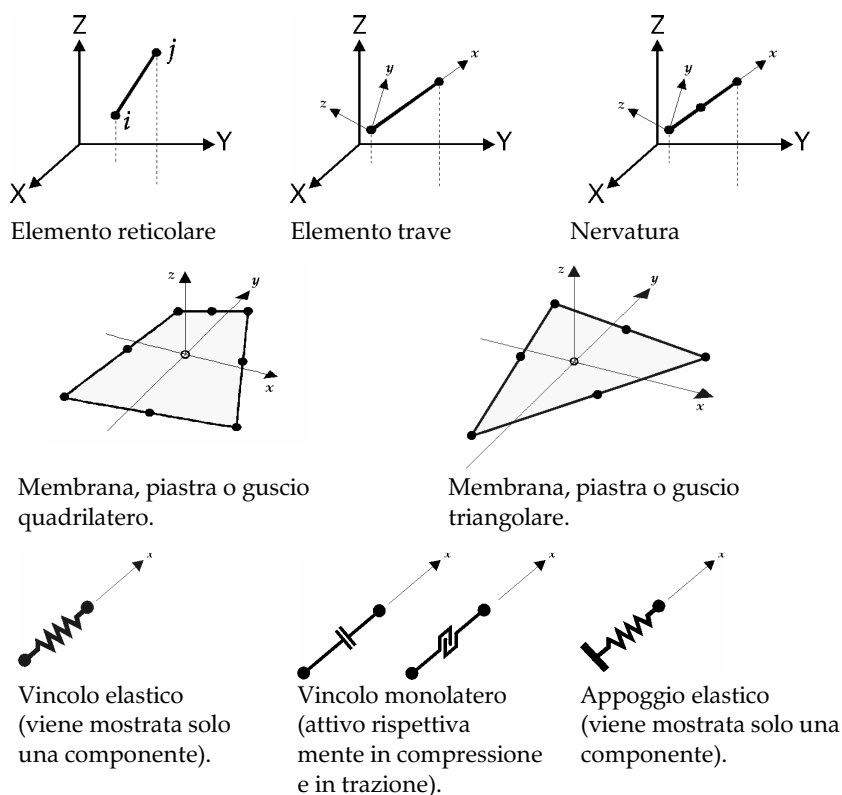
Gli elementi trave devono essere divisi in almeno 4 elementi.

Elementi Reticolari

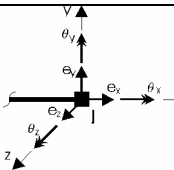
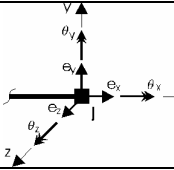
L'instabilità flessionale degli elementi reticolari non viene considerata nel programma. Bisogna calcolare manualmente il carico di instabilità di ogni elemento reticolare o modellare gli elementi reticolari con quattro elementi trave con le corrispondenti necessarie sconnessioni alle estremità.

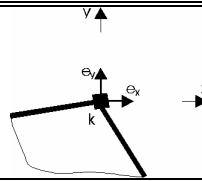
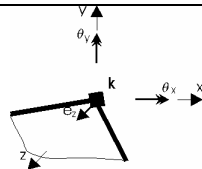
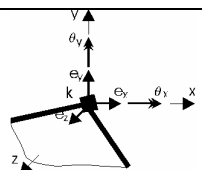
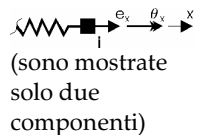
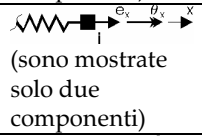
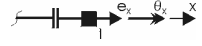
5.5. Elementi finiti

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 rigidità geometrica). Le analisi statiche non-lineari per geometria e le analisi dinamiche del secondo ordine possono essere compiute solo su strutture a telaio.



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	e_z 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						
Nervatura	*	*	*	*	*	*	
	Elemento del tipo di Timoshenko, a tre nodi, quadratico, isoparametrico						

Elementi finiti	e_x u	e_y v	e_z w	θ_x	θ_y	θ_z	
Membrana	*	*					
	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						
Appoggio elastico	*	*	*	*	*	*	 (sono mostrate solo due componenti)
Vincolo elastico	*	*	*	*	*	*	 (sono mostrate solo due componenti)
Vincolo monolatero	*						
Elemento rigido							

Dove:

u, v, w denotano gli spostamenti nelle direzioni locale x, y, z .

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ denotano le rotazioni nelle direzioni locali x, y, z .

* l'elemento ha rigidità 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 monotensionale	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 rigidità, 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 sì 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 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...'

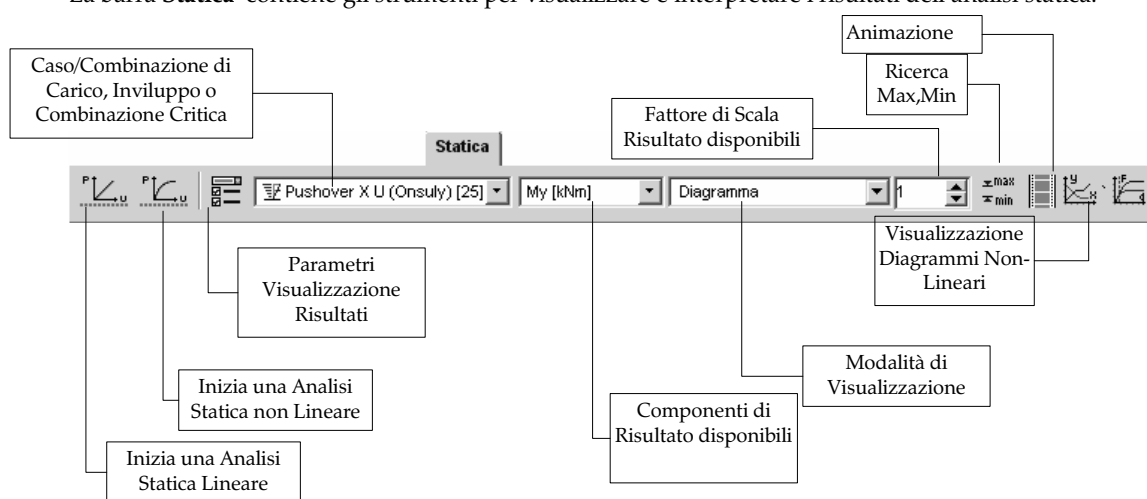
C'è una singolarità nella matrice di rigidezza del sistema che corrisponde a quel grado di libertà. Occorre controllare il vincolo e l'impostazione dei gradi di libertà (DOF) del modello.

6. Il Postprocessore

Statica	Visualizza i risultati dell'analisi statica (6.1)
Vibrazione	Visualizza i risultati dell'analisi dinamica (6.2)
Dinamica	Visualizza i risultati dell'analisi di Dinamica(6.3)
Progetto C.A.	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in calcestruzzo armato (6.4)
Progetto acciaio	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in acciaio (6.5)
Progetto della trave in legno	Visualizza i risultati dell'analisi di un progetto in legno (6.7)

6.1. Statica

La barra **Statica** contiene gli strumenti per visualizzare e interpretare i risultati dell'analisi statica.



Analisi statica lineare

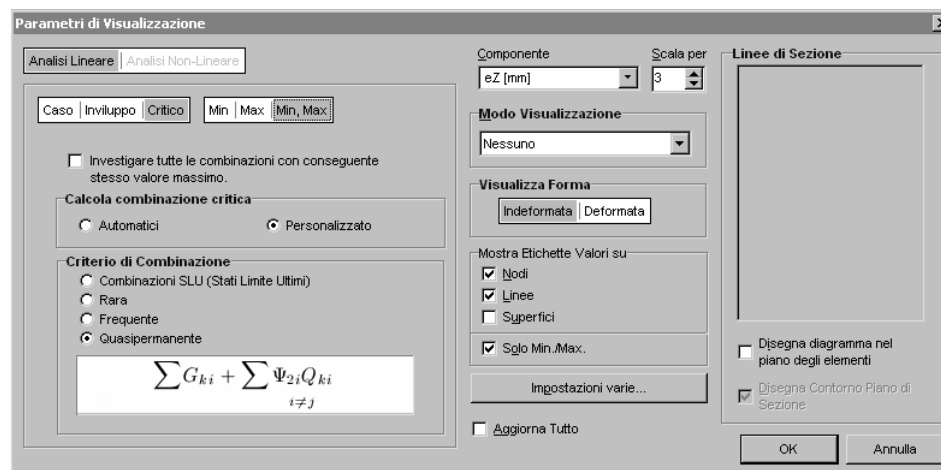
Vedere...5.1 Analisi Statica

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.

Visualizza valori Se si è selezionato l'inviluppo o una combinazione di carico critica, si può scegliere tra le seguenti opzioni

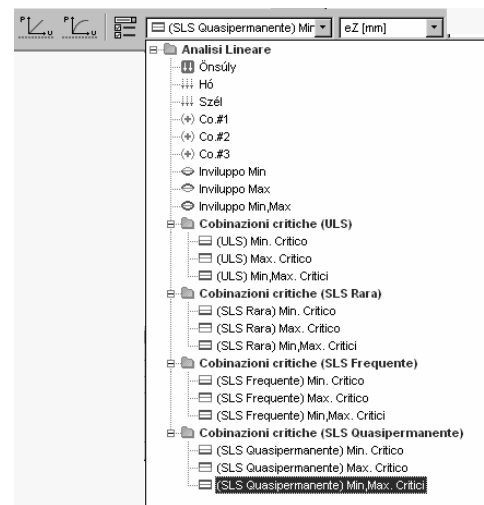
- **Min + Max**
Visualizza i valori minimo e massimo della componente di risultato corrente.
- **Min**
Visualizza il valore minimo (con segno) della componente di risultato corrente.
- **Max**
Visualizza il valore massimo (con segno) della componente di risultato corrente.

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, DIN 1045-1, SIA 262 e altre norme basate su Eurocodice si può selezionare la formula per creare le combinazioni SLS.



Visualizza Forme

- **Indeformata**
Visualizza la forma non deformata (configurazione originale) del modello.
- **Deformata**
Visualizza la forma deformata del modello.

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.

- **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.

- **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...** 2.17.3 Finestra Legenda Colori

- **Nessuno**

La componente di risultato corrente non è visualizzata.

Linee di sezione È 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...** 2.15.12 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**

Scriva ai nodi i valori della componente di risultato corrente.

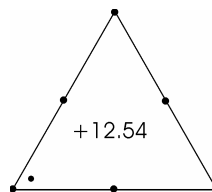
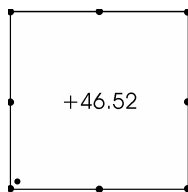
- **Linee**

Scriva sugli elementi lineari i valori (medi se applicabile) della componente di risultato corrente.

- **Tutte le superfici**

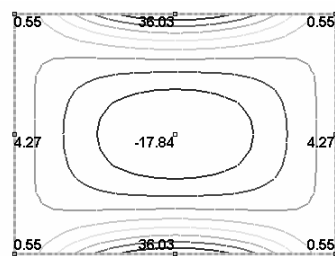
Scriva sugli elementi bidimensionali i valori della componente di risultato corrente.

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.

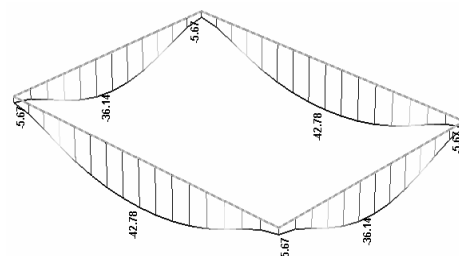


- **Solo min/max**

Riporta solo il valore minimo/massimo locale delle componenti di risultato ai nodi, alle linee e alle superfici.

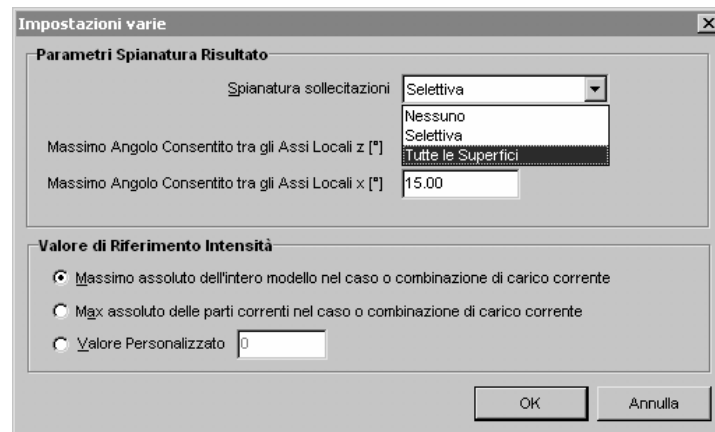


componente m_y del momento



componente R_z della reazione vincolare

Dopo avere fatto clic su *Impostazioni varie...* sono disponibili le seguenti opzioni:



**Parametri
spianatura
risultato**

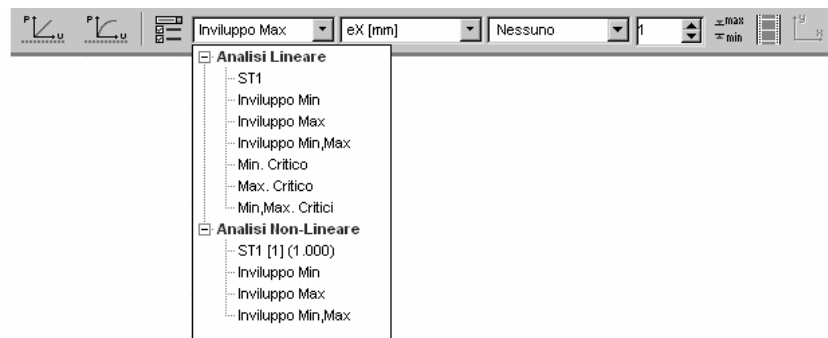
- **Nessuna**
I valori delle sollecitazioni negli elementi bidimensionali calcolate ai nodi non vengono mediati.
- **Selettiva**
I valori delle sollecitazioni negli elementi bidimensionali calcolate ai nodi vengono mediati in modo selettivo, in base ai sistemi di coordinate locali e ai carichi sugli elementi attaccati a un nodo.
- **Tutte le superfici**
I valori di tutte le sollecitazioni negli elementi bidimensionali calcolate ai nodi vengono mediati.

**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*.

Vedere... 6.1.9 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'involuppo
- Combinazione critica

Componente di
Risultati



Si può selezionare una componente di risultato dalla lista a tendina per visualizzare:

- Spostamenti ($eX, eY, eZ, fX, fY, fZ, eR, fR$).
- Sollecitazioni in travi/nervature (Nx, Vy, Vz, Tx, My, Mz).
- Tensioni in travi/nervature ($Smin, Smax, Tzmean, Tzmean$).
- Sollecitazioni elementi bidimensionali ($nx, ny, mx, my, mxy, vxz, vzy, vSz, n1, n2, an, m1, m2, an, nxr, nyr, mxr, myr$).
- Tensioni in elementi bidimensionali ($Sxx, Syy, Sxy, Sxz, Syz, Svm, S1, S2$).
- Reazioni appoggio elastico nodale ($Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$).
- Reazioni appoggio elastico lineare ($Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$).
- Reazioni appoggio elastico superficiale (Rx, Ry, Rz).
- Reazioni vincolo elastico ($Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$).
- Sforzo in vincolo monolatero (Nx).

Modo di visualizzazione



Si può selezionare un modo di visualizzazione dal menu a tendina:

- Diagramma
- Linea di Sezione
- Isolinea
- Isosuperficie
- Nessuno

Se è selezionato l'involuppo Min+Max o una combinazione di carico critica, Le modalità Isolinea e Isosuperficie non possono essere selezionate.

Scala per



Permette di scalare la visualizzazione dei diagrammi.

6.1.1. Valori minimo e massimo



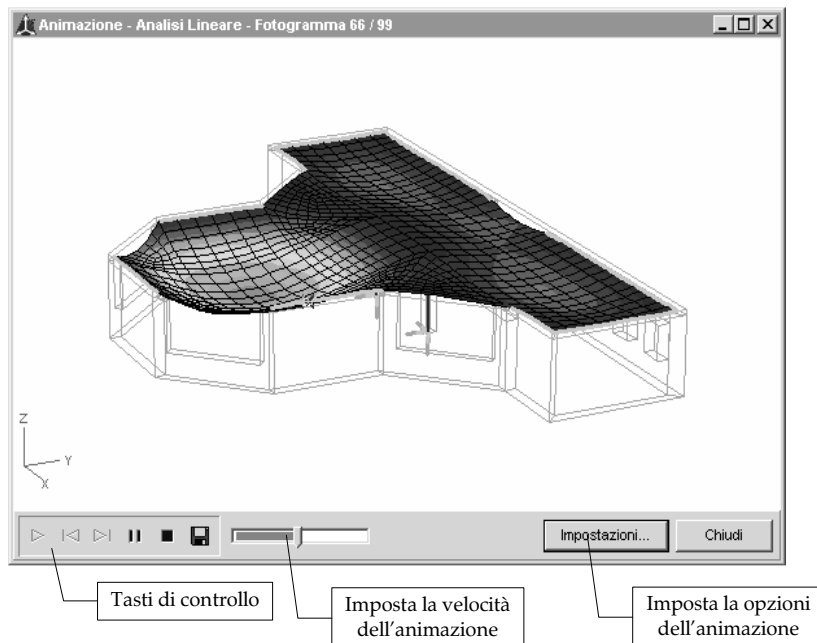
Permette di cercare il valore minimo e massimo della componente di risultato corrente. Se si sta lavorando su parti, la ricerca sarà limitata alle parti attive. AxisVM segnerà tutte le ricorrenze del valore massimo/minimo.

Se vengono mostrati i valori estremi questi sono riferiti solo agli elementi selezionati

Sollecitazioni Elemento Bidimensionale		
nx [kN/m]	$n1$ [kN/m]	nxR [kN/m]
ny [kN/m]	$n2$ [kN/m]	nyR [kN/m]
mxy [kN/m]	an [°]	
mx [kNm/m]	$m1$ [kNm/m]	mxR [kNm/m]
my [kNm/m]	$m2$ [kNm/m]	myR [kNm/m]
mxy [kNm/m]	am [°]	
vxz [kN/m]		
vyz [kN/m]		
vSz [kN/m]		

OK Annulla

6.1.2. Animazione



Permette di visualizzare gli spostamenti, le sollecitazioni e i modi di vibrare in forma animata (fotogramma per fotogramma). L'animazione consiste in una sequenza di fotogrammi che sono generati per interpolazione lineare tra i valori iniziali (fotogramma 0) e i valori correnti dei risultati (fotogramma n), in base al numero dei fotogrammi (n).

Parametri



Senso unico

Mostra i fotogrammi dal fotogramma 0 al fotogramma n.



Doppio senso

Mostra i fotogrammi dal fotogramma 0 al fotogramma n e poi viceversa.

Animazione

- **Fotogrammi**
Permette di impostare il numero di fotogrammi dell'animazione. Bisogna specificare un valore compreso tra 3 e 99. Più fotogrammi rendono l'animazione più continua ma più lenta e richiedono più memoria.
- **Vista Realistica**
Ogni fotogramma è una vista realistica.
- **Colorata**
Ogni fotogramma è una visualizzazione di iso-linee/superfici. I colori sono animati in base alla legenda colori.

File Video

Con Video File si può generare un file video, tipo nome.avi. Cliccando sul bottone Salva vengono salvati i parametri del file video.



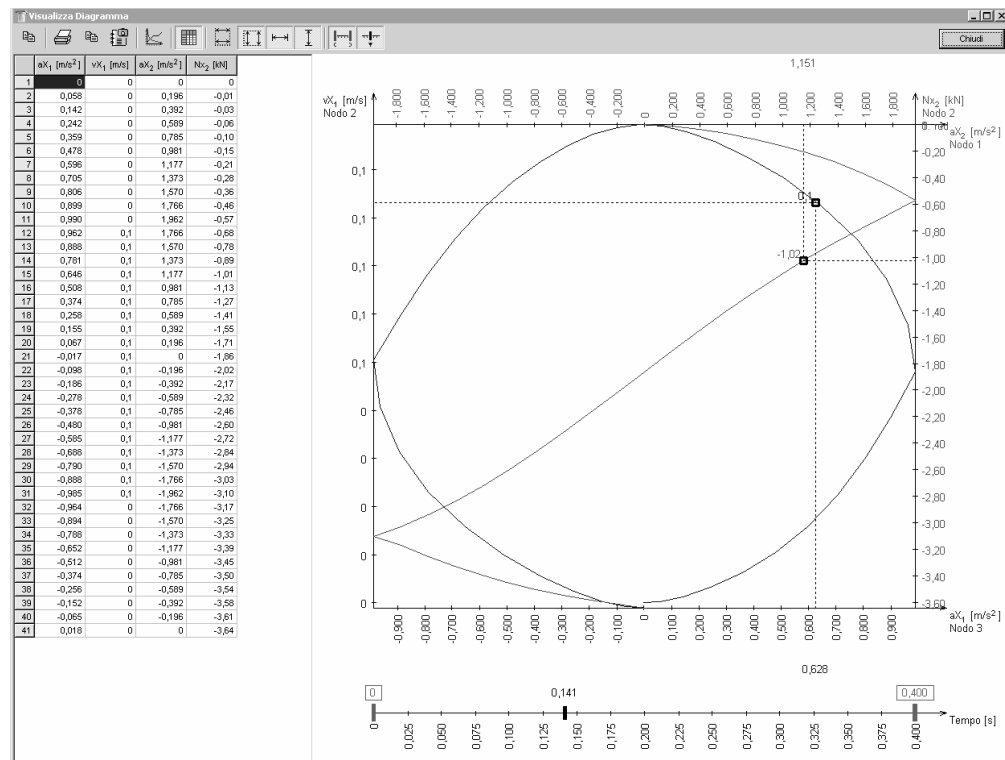
É possibile definire la durata della visualizzazione di un frame. Minore è la durata e maggiore è il numero di frame al secondo. Di norma vengono definiti 30 frame/secondo, perciò di norma non si dovrebbe scendere sotto ai 30 ms di durata di un frame.

6.1.3. Visualizzazione Diagramma

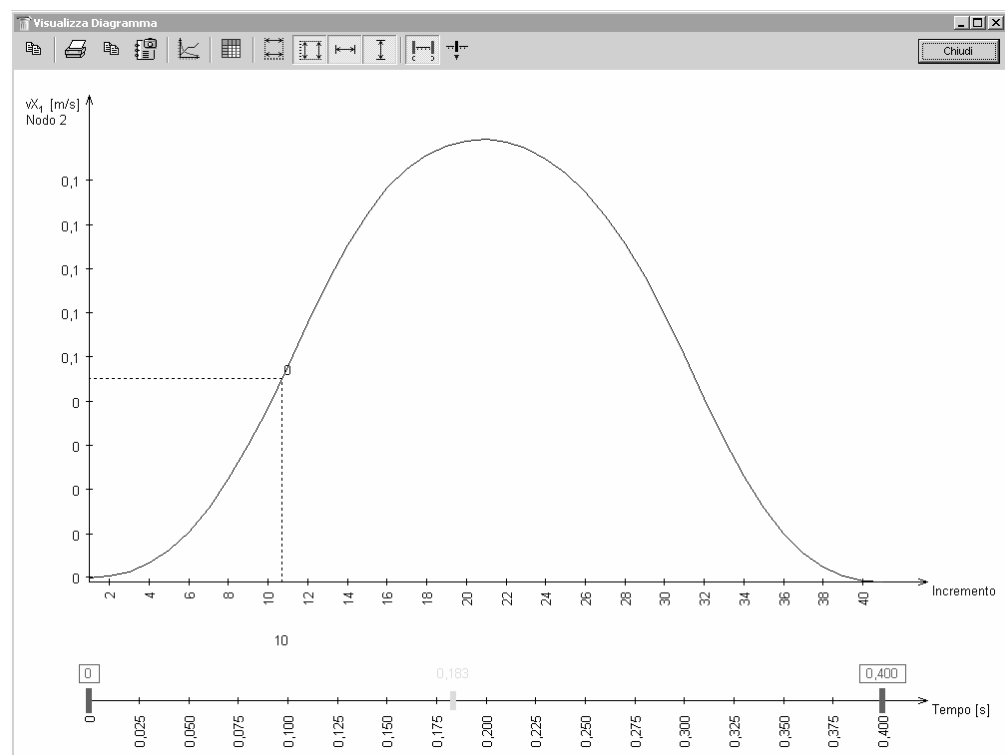


Questa finestra di dialogo visualizza i risultati non lineari o dinamici sotto forma di diagrammi. Possono essere visualizzati due diagrammi contemporaneamente.

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 modificata 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 dinamica nella traccia della barra viene visualizzato il tempo al posto dei numeri d'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

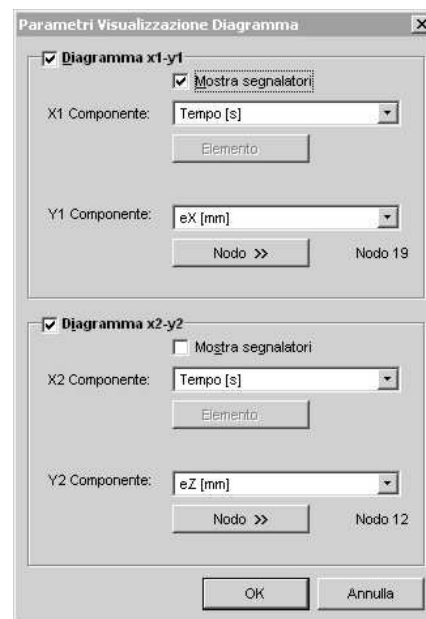


Parametri diagramma

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 / dissattivare 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 visualizzate al fondo della finestra di dialogo in color verde. Trascinandole cambia la visualizzazione dell'intervallo di incrementi o di tempo.



Punto di lettura

Attiva / disattiva il punto di lettura (rettangolo di color nero) nella parte superiore della finestra di dialogo. È possibile spostare il punto di lettura lungo la curva, trascinando il rettangolo di color nero.

6.1.4. 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.

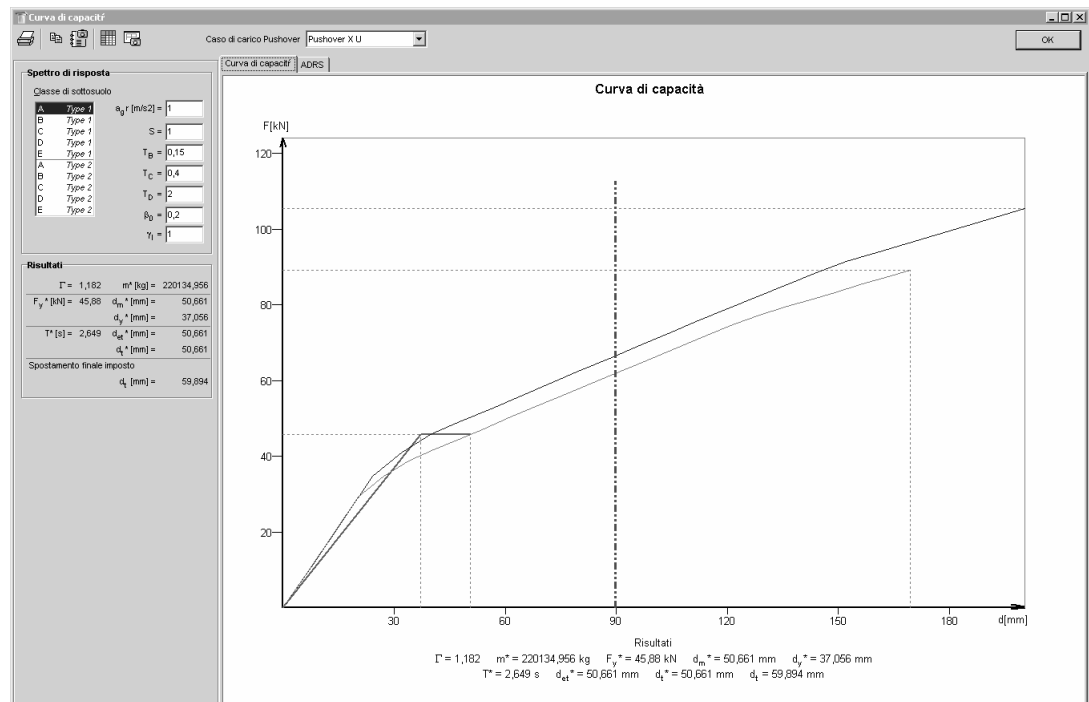
Una tendina sulla parte superiore della finestra di dialogo consente all'utente di selezionare il caso di carico pushover da analizzare.

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 4.10.20 Carichi Sismici). 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 in figura qui sotto, mostra che la struttura è in grado ancora di ulteriori spostamenti, dato che la forza di taglio alla base (asse verticale) cresce, anche gli spostamenti aumentano. Il valore massimo per la forza di taglio può essere determinato solo eseguendo un'altra analisi con uno spostamento limite maggiore e controllando se la curva ha raggiunto un massimo, dopo il quale il taglio alla base ha cominciato a diminuire. Se è così, allora il valore massimo è al massimo della curva. Se il massimo non è stato raggiunto, lo spostamento deve essere aumentato ulteriormente.



6.1.4.1. 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 (d_t^*) come la forza che corrisponde alla forza di plasticizzazione (F_y^*) e la definizione di spostamento di plasticizzazione (d_y^*) 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).

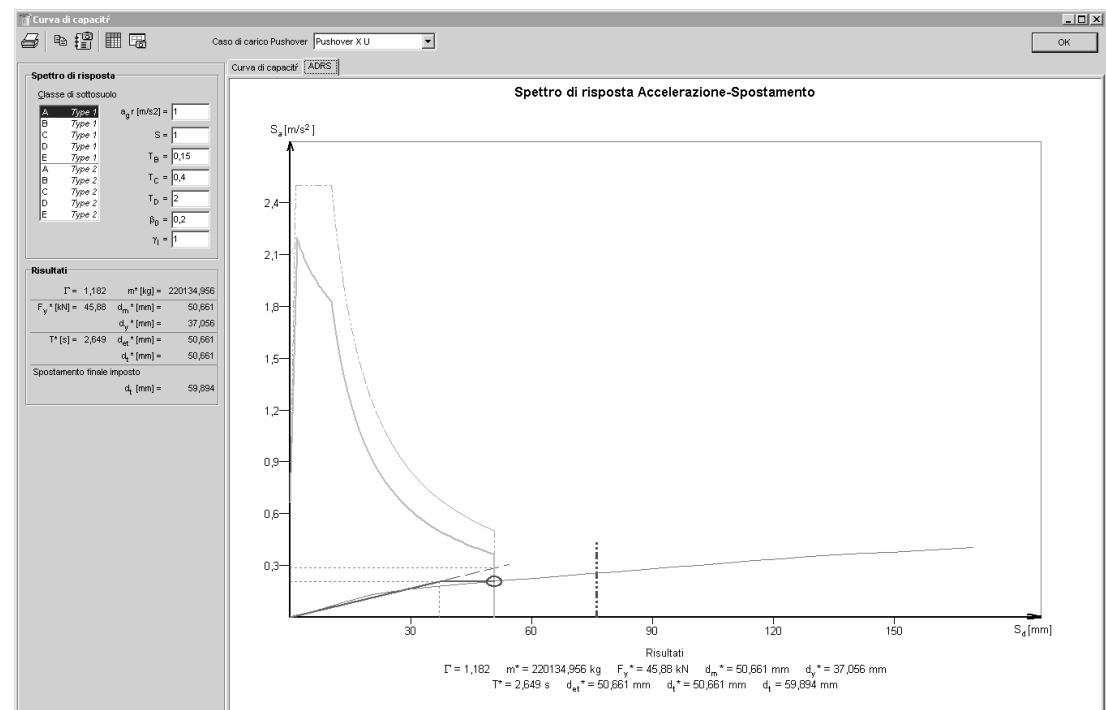
Generalmente se la capacità di deformazione della struttura è superiore a questo livello (lo stile della linea è tratto-punto) soddisfa i requisiti di capacità di deformazione, in caso contrario (lo stile della linea è continuo) non soddisfa tali requisiti.

6.1.4.2. 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 (d_m^*) 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.

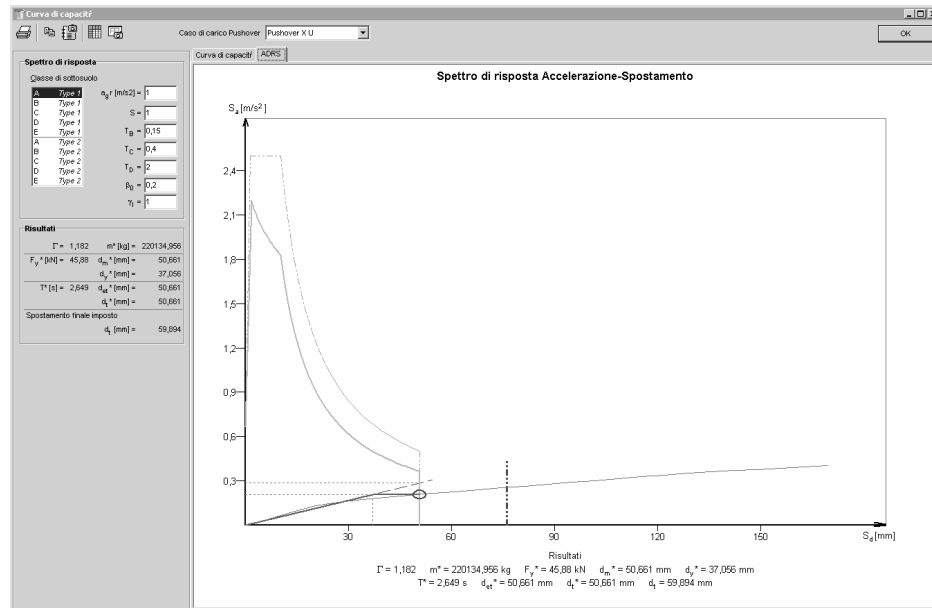
Una volta che il criterio è soddisfatto, la parte elastica della relazione bilineare è definita imponendone il passaggio per il punto corrispondente al 60% della resistenza massima della struttura sul lato ascendente della curva di capacità. La forza di plasticizzazione (F_y^*) è calcolata utilizzando il principio dell'energia di deformazione equivalente.

Una linea verticale di color rosso indica il 150% dello spostamento ultimo (d_t) 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.



6.1.4.3. 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, ed anelastici ADRS, la curva di capacità del sistema equivalente e le curve di capacità bilineare sono indicati in tale finestra.



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 comportamento 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_i 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. Tabella Risultati



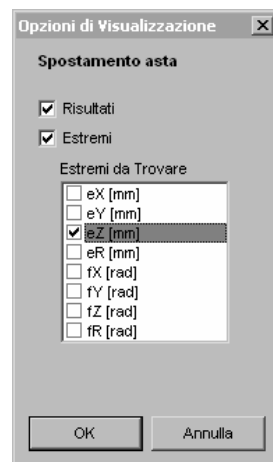
Il comando Esplora Tabella permette di visualizzare i risultati numerici in una tabella personalizzabile. Se sono attive delle parti la tabella elencherà i valori corrispondenti alle parti attive. Se sono stati selezionati degli elementi la tabella, per impostazioni predefinite, elencherà solo gli elementi 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

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.

Estremi da trovare

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).

Se.	Loc.	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
77	21	0	67.347	0	-192.9...	0	60.283
78	21	0	67.347	0	-192.9...	0	60.283
2143	1	0.630	-162.6...	25.159	-7.872	0	-2.478
2144	1	0.630	-162.6...	25.159	-7.872	0	-2.478
2145	1	0.630	-162.6...	25.159	-7.872	0	-2.478
2146	1	0.630	-162.6...	25.159	-7.872	0	-2.478
2143	1	0	-162.6...	25.159	-7.872	0	2.478
2144	1	0	-162.6...	25.159	-7.872	0	2.478
2145	1	0	-162.6...	25.159	-7.872	0	2.478
2146	1	0	-162.6...	25.159	-7.872	0	2.478

Filtri delle proprietà

Vedere... 2.9 Esplora Tabella.



Stampa
[Ctrl]+[P]

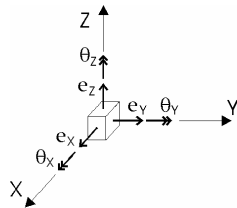
Facendo clic sul pulsante di Stampa o scegliendo dal menu la voce *File/Stampa* appare la finestra di dialogo relativa alla stampa. **Vedere ...** 3.1.10 Stampa

6.1.6. Spostamenti

Nodo

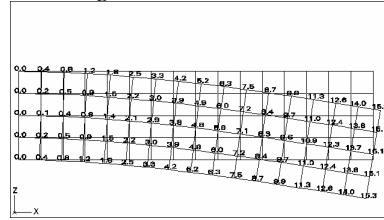
Per ogni nodo si ottengono sei componenti di spostamento (tre traslazioni e tre rotazioni) nel sistema di coordinate globale.

Vengono anche determinati i valori risultanti delle traslazioni (eR) e delle rotazioni (θR).

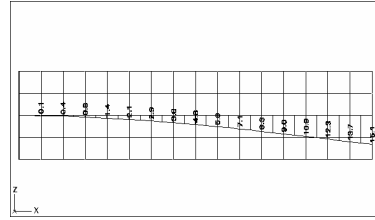


Visualizzazione degli spostamenti di una trave (modello a membrana) :

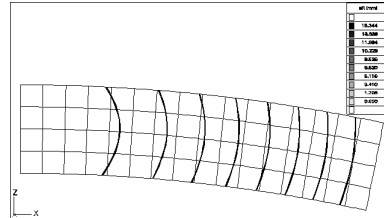
- Diagramma con valori nodali



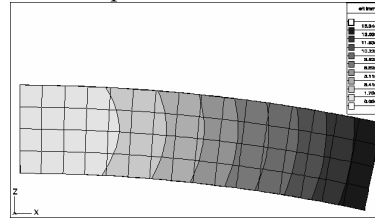
- Linea di sezione con valori nodali



- Isolinee



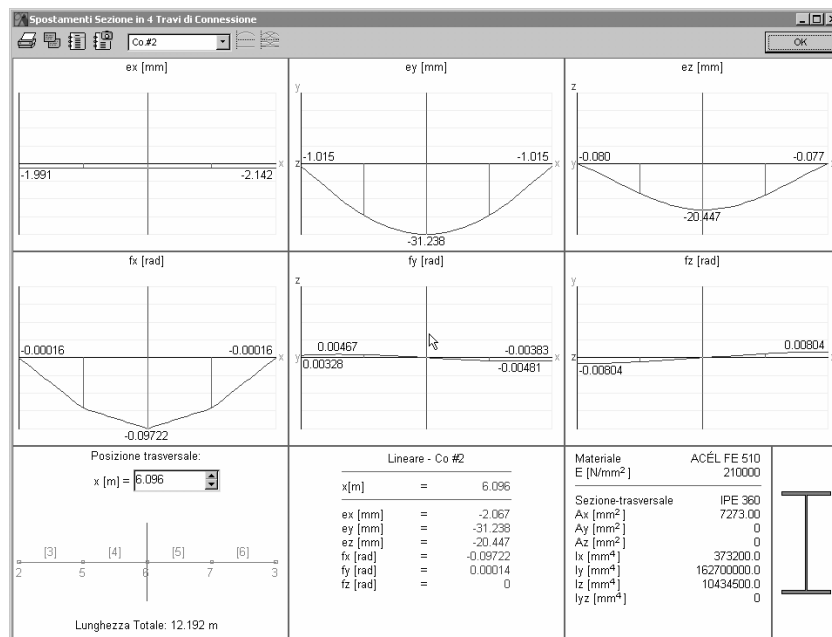
- Isosuperfici



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**. Si possono visualizzare gli spostamenti di più elementi trave se:

- I sistemi di coordinate locali degli elementi sono quasi o del tutto uguali. **Vedere...** 2.15.15.3 Disegno
- L'orientamento locale x è lo stesso.
- Gli elementi hanno lo stesso materiale.



Salvare diagrammi
nella Libreria
Immagini



Tabella

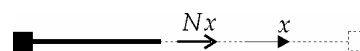
I diagrammi associativi possono essere salvati nella Libreria Immagini. Le immagini di questa libreria possono essere inseriti in relazioni di calcolo. Dopo aver cambiato e ricalcolato la struttura, i diagrammi dei modelli nella libreria e nei rapporti cambiano di conseguenza.

Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

6.1.7. Sollecitazioni Elemento Reticolare/Trave

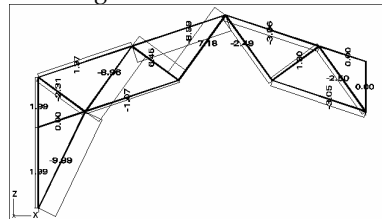
Elemento
Reticolare

Per ogni elemento reticolare vengono calcolati gli sforzi normali (N_x).

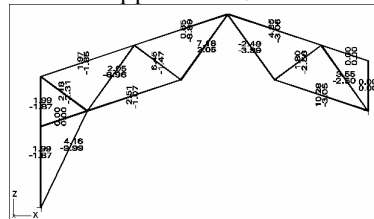


Uno sforzo normale positivo corrisponde a trazione, negativo a compressione. Quando si visualizzano i risultati di *Involuppo* o *Combinazione Critica* vengono visualizzati contemporaneamente i valori massimo e minimo.

• Diagramma N_x



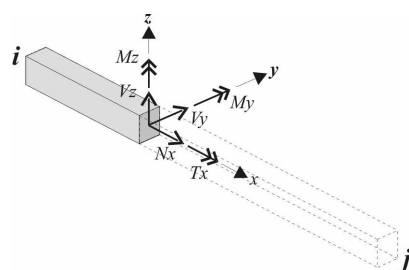
• Involuppo N_x min/max



Trave

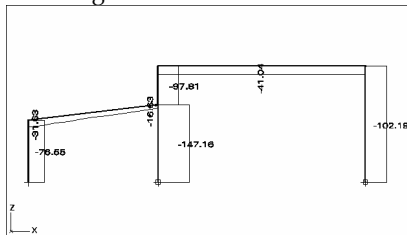
Nelle sezioni intermedie di ogni elemento vengono calcolati tre sforzi ortogonali, uno assiale e due di taglio (N_x , V_y , V_z), e tre momenti, uno torcente e due flettenti (T_x , M_y , M_z).

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.

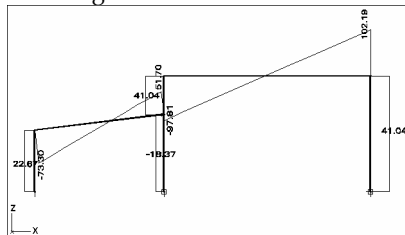


Visualizzazione delle sollecitazioni in un telaio:

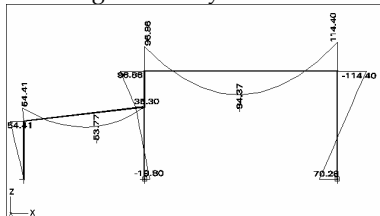
• Diagramma N_x



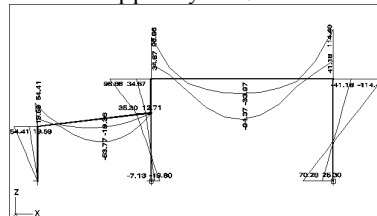
• Diagramma V_z



• Diagramma M_y



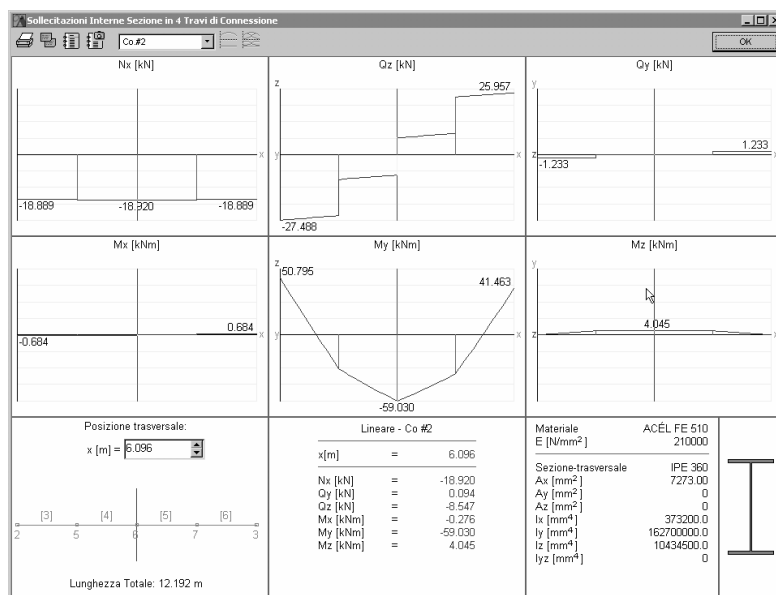
• Involuppo M_y min/max



Se si clicca un elemento trave, tutte le sei componenti di sollecitazione vengono visualizzate in forma di diagramma.

Si possono visualizzare le sollecitazioni di più travi se:

- I sistemi di coordinate locali degli elementi sono quasi o del tutto uguali.
Vedere... 2.15.15 Opzioni / Angolo linea di contorno
- L'orientamento locale x è lo stesso.
- Gli elementi hanno lo stesso materiale.



Selezionando l'involuppo o una combinazione di carico critica, vengono visualizzati i valori massimo e minimo delle sollecitazioni nelle sezioni intermedie dell'elemento selezionato.

Salvare diagrammi
nella Libreria
Immagini



Tabella

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.

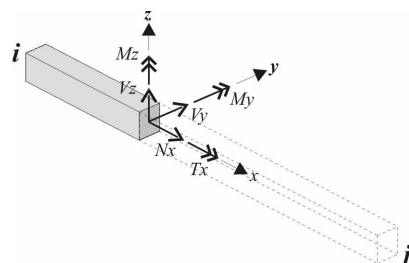
Vedere...

6.1.8. 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.

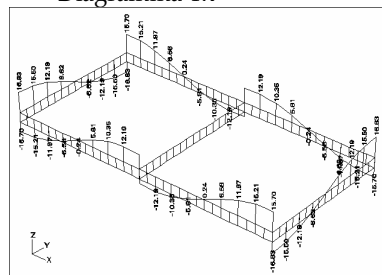
Le sollecitazioni sono espresse nel sistema di coordinate locale dell'elemento posizionato nel baricentro della sezione, e le convenzioni di segno sono come nella figura seguente. I diagrammi di momento vengono disegnati sul lato compresso degli elementi trave.



Se la nervatura è connessa eccentricamente a un elemento guscio, appariranno sforzi normali nella nervatura e nel guscio.

Visualizzazione delle sollecitazioni in una piastra nervata:

- Diagramma T_x



- Involuppo M_y min/max

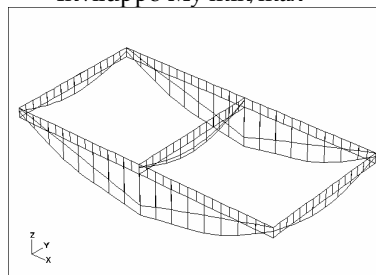


Tabella Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

6.1.9. Sollecitazioni Elementi Bidimensionali

Sollecitazioni

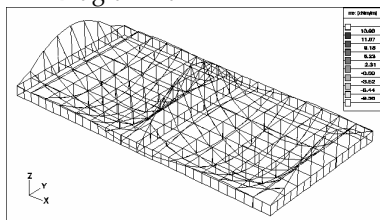
Le sollecitazioni e le convenzioni di segno per ogni tipo di elemento bidimensionale sono schematizzate nella tabella seguente.

Elemento Bidimensionale

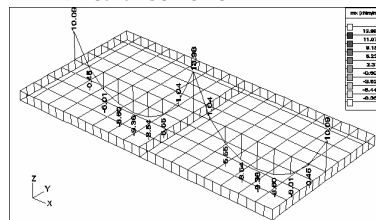
Membrana 	n_x n_y n_{xy}	Piastra 	m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}
Guscio 	n_x n_y n_{xy} m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}		

Visualizzazione delle sollecitazioni in una piastra nervata:

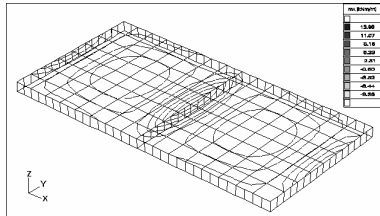
• Diagramma



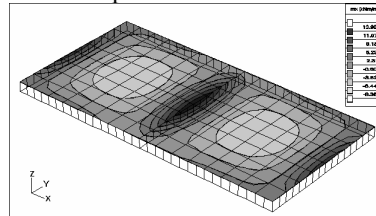
• Linea di sezione



• 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.

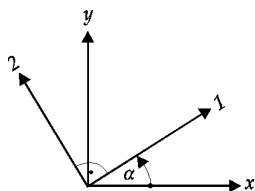
I valori accettabili di variazione di intensità possono essere determinati sulla base dell'esperienza.

Tabella Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

Sollecitazioni principali

Vengono calcolate anche le sollecitazioni principali n_1 , n_2 , α_n , m_1 , m_2 , α_m e le sollecitazioni di taglio vSz . Le convenzioni di segno sono le seguenti

$$m_1 \geq m_2, \quad n_1 \geq n_2 \quad -90^\circ < \alpha \leq +90^\circ \text{ (relativo all'asse locale } x\text{)}.$$



	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	$\text{tg}(2\alpha_n) = \frac{2n_{xy}}{n_x - n_y}$	-
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	-	$\text{tg}(2\alpha_m) = \frac{2m_{xy}}{m_x - m_y}$
vSz	-	$vSz = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$

☞ Nel caso degli elementi membrana a deformazione piana, $n_z \neq 0$ e non viene determinata.

☞ Le sollecitazioni interne possono essere visualizzate in forma di diagramma, linea di sezione, isolinee o isosuperfici.

Le direzioni principali (α_n , α_m) possono essere visualizzate solo in forma di diagramma. Il colore e la dimensione del vettore di direzione sono determinati dal valore della sollecitazione principale corrispondente.

Se la sollecitazione principale è negativa, il vettore di direzione corrispondente è limitato da due segmenti ad esso perpendicolari.

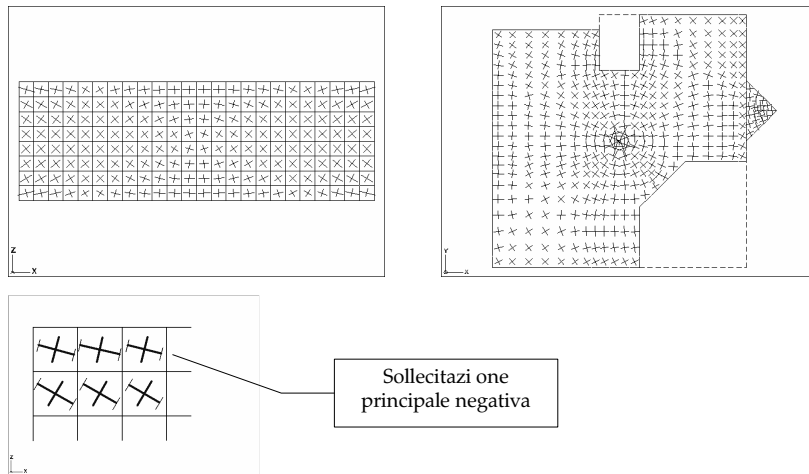


Tabella Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

Forze per il calcolo delle armature

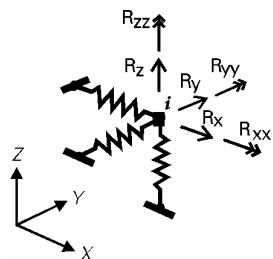
Per gli elementi di superficie i valori delle forze e momenti n_{xv} , n_{yv} , m_{xv} , m_{yv} per il progetto delle armature sono calcolati anche secondo le seguenti regole:

$$n_{xv} = n_x \pm |n_{xy}|, \quad n_{yv} = n_y \pm |n_{xy}|$$

$$m_{xv} = m_x \pm |m_{xy}|, \quad m_{yv} = m_y \pm |m_{xy}|$$

☞ Le sollecitazioni di progetto dell'armatura possono essere visualizzate in forma di diagramma, linea di sezione e iso-lineee/superfici colorate.

6.1.10. Reazioni Appoggio Elastico



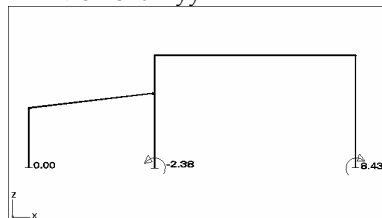
Le reazioni possono essere visualizzate in forma di diagramma o colorate.

Reazioni risultanti Le reazioni risultanti R_{eR} , $R_{\theta R}$ sono valutate come segue:

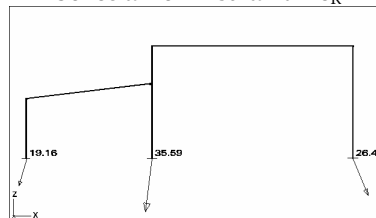
$$R_{eR} = \sqrt{R_{ex}^2 + R_{ey}^2 + R_{ez}^2} \quad R_{\theta R} = \sqrt{R_{\theta x}^2 + R_{\theta y}^2 + R_{\theta z}^2}$$

Visualizzazione delle reazioni degli appoggi elastici in una struttura intelaiata o in un guscio:

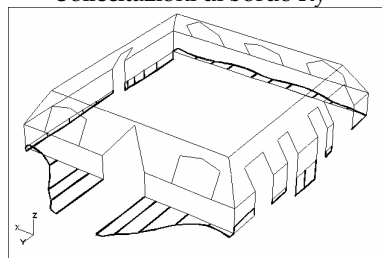
- Momenti R_{yy}



- Sollecitazioni risultanti R_{eR}



- Sollecitazioni di bordo R_y



- Sollecitazioni risultanti di bordo R_{eR}

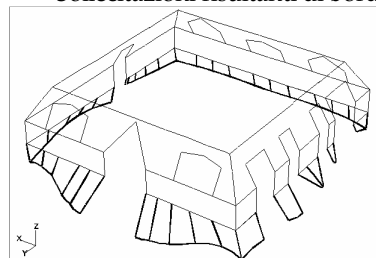
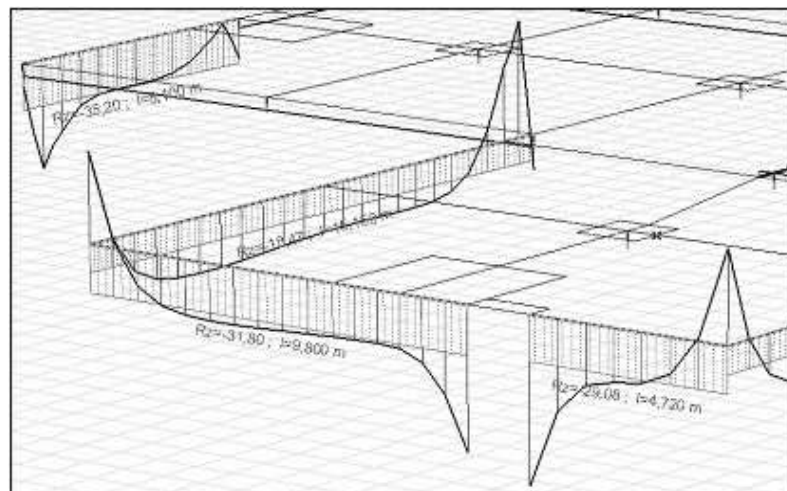


Tabella Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

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.



6.1.11. Sollecitazioni negli elementi link linea-liena e cerniere di bordo

Sollecitazioni interne	AxisVM determina le sollecitazioni n_x, n_y, n_z ed i momenti m_x, m_y, m_z per gli elementi link linea-linea e cerniere di bordo. Se qualche componente di rigidità 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.
------------------------	--

6.1.12. 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.

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 és $S_{o,i}$ non sono calcolati.

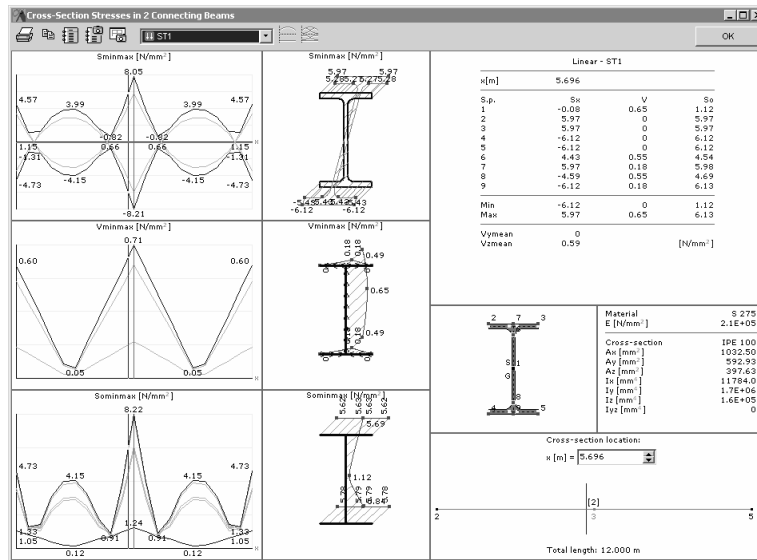
Tensioni di taglio: $V_{y,mean} = V_y/A_y$, $V_{z,mean} = V_z/A_z$,

Se $A_y, A_z = 0$ allora $A_y = A_z = A_x$.

Le tensioni delle travi $S_{min\ max}$, $V_{min\ max}$, $S_{o\ min\ max}$ 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 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 inserite 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'involuppo 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... 6.1.5 Tabella Risultati

6.1.13. 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}		$s_{yz} = \frac{3v_{yz}}{2t}$	$s_{yz} = \frac{3v_{yz}}{2t}$



Nel caso di membrane a deformazione piana $s_{zz} \neq 0$, ed è determinata come:

$$s_{zz} = v^*(s_{xx} + s_{yy}).$$

Tensioni di Von
Mises

Viene calcolata la tensione ideale di Von Mises:

$$s_0 = \sqrt{0.5 [(s_{xx} - s_{yy})^2 + (s_{yy} - s_{zz})^2 + (s_{zz} - s_{xx})^2] + 3 (s_{xy}^2 + s_{yz}^2 + s_{zx}^2)}$$

Tabella Vedere... 6.1.5 Tabella Risultati

6.1.14. Linee di Influenza

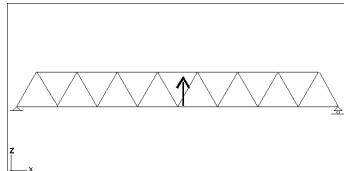
Visualizza le sollecitazioni di linea di influenza corrispondenti alle forze unitarie applicate 'Px', 'Py', 'Pz' agenti nella direzione positiva degli assi di coordinate globali. Una ordinata della linea di influenza rappresenta il valore della sollecitazione corrispondente che si sviluppa nella sezione relativa a causa di una forza unitaria applicata nella posizione dell'ordinata.

Elemento
Reticolare

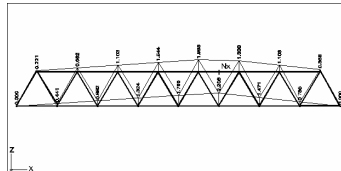
Cliccando un elemento reticolare viene mostrato il valore dell'ordinata massima assoluta degli elementi.

Visualizzazione dei diagrammi delle linee di influenza per sforzo normale in una struttura reticolare.

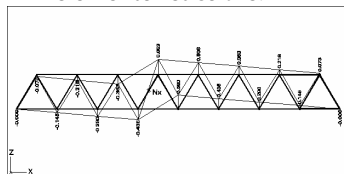
- Forza unitaria in direzione z.



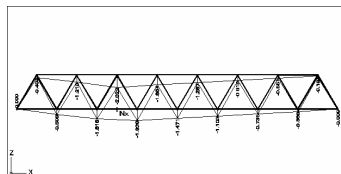
- Linea di influenza del corrente superiore.



- Linea di influenza di un elemento reticolare.



- Linea di influenza del corrente inferiore.

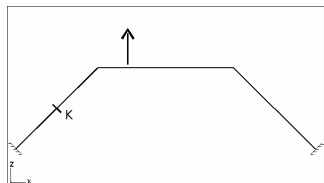


Trave

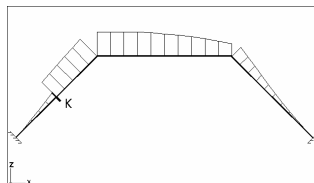
Cliccando una trave viene mostrato il valore dell'ordinata massima assoluta degli elementi e la sua posizione.

Visualizzazione dei diagrammi di linea di influenza per sollecitazioni di un telaio:

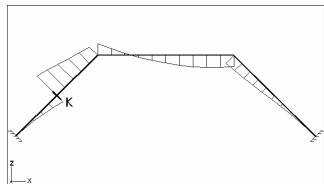
- Forza unitaria in direzione Z.



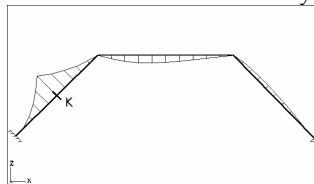
- Linea di influenza di Nx.



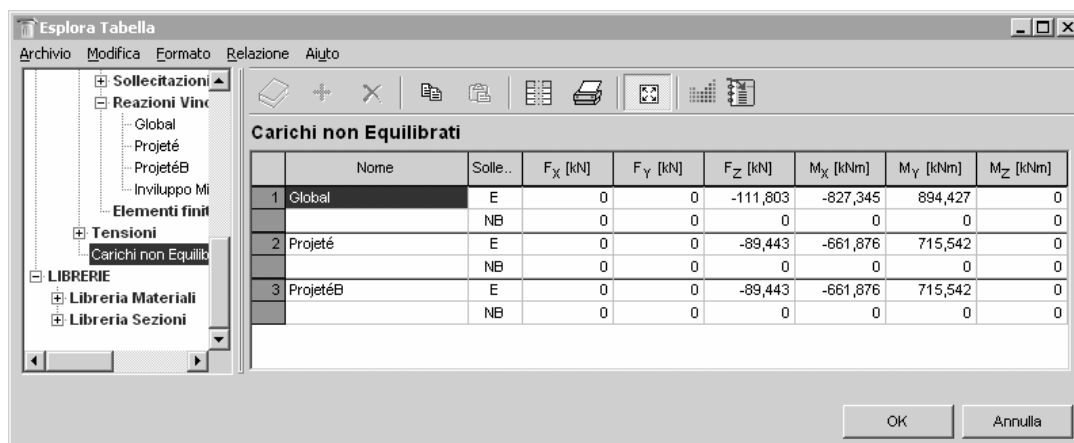
- Linea di influenza di Vz.



- Linea di influenza di My.



6.1.15. Carichi non Equilibrati



Esplora Tabella

Archivio Modifica Formato Relazione Aiuto

Carichi non Equilibrati

	Nome	Solle..	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
1	Global	E	0	0	-111,803	-827,345	894,427	0
		NB	0	0	0	0	0	0
2	Projeté	E	0	0	-89,443	-661,876	715,542	0
		NB	0	0	0	0	0	0
3	ProjetéB	E	0	0	-89,443	-661,876	715,542	0
		NB	0	0	0	0	0	0

OK Annulla

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.*

6.2. Vibrazione

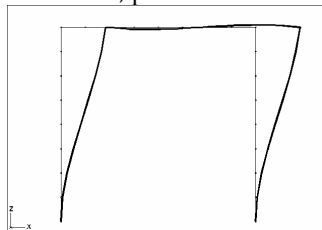


Visualizza i risultati di un'analisi dinamica (forme modali e frequenze). Si deve specificare il numero delle forme modali richieste.

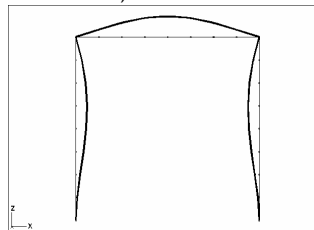
Le forme modali sono normalizzate rispetto alla massa.

Visualizzazione forme modali:

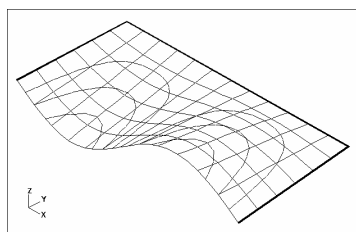
- Telaio, primo modo



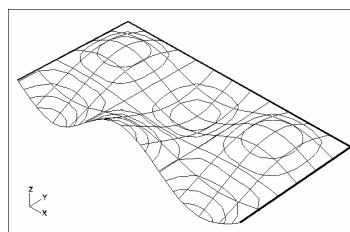
- Telaio, secondo modo



- 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.

Tabella **Vedere...** 6.1.5 Tabella Risultati

6.3. Dinamica



L'analisi dinamica determina gli spostamenti in funzione del tempo e le forze dovute ai carichi dinamici o alle accelerazioni nodali.

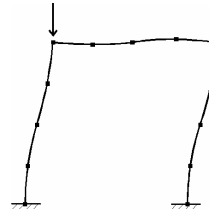
L'analisi dinamica può essere realizzata su modelli lineari e non lineari.

6.4. Instabilità



Visualizza i risultati di un'analisi di instabilità (forme modali di instabilità e parametri di carico critico).

Instabilità di un telaio:



Nella Finestra Informazioni appariranno i seguenti valori:

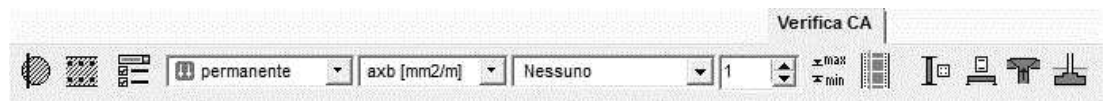
n_{cr}	il moltiplicatore di carico critico
Errore	l'Errore relativo dell'autovalore
Iterazione	il numero di iterazioni effettuate per raggiungere la convergenza



AxisVM immagazzina i risultati dell'analisi buckling corrispondenti ad ogni caso.

6.5. Progetto C.A.

6.5.1. Armatura Elemento Bidimensionale



Normative

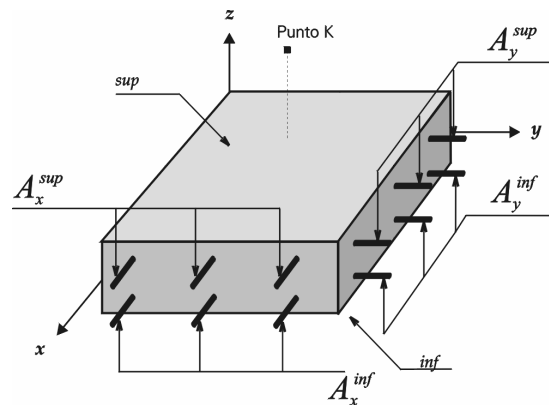
Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004
DIN: DIN 1045-1:2001-07
SIA: SIA 262:2003

L'armatura in una superficie può essere calcolata in base all'Eurocodice 2 o al MSz (Ungherese) Il calcolo dell'armatura di elementi membrana, piastra o guscio è basato sulla condizione della terza tensione. L'armatura di gusci è disponibile solo in base all'MSz.

Le direzioni dell'armatura sono le stesse degli assi x e y locali.



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

$m_{xD}, m_{yD},$	
n_{xD}, n_{yD}	sollecitazioni di progetto
$a_{xb}:$	area di ferro necessaria in basso nella direzione x
$a_{yb}:$	area di ferro necessaria in basso nella direzione y
$a_{xt}:$	area di ferro necessaria in alto nella direzione x
$a_{yt}:$	area di ferro necessaria in alto nella direzione y
$x_b:$	area di ferro applicata in basso nella direzione x
$y_b:$	area di ferro applicata in basso nella direzione y
$x_t:$	area di ferro applicata in alto nella direzione x
$y_t:$	area di ferro applicata in alto nella direzione y
$x_b - a_{xb}:$	differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione x
$y_b - a_{yb}:$	differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione y
$x_t - a_{xt}:$	differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione x
$y_t - a_{yt}:$	differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione y
$v_{Rd,c}:$	resistenza a taglio
$v_{Sz} - v_{Rd,c}:$	differenza tra la risultante a taglio perpendicolare alla superficie e la resistenza a taglio
$w_k(b):$	apertura delle fessure secondo l'asse inferiore delle armature
$w_k(t):$	apertura delle fessure secondo l'asse superiore delle armature
$w_{k2}(b):$	apertura delle fessure nella posizione inferiore della piastra
$w_{k2}(t):$	apertura delle fessure nella posizione superiore della piastra
$w_R(b):$	direzione delle fessure nella posizione inferiore della piastra
$w_R(t):$	direzione delle fessure nella posizione superiore della piastra

Parametri
armatura

Nella progettazione di dell'armatura, i seguenti parametri devono essere assegnati agli elementi finiti:

Materiali Calcestruzzo

Barre d'acciaio

Spessore **h** spessore dalla piastra.

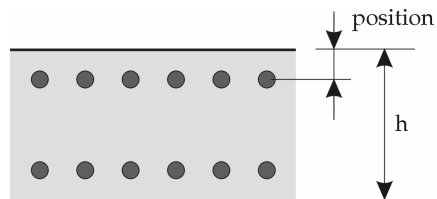
Eccentricità sfavorevole Deve essere aggiunta in caso di Eurocodice2.

Le eccentricità supplementari saranno sempre aggiunte al valore effettivo (calcolato da forze e da momenti normali) per aumentare il valore assoluto dell'eccentricità.

Copriferro x_{sup} , y_{sup} , x_{inf} , y_{inf} Copriferro ($< h / 2$)



La posizione delle armature è definita dalla distanza fra il bordo del calcestruzzo e l'asse delle barre.



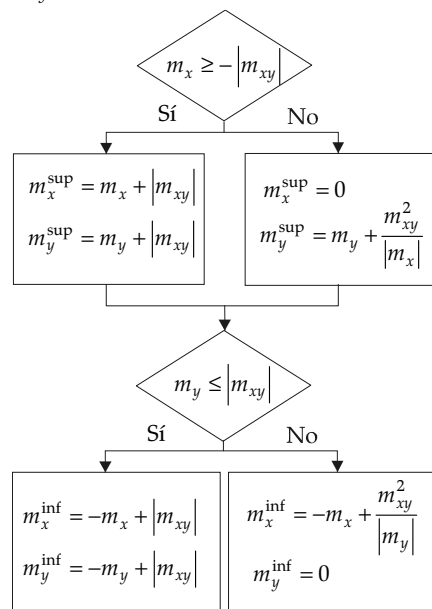
6.5.1.1. Calcolo in accordo con l'Eurocodice 2

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).



Il messaggio di errore La sezione non può essere armata *appare se:*

- **Eurocodice 2:** $A_s^{\inf} + A_s^{\sup} > 0.04 A_c$, dove A_c è l'area della sezione di calcestruzzo.

In ogni punto si ottengono i risultati seguenti:

$$a_{xi}, a_{xs}, a_{yi}, a_{ys}$$

Armatura totale nella direzione x: $A_x = a_{xi} + a_{xs}$

Armatura totale nella direzione y: $A_y = a_{yi} + a_{ys}$

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.

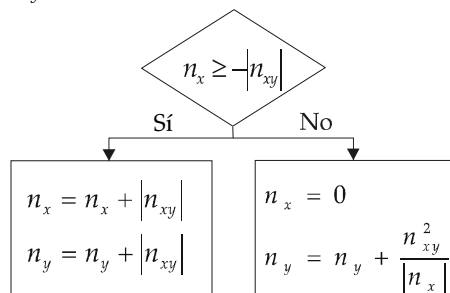
Se n_x, n_y, n_{xy} sono le sollecitazioni in un punto, gli sforzi assiali nominali sono i seguenti:

$$\Delta n_2 = 0$$

- 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.



Il messaggio di errore La sezione non può essere armata **appare se:**

- **Eurocodice2:** $A_s^{\text{inf}} + A_s^{\text{sup}} > 0.04 A_c$, dove A_c è l'area della sezione di calcestruzzo.

In ogni punto si ottengono i seguenti risultati:

$$a_{xi}, a_{xs}, a_{yi}, a_{ys}$$

Armatura totale nella direzione x: $A_x = a_{xi} + a_{xs}$

Armatura totale nella direzione y: $A_y = a_{yi} + a_{ys}$

Tabella Nella tabella vengono usati i simboli seguenti:

(-) armatura a compressione.

la sezione non può essere armata nella direzione corrispondente.

Non appare nessun simbolo quando è richiesta armatura.

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:

$$a_{xi}, a_{xs}, a_{yi}, a_{ys}$$

Armatura totale nella direzione x: $A_x = a_{xi} + a_{xs}$

Armatura totale nella direzione y: $A_y = a_{yi} + a_{ys}$



La quantità totale dell'armatura necessaria è: $A_x + A_y$.



Il messaggio di errore **La sezione non può essere armata** appare se:

Eurocodice 2: $A_s^{\text{bottom}} + A_s^{\text{top}} > 0,04 A_c$, $A_x > 0,04 A_c$, oppure $A_y > 0,04 A_c$

dove A_c è l'area della sezione di calcestruzzo

Tabella Nella tabella sono usati i seguenti simboli:

(-) armatura delle barre a compressione

??? la sezione non può essere armata nella corrispondente direzione

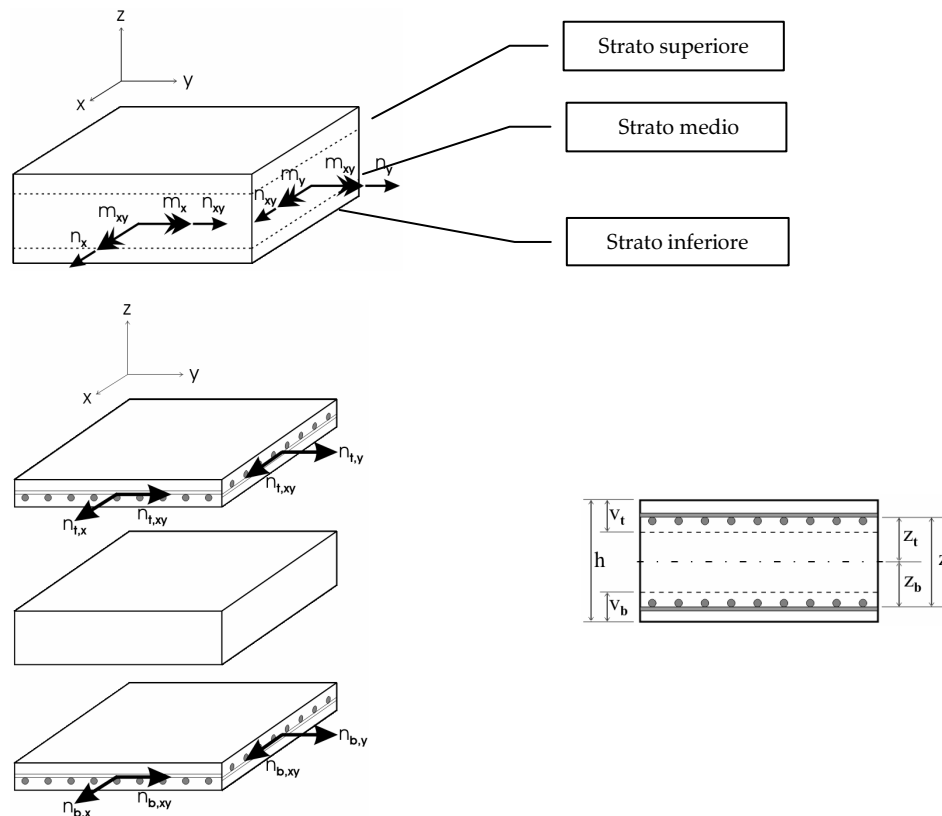
Non appare nessun simbolo quando è richiesta l'armatura.

6.5.1.2. Calcolo secondo DIN 1045-1 e SIA 262

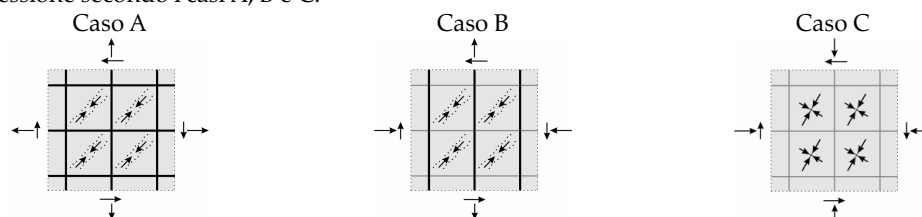
Piastra,
Membrana,
Guscio

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 calcolate 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.



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} .

$$A_s^{also} + A_s^{fels\delta} > 0,04A_c \quad Ax > 0,04A_c, \text{ oppure } Ay > 0,04A_c,$$

dove A_c 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.

6.5.2. Armatura effettiva

Armatura effettiva



Si può applicare un'armatura reale agli elementi di superficie in funzione dell'armatura teorica. Utilizzando l'armatura reale si può eseguire l'analisi di deformazione della piastra non lineare.

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.

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 selezionare niente, indicare l'armatura e poi disegnare le mesh indipendentemente dai domini.

$\varnothing$	ΣL [m]	m^* [kg/m]	Σm [kg]	ΣA_o [m ²]	ΣV_o [m ³]	$\Sigma m / \Sigma V_o$ [kg/m ³]
$\varnothing 16$	5,011	1,578	7,909	1,002	0,401	20
Totale	5,011	1,578	7,909	1,002	0,401	20

L'armatura superiore ed inferiore dovrebbe essere specificata come segue:

6.5.2.1. Armatura per elementi superficiali e domini

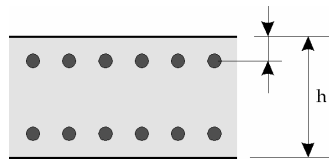
Armatura

L'armatura effettiva delle superfici scelte viene mostrato nell'albero a sinistra. La scelta di un armatura rende modificabili i parametri a destra. La modifica dei valori aggiorna l'albero.

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.



La posizione delle barre è definita dalla distanza fra il lato del calcestruzzo e l'asse delle barre.



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 una nuova armatura nel lato destro e aggiungerla.

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.

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.

Max armatura della selezione

Attraverso la Casella di selezione di gruppo Massima armatura i valori di armatura massimi calcolati vengono mostrati in corrispondenza delle varie direzioni degli elementi scelti.

Tipo di carico	
☐	Accidentale / Elemento corto
☒	Regolare / Termine lungo

Eurocodice,
Norme Svizzere (SIA),
Norme Italiane

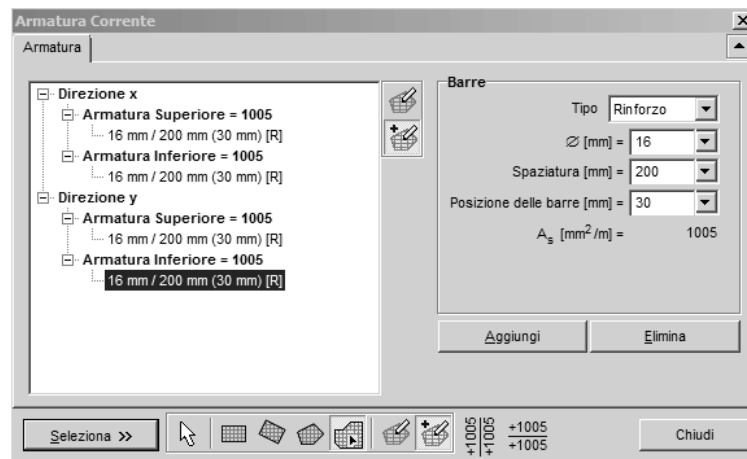
Nessun parametro aggiuntivo.

Norme Tedesche (DIN 1045-1)

6.5.2.2. Armatura elementi superficiali

Per definire l'armatura indipendentemente dalla mesh bisogna impostare l'armatura prima e poi disegnare rettangoli o poligoni di dominio.

Se non ci sono superfici o domini selezionati cliccando sul bottone nel menu si apre la finestra di dialogo.



L'armatura di rinforzo può essere aggiunta o cancellata nello stesso modo sopra descritto.

La finestra di dialogo può essere ridotta in una barra di strumenti. Cliccando sopra l'icona a triangolo in alto a sinistra si apre/chiude la finestra di dialogo. La quantità di armatura viene indicata come simbolo. La quantità superiore e inferiore di armatura lungo y viene scritta lungo le linee verticali. La quantità dell'armatura superiore ed inferiore lungo x viene scritta lungo la linea orizzontale.



Icone della Toolbar:



Consente di selezionare i domini esistenti. L'armatura effettiva viene applicata quando la selezione è stata completata.



Possibilità di disegnare l'armatura di una superficie rettangolare.



Possibilità di disegnare l'armatura di una superficie rettangolare su un piano inclinato.



Possibilità di disegnare l'armatura di una superficie poligonale.



Possibilità di applicare l'armatura a una superficie esistente cliccando su di essa.

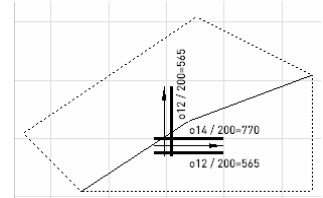
L'armatura si applica solo se i domini di rinforzo cadono su elementi di superficie o domini.



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 e y. 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:



Sovrascrivi

La nuova armatura sovrascrive quella esistente.



Aggiungi

La nuova armatura è stata aggiunta a quella esistente.

6.5.3. Calcolo delle fessurazioni

Normative

Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004

DIN: DIN 1045-1:2001-07

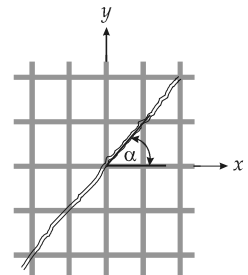
Armatura efficace



Dopo l'assegnazione delle armature effettive il programma calcola le aperture delle fessure e le direzioni di rottura nelle membrane, nelle piastre e negli elementi guscio.

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 Nella tabella dei risultati si trovano le seguenti informazioni:

A_{ax} , A_{ay}

armatura effettiva in direzione x e y

w_k

apertura delle fessure secondo l'asse delle barre

w_{k2}

apertura delle fessure al bordo della lastra

x_{s2}

posizione dell'asse neutro rispetto al bordo sul lato compresso

σ_{s2}

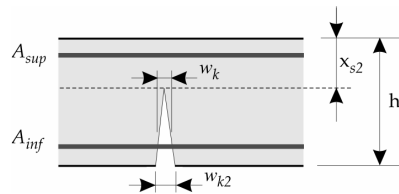
tensione sulle barre

w_R

angolo di rottura rispetto alla direzione locale x

n_x , n_y , n_{xy} , m_x , m_y , m_{xy}

forze di superficie e momenti



☞ *Appare un messaggio se la tensione nelle barre è superiore alla resistenza caratteristica del materiale. Il calcolo di apertura delle fessure è basato sull'armatura effettiva assegnata alle superfici.*

6.5.3.1. 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.

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_{s2} - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} \left(1 + \frac{E_s}{E_{cm}} \rho_{eff}\right)}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_{s2}}{E_s}$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot c + 0,425 \cdot k_1 \cdot k_2 \frac{\bar{\phi}}{\rho_{eff}}, \text{ dove}$$

$\bar{\phi}$ è la media del diametro delle barre, c è il ricoprimento del csl., k_1 è un fattore che dipende dalla finitura delle barre (nervate o lisce), k_2 è un fattore che dipende delle caratteristiche della tensione eccentrica.

$\rho_{eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$ 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.

6.5.3.2. Calcolo secondo to DIN 1045-1

DIN 1045-1

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$, 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.

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_{s2} - 0,4 \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} \left(1 + \frac{E_s}{E_{cm}} \rho_{eff}\right)}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_{s2}}{E_s}$$

$$s_{r,max} = \frac{\bar{d}}{3,6 \cdot \rho_{eff}} \leq \frac{\sigma_{s2} \cdot \bar{d}}{3,6 \cdot f_{ctm}}, \text{ dove}$$

$\bar{d}$ è la media del diametro delle barre

$\rho_{eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$ è il rapporto di armatura efficace.

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.

6.5.4. Deformazione non lineare di piastre in c.a.

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 programma esegue l'analisi non lineare con un modo iterativo utilizzando i diagrammi momento-curvatura con le sezioni trasversali in c.a. È considerata anche la resistenza del calcestruzzo in trazione.

Questa analisi non lineare è disponibile secondo codici di progettazione Eurocodice, DIN 1045-1 (Germania), SIA-262 (Svizzera), NEN (Olanda), MSz (Ungheria) e STAS (Romania).

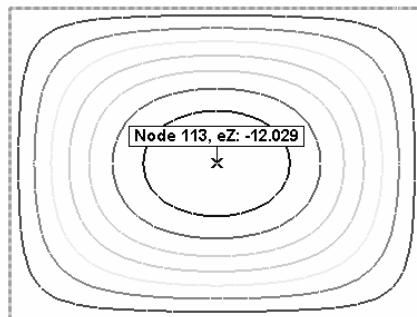
I passi principali di un calcolo di deformazione delle piastre sono:

- 1.) esecuzione dell'analisi lineare della piastra
- 2.) calcolo dell'armatura necessaria
- 3.) applicazione dell'armatura effettiva
- 4.) esecuzione di un'analisi non lineare della piastra

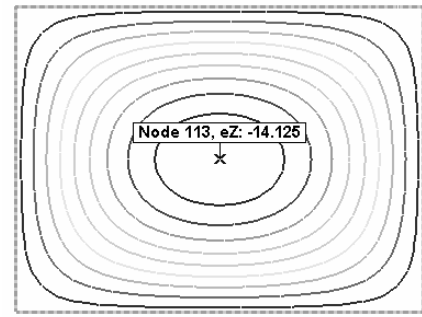


Quando si avvia l'analisi non lineare, controllare l'opzione: 'Usare l'armatura effettiva nel calcolo'.

Deformazione di piastre



Analisi lineare (elastica)



Analisi non lineare

6.5.5. Calcolo di resistenza al taglio per piastre e gusci

Normative

Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004
DIN: DIN 1045-1:2001-07
SIA: SIA 262:2003

AxisVM calcola la resistenza al taglio di piastre o gusci in c.a. senza armatura al taglio, lo sforzo normale di taglio e la differenza fra loro.

$v_{Sz} = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$ 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} .

$d = (d_x + d_y) / 2$ è l'altezza efficace media.

$\rho_l = \rho_x \cdot \cos^4 \phi + \rho_y \cdot \sin^4 \phi$ è il rapporto di armatura perpendicolare al piano in cui agisce q_{Rz} .

ρ_x e ρ_y sono rapporti di armatura calcolati dalla tensione dell'armatura nelle direzioni x e y dell'armatura.



Il calcolo della resistenza di taglio è basato sull'armatura effettiva assegnata alle superfici.

6.5.5.1. Calcolo secondo Eurocodice 2

Eurocodice 2

Resistenza di taglio:

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot d \geq (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d, \text{ dove}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c, \quad k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2.0, \quad k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}, \quad v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

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 $\rho_l \leq 0.02$.



Sono visualizzate con isolinee ed isosuperfici la resistenza al taglio V_{Rdc} e la differenza tra la forza di taglio effettiva e la resistenza di taglio ($v_{Sz} - V_{Rdc}$).

6.5.5.2. Calcolo secondo DIN

DIN 1045-1

Taglio resistente:

$$V_{Rd,c} = \left[0.14 \cdot \eta_1 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} - 0.12 \cdot \sigma_{cd} \right] \cdot d, \text{ dove}$$

$$\eta_1 = 1.0 \text{ (in caso di cls normale),}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2.0 \text{ e } \sigma_{cd} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$$

N_{Ed} è la forza normale nel guscio, perpendicolare al piano q_{Rz} . N_{Ed} è negativo se in compressione.

Il rapporto d'armatura è $\rho_l \leq 0.02$ e $\rho_l \leq 0.4 \cdot f_{cd} / f_{yd}$



Sono visualizzate con isolinee ed isosuperfici la resistenza al taglio V_{Rdc} e la differenza tra la forza di taglio effettiva e la resistenza di taglio ($v_{Sz} - V_{Rdc}$).

6.5.5.3. Calcolo secondo SIA 262

SIA 262:2003

Taglio resistente

$$V_{Rd} = k_d \cdot \tau_{cd} \cdot d, \text{ dove}$$

$$\tau_{cd} = \frac{0.3 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c},$$

$$k_d = \frac{1}{1 + k_v \cdot d}, \quad k_v = 3.0$$

Se $f_{sd} > 435 \text{ N/mm}^2$ allora k_v è incrementato di un fattore $f_{sd}/435$.

Se la risultante della forza di taglio q_{Rz} non è parallela con nessuna direzione delle armature, allora k_v è moltiplicato per $1/(\cos^4 \phi + \sin^4 \phi)$.



Sono visualizzate con isolinee ed isosuperfici la resistenza al taglio V_{Rdc} e la differenza tra la forza di taglio effettiva e la resistenza di taglio ($v_{Sz} - V_{Rdc}$).

6.5.6. Armatura Colonna/Trave



Il progetto di armatura delle colonne può essere eseguito secondo le seguenti normative:

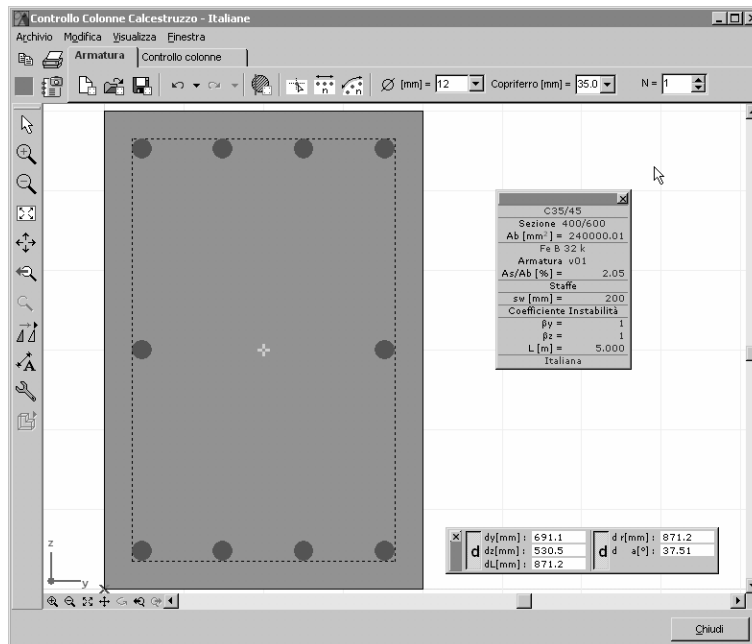
Normative

Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004
DIN: DIN 1045-1:2001-07
SIA: SIA 262:2003

I comandi per il calcolo sono gli stessi della finestra principale. Vedere 2.5 Uso di Cursore, Tastiera, Mouse.

Si possono definire le barre di armatura della sezione trasversale, i parametri dei materiali della colonna (cls e barre), definire la lunghezza critica per instabilità della colonna.

Cliccando su **Controllo Colonna** viene presentato il diagramma di interazione N-M.



Apri Apre una nuova sezione trasversale o armatura.



Possano essere aperte solo le sezioni trasversali con dati di grafica disponibili



Salva Salva l'armatura con nome per ulteriore utilizzo.



Salvare diagramma nella libreria disegni.

Definizione Armatura

Le seguenti icone sono disponibili sul menu Definizione Armatura:

Parametri



Permette di specificare i parametri per il calcolo del diagramma di interazione carico-momento resistente.

È possibile specificare i parametri per il calcolo del diagramma di interazione di momento-sforzo normale.

Nella tabella di controllo delle forze interne è visualizzato l'aumento di eccentricità dovuto all'instabilità.

β_{yy} - è il fattore di lunghezze libera d'inflessione nel piano x-z
 β_{zz} - è il fattore di lunghezze libera d'inflessione nel piano x-y

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



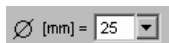
Divide una distanza assegnata in N parti inserendo N+1 ferri di armatura a uguale distanza tra di loro

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.

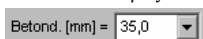
Diametro



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.

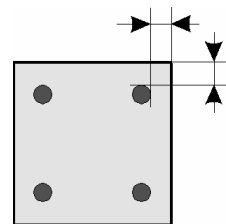
Copriferro



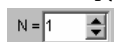
Permette di definire o modificare il valore del copriferro. In questo caso il copriferro è la distanza tra la fibra estrema del calcestruzzo e la barra (vedere figura).

Modificare la posizione di un ferro:

1. Puntare il cursore sul ferro.
2. Usare il tasto sinistro , iniziare lo spostamento del ferro e rilasciare il tasto per portare il ferro nella sua nuova posizione.
3. Premere nuovamente il tasto sinistro per confermare la nuova posizione. 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.

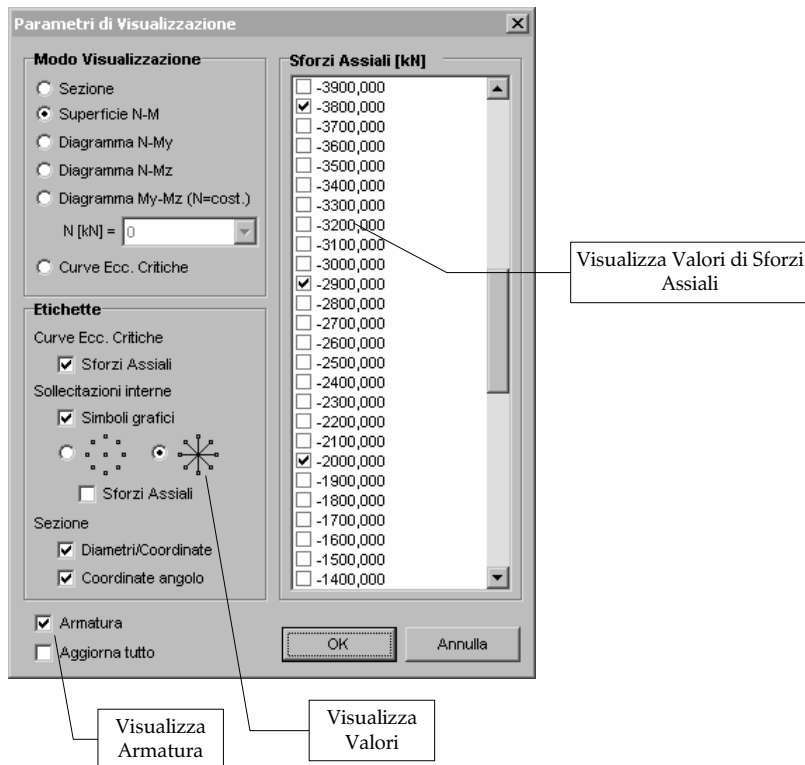
Verifica Colonne

Calcola il diagramma di interazione basato sulle proprietà della sezione trasversale, sui parametri dell'acciaio e determina gli incrementi di eccentricità per le forze nelle colonne scelte (o qualsiasi valore N_x , M_{yA} , M_{zA} , M_{yF} , M_{zF}) basati sui parametri per l'instabilità e secondo i requisiti del codice di progettazione corrente.

Determina le azioni di progetto N_{xd} , M_{yd} , M_{zd} utilizzando gli incrementi e i controlli di eccentricità e verifica se questi punti sono all'interno del diagramma di interazione.

La visualizzazione del diagramma può essere definita nella finestra Parametri di Schermo.

Visualizza



Il colore blu mostra che i valori N_{xd} - M_{yd} - M_{zd} sono all'interno del diagramma di interazione.

Il colore rosso mostra che valori N_{xd} - M_{yd} - M_{zd} sono fuori dal diagramma di interazione.

Le forze normali per questi punti sono sempre visualizzate.

Scegliere il modo di visualizzazione facendo clic su un pulsante di scelta nella casella di gruppo di Modo di Visualizzazione. Si ha lo stesso effetto scegliendolo dall'elenco a discesa.

Scegliere i valori della forza assiale da utilizzare per disegnare il diagramma di interazione 3D (superficie N-M) dall'elenco.

Dal gruppo di etichette è possibile accendere e spegnere il valore della forza assiale, la visualizzazione di simboli grafici delle forze interne delle colonne scelte nello spazio N-My-Mz e scegliere le opzioni per il modo di presentazione della sezione trasversale.

Superficie N-M Visualizza i diagrammi di interazione 3D degli sforzi N_X - M_Y - M_Z .

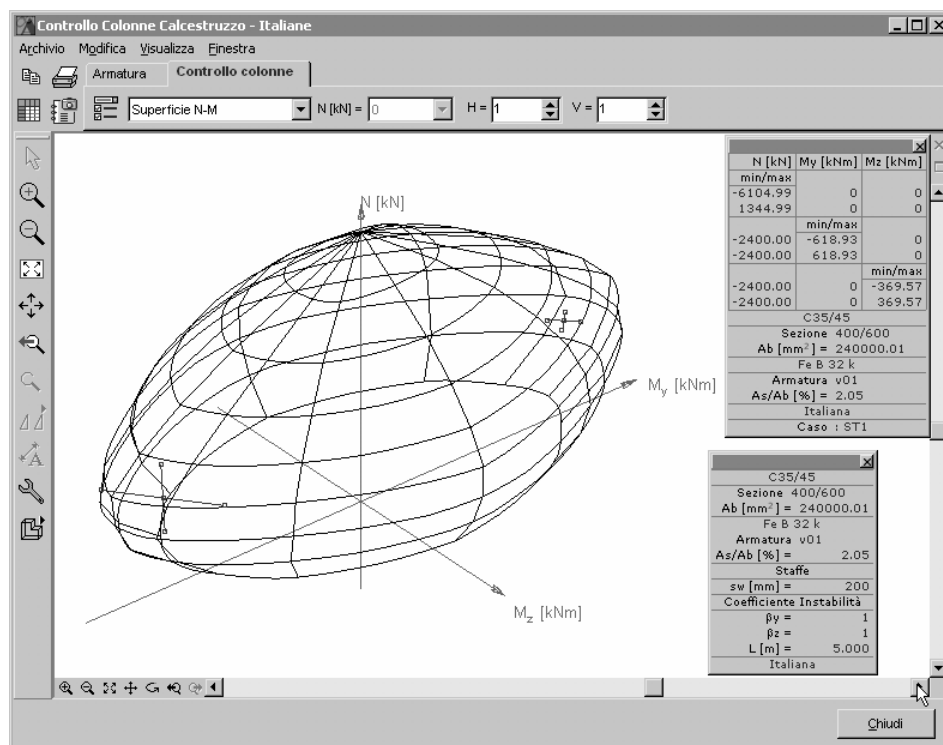
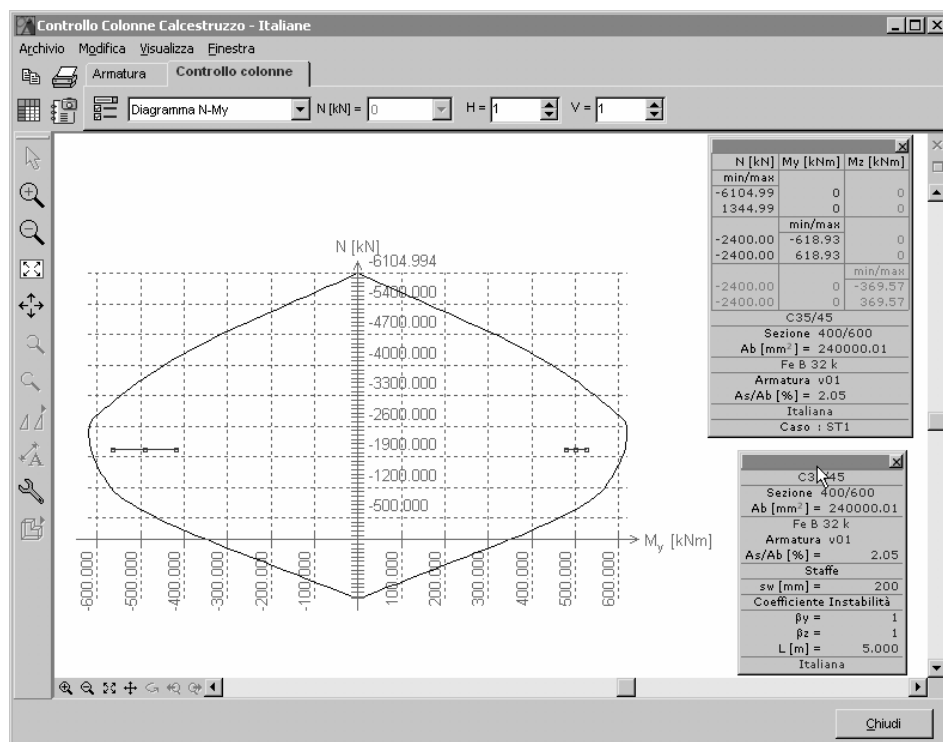


Diagramma N-M Visualizza i diagrammi d'interazione carico-momento resistente N_X - M_Y o N_X - M_Z .

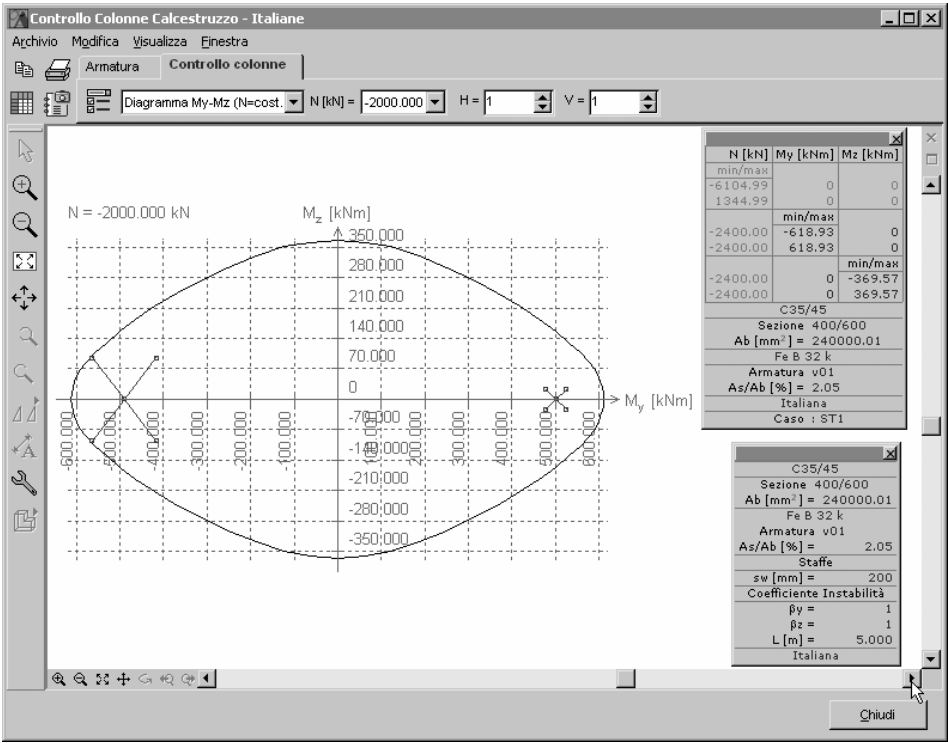


Questa modalità di visualizzazione può essere usata con sezioni simmetriche.
Si possono visualizzare i valori di progetto delle sollecitazioni, abilitando la cella Valori.

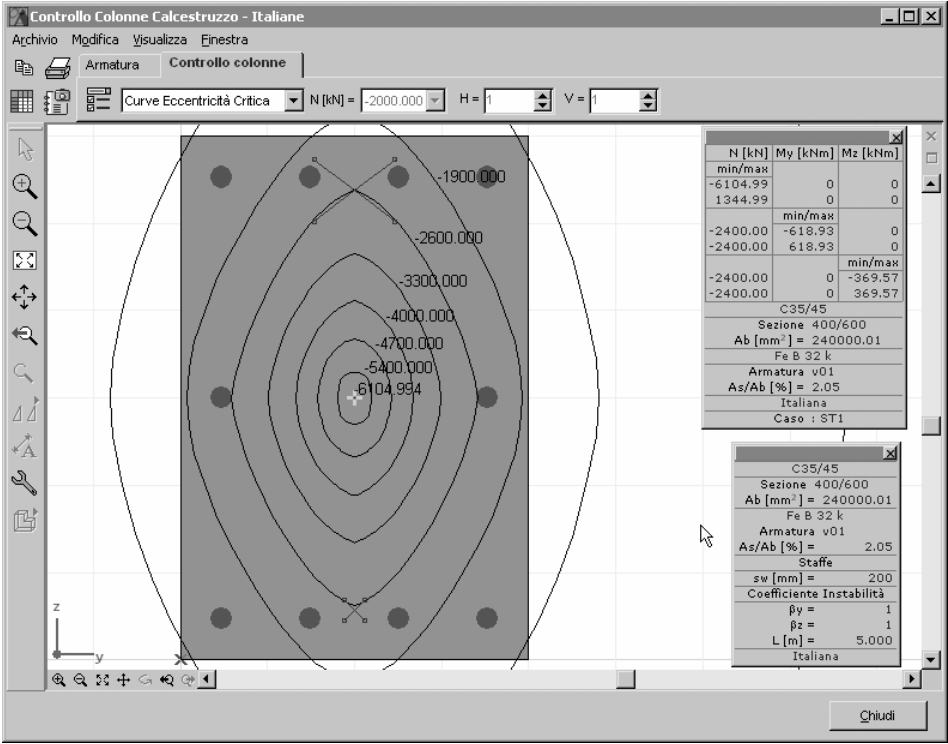


rettangolo blu: il valore di progetto N_X - M_Y - M_Z è al di sotto della superficie di interazione.
X croce rossa: il valore di progetto N_X - M_Y - M_Z è al di sopra della superficie di interazione.

Diagramma N-Mz Visualizza il diagramma di interazione M_x - M_y dato un valore di N



Curve di eccentricità
limite del carico



Visualizza le curve di eccentricità limite del carico calcolate come

$$\frac{M_{yHi}}{N_i} \quad \frac{M_{zHi}}{N_i}$$



rettangolo blu: il valore di progetto $N_x-M_y-M_z$ è all'interno della curva di eccentricità limite.
X croce rossa: il valore di progetto $N_x-M_y-M_z$ è al di fuori della curva di eccentricità limite.

Sollecitazioni

AxisVM visualizza in una tabella i valori massimi delle sollecitazioni degli elementi trave selezionati e calcola le eccentricità e_{0y} , e_{0z} .

L'eccentricità sfavorevole può essere presa in conto attraverso i valori de_y e de_z .

AxisVM calcola gli incrementi di momento $dM_y = N_x \cdot de_z$ e $dM_z = -(N_x \cdot de_y)$ e stabilisce i valori N_x , $M_y + dM_y$, $M_z + dM_z$ che sono usati come valori di progetto delle sollecitazioni.

Può essere visualizzato sul diagramma qualunque altro gruppo di valori di sollecitazioni.

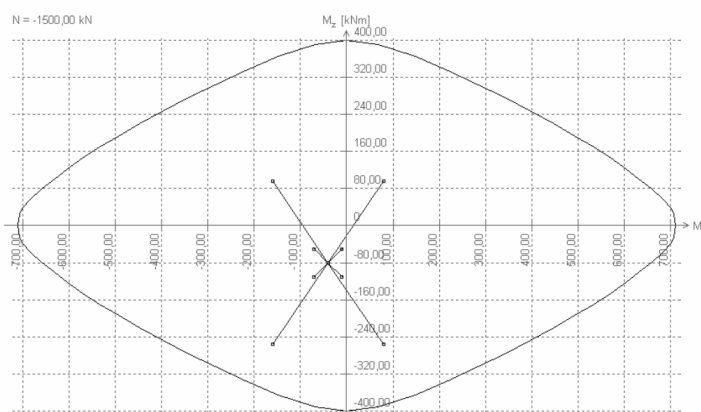
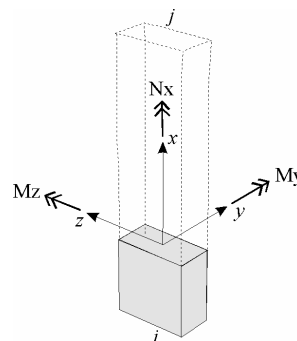
La tabella di Controllo delle Forze Interne contengono le forze e i momenti massimi nella sezione superiore e inferiore delle colonne scelte.

Controllo Sollecitazioni Interne Trave/Colonna																	
Controllo Sollecitazioni Interne Trave/Colonna [v01. Lineare, ST1]																	
	Instabilità parametri	N_x [kN]	M_{y_f} [kNm]	M_{z_f} [kNm]	M_{y_t} [kNm]	M_{z_t} [kNm]	e_{0y} [mm]	e_{0z} [mm]	e_{0y_t} [mm]	e_{0z_t} [mm]	de_y [mm]	de_z [mm]	ei_y [mm]	ei_z [mm]	e_{2y} [mm]	e_{2z} [mm]	Passato
	$\beta_{xy} = 1$																
	$\beta_{zz} = 1$																
	$L = 5.000 \text{ m}$																
1		-2063.8...	501.867	0	-1151.6...	0	0	-243.2	0	558.0	0	237.5	11.2	11.2	35.2	24.4	NO
—		-1505.0...	236.000	0	0	0	0	-156.8	0	0	0	-94.1	11.2	11.2	35.2	24.4	si
—		-2750.0...	290.000	0	0	0	0	-105.5	0	0	0	-63.3	11.2	11.2	31.9	22.1	si
—		-2000.0...	375.000	0	0	0	0	-187.5	0	0	0	-112.5	11.2	11.2	35.2	24.4	si

I punti rappresentano i carichi di progetto sui diagrammi di interazione delle forze $N-M_R$ e sulle curve di eccentricità limite del carico.

Si possono inserire nella tabella anche valori di forze e di momento personalizzati. Questi punti saranno mostrati nei diagrammi di interazione di forza $N-M_R$ e nelle curve di limite di eccentricità di carico.

I segni delle forze ed i momenti sono definiti secondo l'immagine a fianco.



Le barre con piccole di 1/12 della distanza tra le staffe sono ignorate per la verifica in compressione.

6.5.6.2. Controllo delle colonne armate secondo DIN

DIN 1045-1

I momenti di progetto nelle direzioni di flessione sono $M_d = N_d \cdot e_d$

dove N_d è lo sforzo normale e $e_d = e_0 + e_a + e_2$ è l'eccentricità standard nella direzione di flessione data.

$e_0 = M_{d0}/N_d$ eccentricità iniziale calcolata dalla forza e dal momento di primo ordine.

Se i momenti superiore e inferiore della colonna sono diversi, sarà determinata un'eccentricità iniziale sostitutiva:

$$e_e = \max \left\{ \frac{0.6e_a + 0.4e_b}{0.4e_a} \right\} e \quad |e_a| \geq |e_b|,$$

dove e_a e e_b sono le eccentricità iniziale e finale della colonna.

e_a : incremento a causa di inesattezze (imperfezione)

$e_a = \alpha_{a1} \frac{l_0}{2}$, dove l_0 è la lunghezza libera di inflessione per instabilità.

$\alpha_{a1} = \frac{1}{100\sqrt{l}} \leq \frac{1}{200}$, dove l la lunghezza della mesh.

$$\lambda_{\max} = \max \left\{ 25; \frac{16}{\sqrt{N_d / A_c f_{cd}}} \right\}$$

If $\lambda_{\max} \geq \lambda$ deve essere considerato l'incremento dovuto alla eccentricità del secondo ordine, dove λ è la snellezza della colonna calcolata dalla sezione trasversale di cls.

e_2 : incremento dell'eccentricità del secondo ordine.

$$e_2 = K_1 \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{10}, \quad \text{dove} \quad \frac{1}{r} = K_2 \cdot \frac{2 \cdot f_{yd}}{E_s \cdot 0.9 \cdot d},$$

$$K_1 = \min \left\{ \frac{\lambda}{10} - 2.5; 1.0 \right\}, \quad K_2 = \frac{N_{ud} - N_d}{N_{ud} - N_{bal}} \leq 1.0,$$

d è l'altezza efficace della sezione trasversale

Gli incrementi di eccentricità sono determinati in entrambi i piani di flessione e verificati secondo le seguenti situazioni di progetto:

$$\begin{aligned} M_{dy} &= N_d \cdot (e_{0z} \pm (e_{az} + e_{2z})) \\ M_{dz} &= -N_d \cdot (e_{0y} \pm (e_{ay} + e_{2y})) \end{aligned}$$

Nella zona inferiore e superiore della colonna:

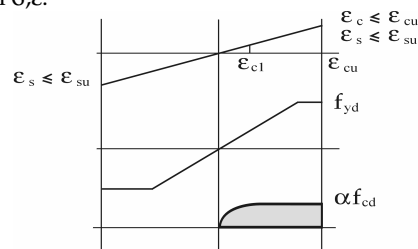
$$\begin{aligned} M_{dy} &= N_d \cdot (e_{0az} \pm e_{az}) \\ M_{dz} &= -N_d \cdot (e_{0ay} \pm e_{ay}) \\ M_{dy} &= N_d \cdot (e_{0bz} \pm e_{az}) \\ M_{dz} &= -N_d \cdot (e_{0by} \pm e_{ay}) \end{aligned}$$

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_{0by} , e_{0bz} sono le eccentricità iniziali nelle zone inferiore e superiore della colonna.

Il calcolo assume le seguenti ipotesi:

diagrammi σ, ϵ :



6.5.6.3. Controllo delle colonne armate secondo SIA 262

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 $e_d = e_{0d} + e_{1d} + e_{2d}$ 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 is l'altezza efficace della sezione trasversale.

$e_{1d} = M_{d1}/N_d$ 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:

$$e_e = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.6e_a + 0.4e_b \\ 0.4e_a \end{array} \right\} \text{ e } |e_a| \geq |e_b|,$$

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

$$e_{2d} = \chi_d \frac{l_{cr}^2}{\pi^2}, \text{ dove } \chi_d = \frac{2f_{sd}}{E_s(d-d')}$$

Gli incrementi di eccentricità sono determinati in entrambi i piani di flessione e verificati secondo le seguenti situazioni di progetto::

$$M_{dy} = N_d * (e_{1z} \pm (e_{0z} + e_{2z}))$$

$$M_{dz} = -N_d * (e_{1y} \pm (e_{0y} + e_{2y}))$$

Nella zona inferiore e superiore della colonna:

$$M_{dy} = N_d * (e_{az} \pm e_{0z})$$

$$M_{dz} = -N_d * (e_{ay} \pm e_{0y})$$

$$M_{dy} = N_d * (e_{bz} \pm e_{0z})$$

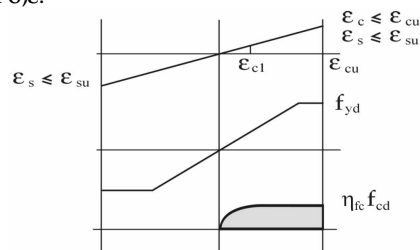
$$M_{dz} = -N_d * (e_{by} \pm e_{0y})$$

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_{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:

- $\emptyset < 8$
- $s > 15 \emptyset$
- $s > a_{\min}$
- $s > 300 \text{ mm}$

6.5.7. Progetto dell'armatura delle travi



Normative

Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004

DIN: DIN 1045-1:2001-07

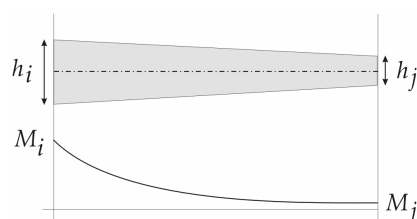
SIA: SIA 262:2003

☞ *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.

Variable cross-section



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.

Passi di progettazione

Il progetto è eseguito in due fasi:

1. Progetto dell'armatura longitudinale a flessione intorno all'asse y, or z (M_y , o M_z)
2. Determinazione del passo delle staffe verticali (per il taglio) secondo l'asse y o z (V_y , or V_z) ed il momento torcente (T_x).

Non vengono considerate le forze assiali. Se la forza assiale non può essere trascurata, è raccomandato l'uso del modulo per il progetto delle Colonne (pilastri).

Momento e Taglio sono analizzati separatamente, comunque in caso di Eurocodice 2, l'armatura longitudinale tesa viene considerata nella determinazione di V_{Rd1} (EC2 4.3.2.3. A_{s1}).

L'incremento di trazione nelle barre longitudinali dovuto alle fessure per taglio viene considerato traslando il diagramma dei momenti (EC2 4.3.2.4.4. (6)).

La forza assiale non è considerata. Se la forza assiale non può essere trascurata, è consigliato l'uso del modulo per la Progettazione delle Colonne.

Momento flettente e taglio/torsione sono analizzati separatamente, tuttavia l'armatura longitudinale è considerata nella determinazione della capacità di taglio.

L'aumento nella tensione nelle barre longitudinali a causa delle rotture di taglio sono considerate spostando il momento.

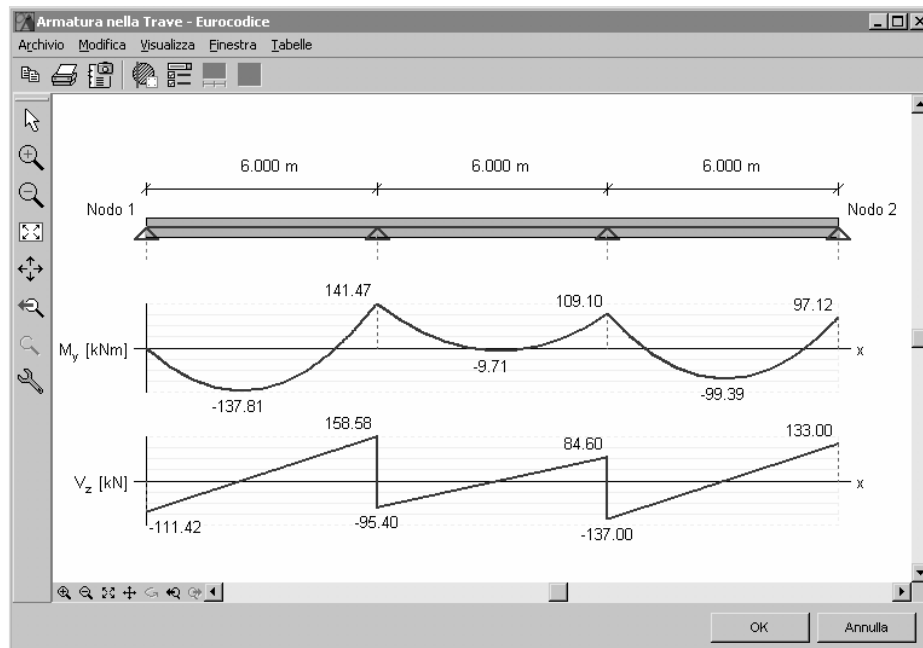
AxisVM esegue soltanto le procedure di progetto descritte in questa sezione.

Ogni altra procedura dovrà essere eseguita dal progettista, seguendo le indicazioni del codice di calcolo, e/o altri regolamenti.

Il modulo per il progetto delle travi non verifica gli effetti della torsione, delle inflessioni biassiali, instabilità laterale torsionale dovuti alla diretta applicazione di carichi concentrati, o altri effetti compresi in questi.

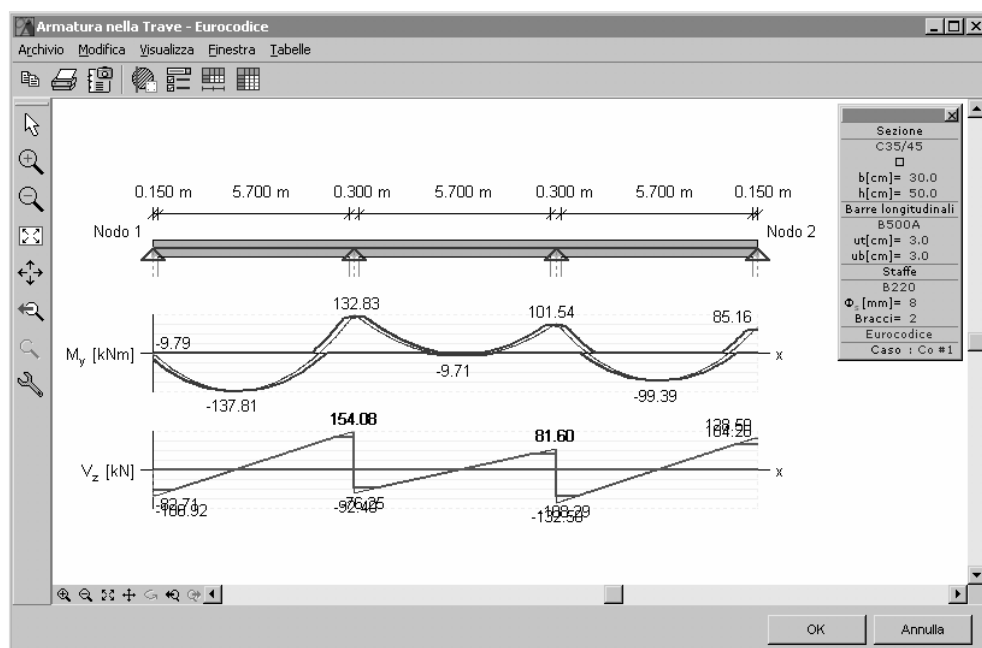
Il modulo non può essere usato per il progetto di mensole tozze (EC2 2.5.3.7 e 5.4.4).

Definire di
dimensione del
vincolo



Cliccando su un supporto, compare la seguente finestra di dialogo:

Permette di specificare la larghezza degli appoggi a destra e a sinistra del nodo vincolato. Questa luce non sarà considerata nel calcolo (riducendo così la luce netta). Le forze interne avranno andamento costante all'interno del segmento che identifica l'appoggio.



Parametri trave



Parametri Trave - Italiano

Progetto forze interne

☒ Vz - My ☐ Vy - Mz

Proprietà materiale

Calcestruzzo: C25/30

Barre longitudinali: B500B

Staffe: B500B

Φ_s [mm]: 8

Bracci Staffe: 2

☒ Riduzione del taglio agli appoggi

☐ Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

☐ Usa queste barre e staffe d'acciaio come normali

Sezione

80x40
40x40

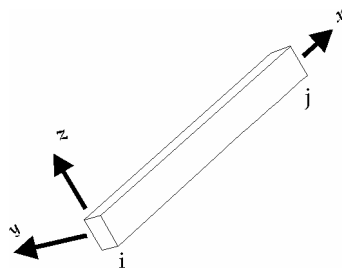
b [cm] = 40,0
h [cm] = 80,0

u_t [cm] = 3,0
 u_b [cm] = 3,0

OK Annulla

Forze interne di calcolo

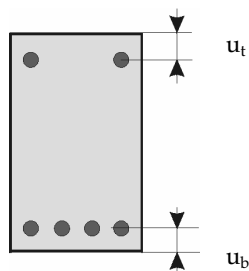
Selezionare il piano z-x o y-x secondo il quale agiscono le forze usate per il progetto della trave.

**Staffe**

Braccia delle staffe: permette di definire il numero di braccia delle staffe che assorbiranno gli sforzi di taglio.



Posizione armatura (u_b , u_t): distanza tra il centro della barra d'acciaio e la corrispondente fibra estrema della sezione di calcestruzzo.



u_b : la distanza dal centro delle barre inferiori al bordo inferiore della sezione trasversale.

u_t : la distanza dal centro delle barre superiori al bordo superiore della sezione trasversale.

Visualizza



Visualizza

Diagrammi	Visualizza	Indicazioni estremi
Modello	☒	
M_y	☒	☒
A_{stb}/A_{st}	☐	☐
V_z	☒	☒
Distanza staffe	☐	☐
T_x	☒	☒
A_{scs}	☐	☐

OK Annulla

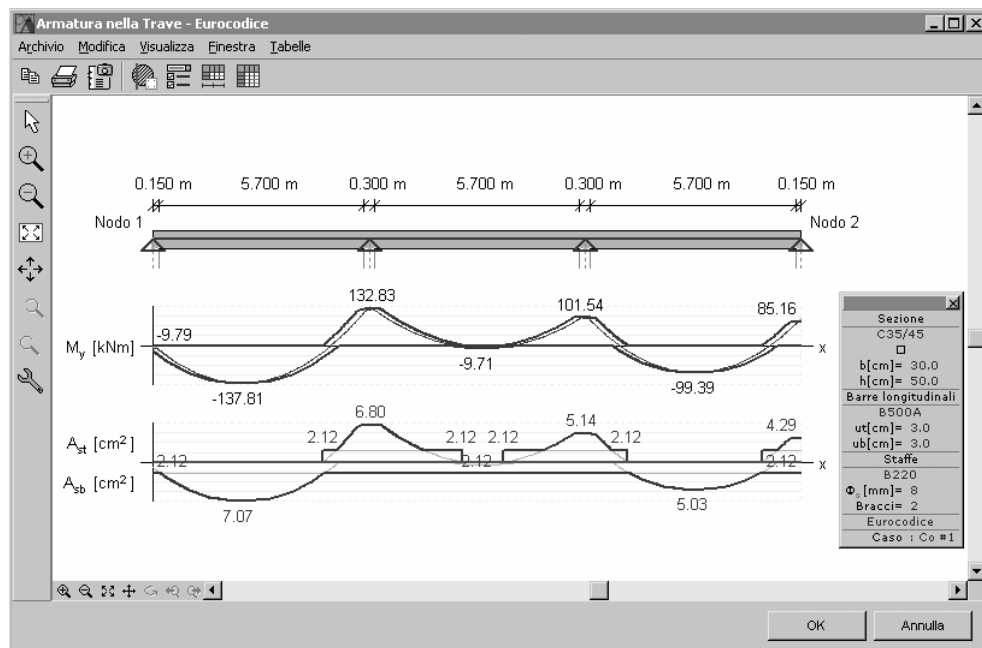
Diagramma off/on

Etichette off/on

I risultati forniti sono l'armatura longitudinale per flessione, la spaziatura massima delle staffe e l'armatura longitudinale per torsione.

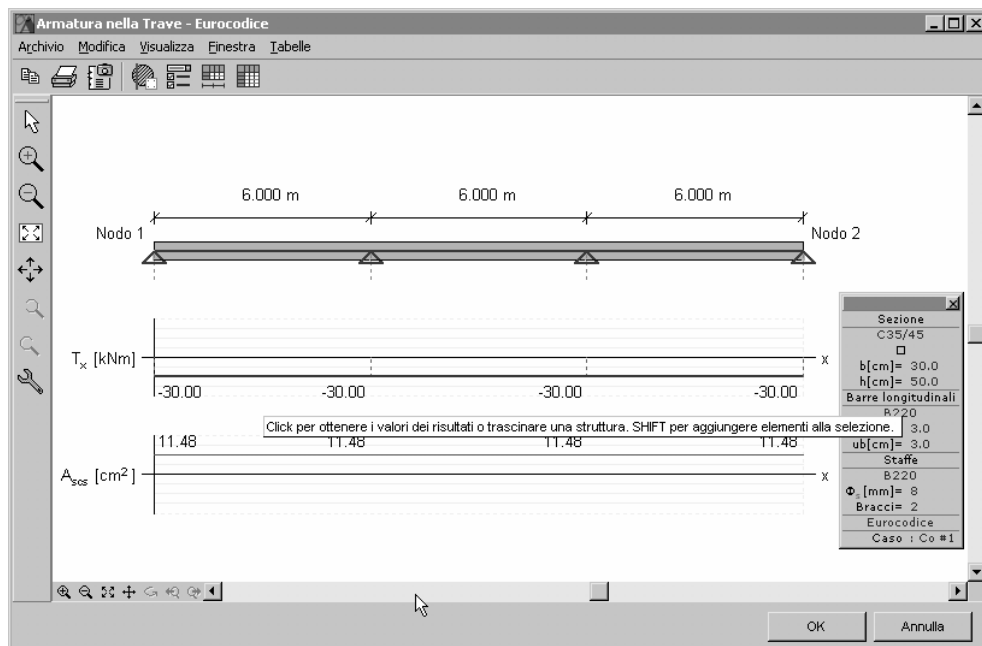
Armatura
longitudinale per
flessione

Sul diagramma delle armature longitudinali le armature in trazione sono visualizzato in blu, le armature in compressione in rosso e le armature minime secondo il codice usato in grigio.



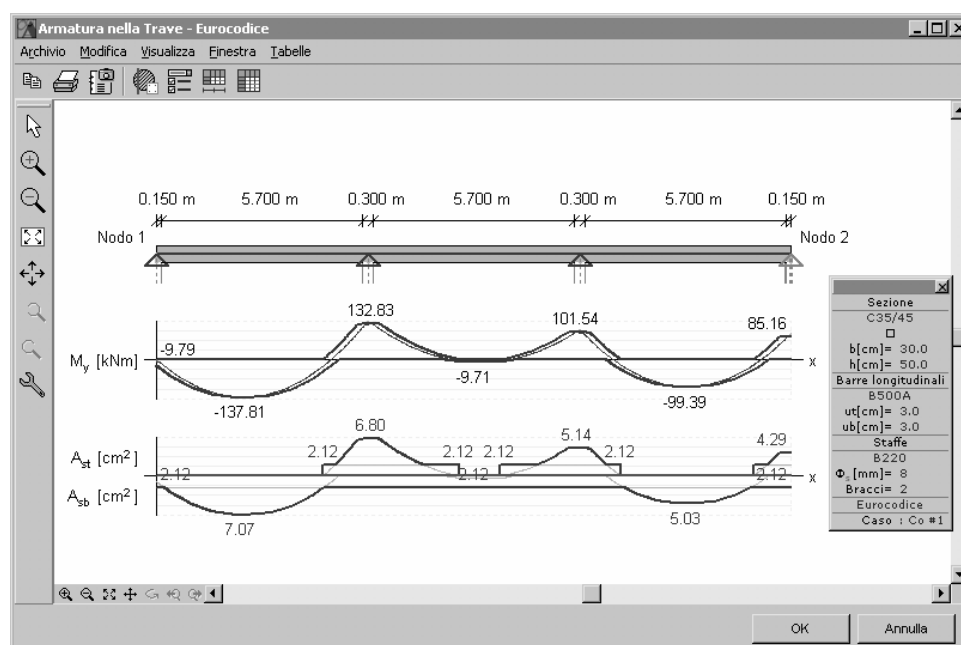
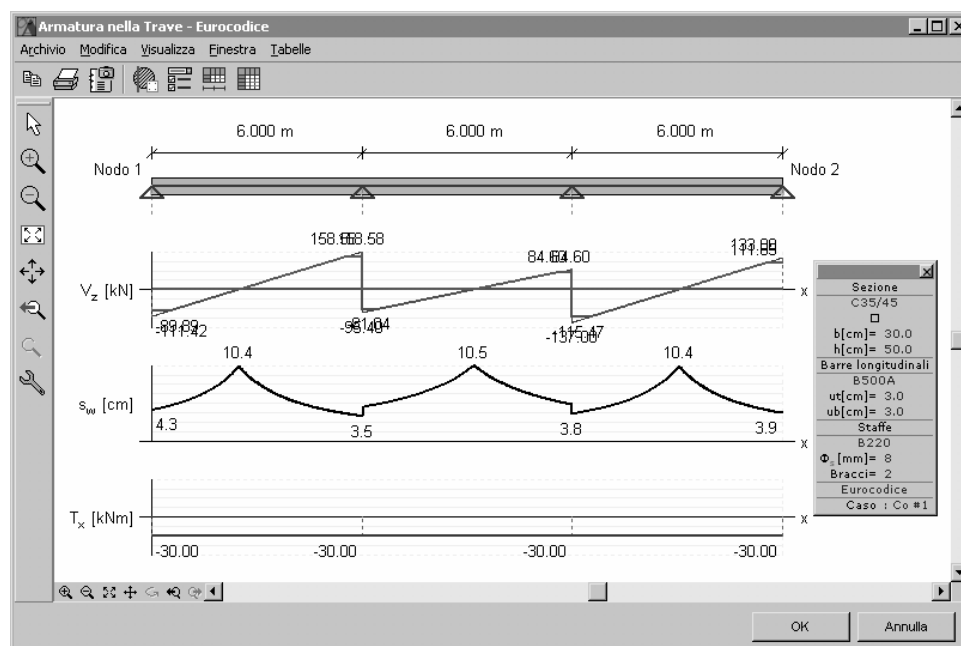
Armatura
longitudinale per
torsione

Il diagramma delle armature longitudinali viene visualizzato in porpora. L'armatura longitudinale per torsione viene disposta uniformemente attorno al contorno della sezione trasversale.



Spaziatura delle staffe

La spaziatura massima permessa per le staffe viene visualizzata in nero, la spaziatura calcolata in blu e la spaziatura minima secondo il codice di progettazione in grigio.



Come risultato si ottiene l'armatura longitudinale ed il diagramma del massimo passo tra le staffe.

Armatura longitudinale

Il diagramma dell'armatura longitudinale viene mostrato in porpora. L'armatura longitudinale per torsione dovrebbe essere posizionata uniformemente intorno al contorno della sezione trasversale.

Passo delle staffe

La spaziatura massima consentita delle staffe viene mostrata in nero, la spaziatura calcolata in blu e la spaziatura minima secondo il codice di progettazione in grigio.

6.5.7.1. Progetto armatura travi secondo Eurocodice 2

Eurocodice 2

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	= 0.85; coefficiente che prende in esame gli effetti sfavorevoli dell'applicazione prolungata del carico
γ_c	= 1.5; Coefficiente parziale del calcestruzzo
f_{yd}	resistenza di progetto a snervamento per l'acciaio
ϵ_{su}	limite di deformazione dell'acciaio
E_s	(=200 kN/mm ²); modulo di Young per l'acciaio
γ_s	= 1.15; Coefficiente parziale per l'acciaio

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 trasmettere 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.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} \leq 1, \text{ dove}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} \text{ e } T_{Rd,max} = 2 v \alpha_{cw} f_{cd} A_k t_{ef,i} \sin \Theta \cos \Theta$$

Se la sezione trasversale non è sufficiente si verifica se è richiesta armatura per taglio e torsione secondo la formula:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} \leq 1, \text{ dove}$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d \text{ e } T_{Rd,c} = 2 f_{ctd} t_{ef,i} A_k$$

Se è richiesta armatura per taglio o torsione,

$$\frac{\sum A_{sl} f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2 A_k} \cot \Theta, \text{ quindi } A_{sl} = \frac{T_{Ed} u_k}{2 A_k f_{yd} \tan \Theta}.$$

La spaziatura di staffe per taglio e torsione è calcolata secondo queste formule:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \Theta \text{ e } V_{Rd,s} \geq V_{Ed} + V_{Ed,i}.$$

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed} + V_{Ed,i}} z f_{ywd} \cot \Theta$$

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.:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} \ll 1$$

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 $21,8^\circ$ ($\text{ctg}\theta=2,5$) e 45° ($\text{ctg}\theta=1$) 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.:*

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} > 1$$

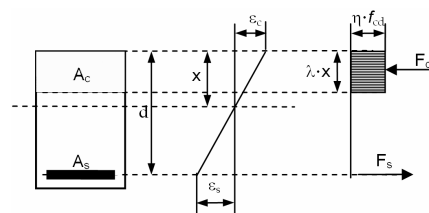
Regole di progettazione applicate:

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 $s_{max1} = A_{sw} / \rho_{w,min} b_w$.

9.2.2 (9.6N) considerando: $s_{max2} = 0,75d$.

Armatura longitudinale per le travi

AxisVM calcola l'armatura longitudinale secondo questa figura:



La tensione limite è assunta nella zona armata. La profondità della zona compressa sarà pari a

$$x_0 = d \cdot \frac{\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{c1}}{\varepsilon_{s1} - \varepsilon_{cu}}$$

Se il calcolo porta ad un valore più grande di x_0 , è applicata armatura compressa, ma la somma dell'area di armatura compressa e tesa non può superare il 4% dell'area di sezione trasversale del cls.

L'area di armatura superiore ed inferiore è calcolata lungo la trave e lo spostamento del diagramma del momento è valutato per ogni caso di carico.

A causa di rotture inclinate l'armatura tesa è calcolata per una forza maggiore rispetto a quella calcolata da M/z .

Questo è considerato dai vari codici di progettazione traslando il diagramma del momento.

Sono analizzati i valori minimi ($M_{min} \leq 0$) e massimi ($M_{max} \geq 0$) del diagramma dei momenti e la corrispondente armatura tesa e compressa.

L'armatura tesa è presentata in blu, l'armatura compressa in rosso, l'armatura minima richiesta da normativa appare in grigio.

L'armatura compressa viene considerata anche se l'armatura tesa è quella critica.

Le barre longitudinali minori di 1/12 della distanza delle staffe sono ignorate calcolando le barre compresse e la spaziatura delle staffe.

6.5.7.2. Progetto armatura travi secondo SIA 262

SIA 262:2003

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} Resistenza per taglio della sezione trasversale senza armatura 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

Non è richiesta armatura a taglio se: $V_d \leq V_{Rd}$

$$V_{Rd} = k_d \cdot \tau_{cd} \cdot d \cdot b_w, \quad k_d = \frac{1}{1 + k_v \cdot d} \quad d \text{ in } [m], \quad k_v = 2,5$$

La sezione trasversale del cls non cede se $V_{Rd,c} \geq V_d$

$$V_{Rd,c} = b_w z k_c f_{cd} \sin \alpha \cos \alpha$$

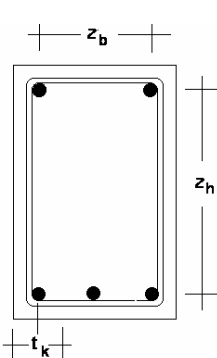
Se $V_d > V_{Rd}$ deve essere prevista armatura a taglio.

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 1/2 è posizionata nella zona di trazione, 1/2 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 $\frac{V_d}{V_{Rd,c}} + \frac{V_{di}}{V_{Rd,ci}} \leq 1$

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:

$$A_{sIT} = \frac{\sum V_{d,i} \cdot \cot \alpha}{f_{sd}} = \frac{\frac{T_d}{z_h \cdot z_b} \cdot (z_h + z_b) \cdot \cot \alpha}{f_{sd}}$$

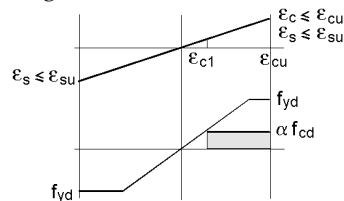
da porre regolarmente lungo il contorno della sezione trasversale.

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 per le travi secondo SIA 262:2003

Diagrammi σ, ϵ



La tensione di trazione è assorbita dal calcestruzzo. L'asse neutro della zona compressa supererà $x_0 = d \cdot \frac{\epsilon_{c2u} - \epsilon_{c2}}{\epsilon_{s1} - \epsilon_{c2u}}$, dove $\epsilon_{s1} = f_{yd} / E_s$.

Se dal calcolo si è ottenuto un valore più grande di x_0 , è necessario porre acciaio in compressione, ma la somma dell'acciaio teso e compresso della sezione non può superare l'8% della sezione trasversale di cls.

Il software calcola per ogni caso di carico e sezione trasversale l'armatura inferiore e superiore e il valore di traslazione del momento.

A causa di rotture oblique l'armatura tesa è progettata per una forza di trazione maggiore calcolata da M/z .

Questo viene considerato spostando il diagramma del momento.

Si determina il Minimo Minimo(0) e Massimo (0) valore del diagramma del momento e l'armatura di trazione e di compressione corrispondenti. Sul diagramma di distribuzione dell'armatura, l'armatura di trazione è mostrata in blu, quella di compressione in rosso e in grigio l'armatura minima di trazione secondo la normativa.

L'armatura di compressione è necessaria anche se è critica l'armatura di trazione, e per il calcolo dei diametri a compressione e del passo dell'armatura delle staffe si considera incluso solo 1/12 della spaziatura delle staffe o le barri longitudinali con diametro più grande

Regole di costruzione considerate dal programma

Massima distanza delle staffe:

$$s_{\max} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{0,2 \cdot b_w \cdot f_{ctm} \cdot \sin \alpha} \leq 400 \text{ mm}$$

Avvertimenti, messaggi di errore

☞ *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.

6.5.8. Analisi di punzonamento



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.

L'analisi per il punzonamento può essere eseguita secondo le seguenti normative:

Normativa di riferimento

Eurocodice 2: EN 1992-1-1:2004
DIN: DIN 1045-1:2001-07

Dopo avere fatto clic sul pulsante per l'analisi di punzonamento, scegliere una colonna o un supporto. La rigidità 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:

Parametri punzonamento

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.

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.

Parametri

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 cerchi vicini di barre. Il pulsante OK non è disponibile fino a quando non sono soddisfatti i criteri di progettazione di base:

$$\text{MSZ} \quad t \leq 0.85h(1 + \text{ctg}\alpha)$$

$$\text{EC2} \quad s_r \leq 0.75 d$$

$$\text{DIN} \quad s_w \leq 0.75 d$$

Distanza del primo
cerchio della barra
per il
punzonamento

Distanza del primo cerchio di barre di armatura per punzonamento dal bordo convesso della colonna

Fattore β
(Eurocodice2
e DIN)

Calcolato secondo Eurocodice	$1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$		
Valore approssimato della posizione della colonna*		Eurocodice	DIN
	Colonna interna	1,15	1,05
	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.

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.

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 H2 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 H1 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.



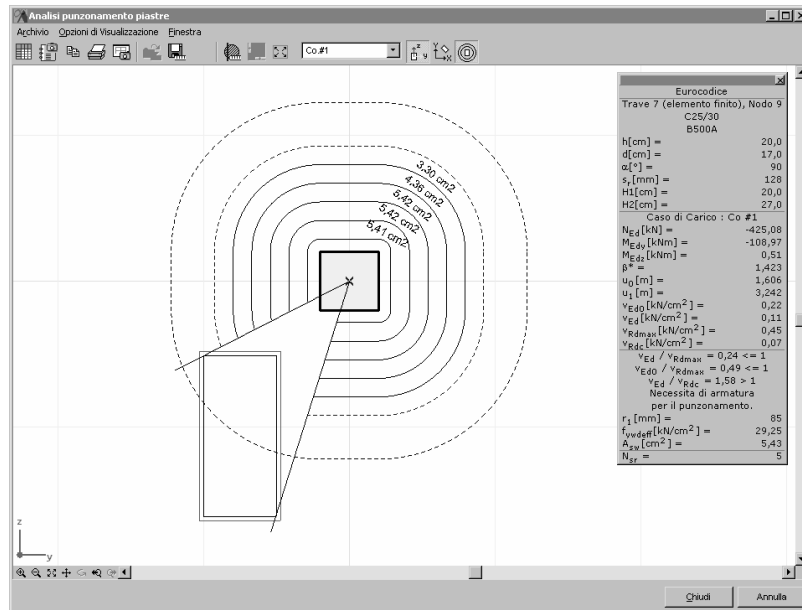
Aumenta il limite della piastra in modo che l'intera sezione della colonna sia all'interno del limite.



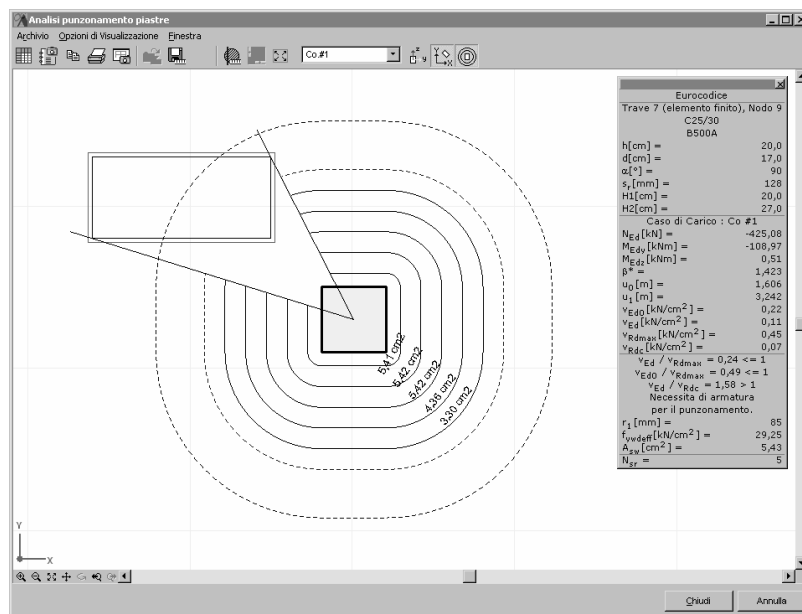
Adatta il diagramma alla finestra.



Sono utilizzate le coordinate locali della colonna.



Sono utilizzate le coordinate globali.



Accende e spegne la visualizzazione dei cerchi di armatura.

6.5.8.1. Analisi di punzonamento secondo Eurocode2

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:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} \quad \text{e} \quad v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Se $v_{Ed} > v_{Rd,c}$, allora l'armatura di punzonamento è determinata secondo il perimetro critico.

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd,ef}}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha \quad \text{e} \quad v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

L'armatura per ogni perimetro ed il perimetro dove non è necessaria armatura è calcolato secondo la formula:

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} \leq v_{Rd,c}$$

Finestra informazioni 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
α :	angolo tra la piastra e l'armatura di rinforzo
β :	fattore di eccentricità
H1:	spessore minimo richiesto della piastra con armatura di rinforzo
H2:	spessore minimo richiesto della piastra senza armatura di rinforzo
N_{Ed} :	valore di progetto della forza di punzonamento
M_{Edx} M_{Edz} :	valore di progetto del momento
β^* :	fattore calcola dell'eccentricità
u_0 :	perimetro di controllo della colonna
u_1 :	perimetro critico di controllo a $2d$
v_{Ed0} :	tensione di taglio lungo il perimetro u_0
v_{Ed} :	tensione di taglio lungo il perimetro u_1
v_{Rdmax} :	tensione massima di taglio
v_{Rdc} :	è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, senza armatura di rinforzo
v_{Ed}/v_{Rdmax} :	efficienza sul perimetro di controllo critico
v_{Ed0}/v_{Rdmax} :	efficienza sul perimetro u_0
v_{Ed}/v_{Rdc} :	efficienza (trazione nel calcestruzzo)
r_1 :	distanza tra il primo cerchio delle barre ed il bordo convesso della colonna
f_{ywdeff} :	tensione nell'armatura di punzonamento
A_{sw} :	area armatura per il punzonamento sul perimetro critico di controllo
N_{sr} :	numero di cerchi di armatura di rinforzo

Eurocode	
Trave 1 (elemento finito), Nodo 9	
C35/45	
B500A	
h [mm] =	200
d [mm] =	170
α [°] =	90
s_r [mm] =	128
H1[mm] =	200
H2[mm] =	215
Caso di Carico : Co #3	
N_{Ed} [kN] =	-371,12
M_{Edy} [kNm] =	8,13
M_{Edz} [kNm] =	10,13
β^* =	1,053
u_0 [m] =	1,606
u_1 [m] =	3,201
v_{Ed0} [N/mm²] =	1,43
v_{Ed} [N/mm²] =	0,72
v_{Rdmax} [N/mm²] =	6,02
v_{Rdc} [N/mm²] =	0,66
$v_{Ed} / v_{Rdmax} = 0,12 \leq 1$	
$v_{Ed0} / v_{Rdmax} = 0,24 \leq 1$	
$v_{Ed} / v_{Rdc} = 1,09 > 1$	
Necessita di armatura per il punzonamento.	
r_1 [mm] =	51
f_{ywdeff} [N/mm²] =	292,50
A_{sw} [mm²] =	208
N_{sr} =	13

6.5.8.2. Analisi di punzonamento secondo SIA 262:2003 (Tedesco)

Die erforderliche Durchstanzbewehrung wird wie folgt ermittelt:

Die Verbindung zwischen Platte und Stütze ist sicher, wenn die Schubkraft kleiner oder gleich dem Designwert des maximalen Durchstanzwiderstandes und der Designwert kleiner oder gleich dem Durchstanzwiderstandes der Platte mit Durchstanzbewehrung ist: $V_d \leq V_{Rd}$

Der Designwert der Schubkraft ist $V_d = \frac{V_d}{u}$

Der Einfluss der Exzentrizität der Kraft wird berücksichtigt durch den Reduktionsfaktor k_e des Perimeters.

$$k_e = \frac{1}{1 + \frac{e}{b}}$$

Wobei e die Exzentrizität und b der Durchmesser des flächengleichen Kreises ist.

SIA 262 geht davon aus, dass der kritische Schnitt bei einem Abstand von $0,5d$ von der Kante des Stützenquerschnitts ist. Der Abstand des kritischen Schnitts und das statische Momentes wird unter Berücksichtigung von Wänden und Löchern berechnet.

Der Designwert des Schubwiderstandes ohne Durchstanzbewehrung berechnet sich zu:

$$V_{Rd} = k_r \tau_{cd} d$$

Der Designwert des maximalen Durchstanzwiderstandes ist

$$V_{Rd, \max} = 2k_r \tau_{cd} d$$

Der Designwert des Durchstanzwiderstandes mit Durchstanzbewehrung ist

$$V_{Rd, s} = \frac{A_{sw}}{s_r} \cdot z \cdot f_{sd} \cdot (1 + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha$$

Wenn $V_d > V_{Rd}$, dann wird die notwendige Durchstanzbewehrung entlang des kritischen Schnittes unter der Annahme dass $V_d \leq V_{Rd, s}$ ist berechnet.

Die minimale Anzahl der Stabstähle wird ebenfalls ermittelt.

Bei der Berechnung des kritischen Schnittes wird angenommen, dass der Bewehrungsabstand nicht größer ist als $2d$ aber diese Annahme wird nicht kontrolliert. Ist die Anforderung nicht erfüllt, sollte ein kleinerer Durchstanzbewehrungskreis oder eine höhere Anzahl von Stabstählen gewählt werden. Die Bewehrung für jeden Durchstanzkreis und der Durchstanzkreis bei dem keine Durchstanzbewehrung mehr erforderlich wird berechnet.

Die notwendige Bewehrung und die Anzahl der Stabstähle mit angegebenem Durchmesser werden in jedem Umkreis dargestellt.

Informationsfenster Gemäß dem Aufbaucode, Element-identifikator und den Materialien werden die folgenden Parameter angezeigt.

h :	Plattendicke
d :	Effektive Plattendicke
α :	Winkel zwischen der Platte und der Stanz-verstärkung
s_r :	Entfernung der Verstärkungskreise
H1:	Mindestplattendicke, die mit Stanz-verstärkung erforderlich ist
H2:	Mindestplattendicke, die ohne Stanz-verstärkung erforderlich ist
Dmax:	Max. Korngrösse
L:	Max. Spannweite
N_{Ed} :	Konstruktionswert der Stanzkraft
M_{Edx}, M_{Edz} :	Konstruktionswert des Moments
u_0 :	Kontrollperimeter auf dem Stützenperimeter
u_1 :	Kritischer Kontrollperimeter bei $2d$
v_d :	Spezielle Stanzkraft entlang dem u_1 Perimeter
v_{Rd} :	Spezielle Stanzkraft ohne Verstärkung
v_{Rdmax} :	Maximale spezielle Stanzkraft
v_d/v_{Rdmax} :	Effizienz auf dem kritischen Kontroll-perimeter
v_d/v_{Rd} :	Effizienz (Spannung im Beton)
r_1 :	Abstand zwischen dem ersten Betonrippenstahlkreis und der konvexen Stützenkante
A_{sw} :	Stanzverstärkungsbereich auf dem kritischen Kontrollperimeter
N_{sr} :	Anzahl der Verstärkungskreise

SIA 26x (Schweiz)	
Stab 7, Knoten 22	
C30/37	
B500B	
$h[cm]$ =	50,0
$d[cm]$ =	47,0
$\alpha[^\circ]$ =	90
$s_r[mm]$ =	50
H1[cm] =	32,5
H2[cm] =	43,5
Dmax[mm] =	16
L[m] =	5,0
Lastfall : Permanente	
$N_{Ed}[kN]$ =	-1784,40
$M_{Edx}[kNm]$ =	43,84
$M_{Edz}[kNm]$ =	18,51
$u_0[m]$ =	1,370
$u_1[m]$ =	2,664
$v_d[kN/cm^2]$ =	65,31
$v_{Rd}[kN/cm^2]$ =	88,33
$v_{Rdmax}[kN/cm^2]$ =	176,65
$v_{Rdc}[kN/cm^2]$ =	0
$v_d / v_{Rdmax} = 0,37 \leq 1$	
$v_d / v_{Rd} = 0,74 \leq 1$	
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich.	

Warnungen und Fehlermeldungen

Meldung	Druckkraft in der Platte ist zu hoch.
Grund	Die Druckkraft ist so hoch, das die Platte unabhängig von der Bewehrung diese nicht aufnehmen kann.
Lösung	Die beste Möglichkeit ist, die Plattendicke zu erhöhen. Der kritische Schnitt kann durch eine Erhöhung der Plattendicke oder einen größeren Stützenquerschnitt erhöht werden. Auswahl eine höheren Betongüte.

6.5.9. Progettazione della fondazione



AxisVM è in grado di determinare la dimensione necessaria e l'armatura delle fondazioni (con o senza basamento), e può eseguire la verifica di scorrimento e punzonamento in base all' Eurocode7 e MSZ. 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.

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).

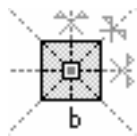
I parametri del progetto della fondazione devono essere specificati in una finestra di dialogo.



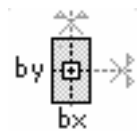
Fondazione

Nella tab *Fondazione*, selezionare il tipo di fondazione (plinto/ plinto a gradoni/ plinto a bchiere) e settare i parametri della geometria, il coefficiente d'attrito tra il plinto ed il massetto di base. 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.

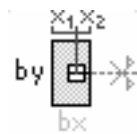
Simmetria del plinto

**Plinto quadrato**

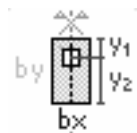
b è la lunghezza, la colonna è centrata, deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del b

**Plinto rettangolare**

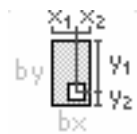
bx e by sono i lati del plinto, la colonna è centrata, deve essere inserito il valore o il valore limite superiore del bx e by

**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 x
 $y1$ 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 $y2$

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 (viene determinato dal programma). Nel caso in cui l'opzione Controllare è attivata, tutti i valori saranno bloccati e non possono essere aperti finché l'opzione Controllare sarà attivata.



Per i plinti a gradoni e a bichiere:

$dx1$ e $dx2$ sono le distanze tra i bordi del gradone o la base superiore della mensola e l'asse della colonna in direzione x . $dx1$ e $dx2$ sono le distanze tra i bordi del gradone o la base superiore della mensola e l'asse della colonna in direzione y . Si tratta sempre di valori dati.

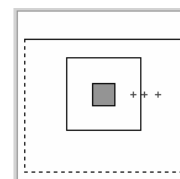
Parametri della fondazione

<i>Calcestruzzo</i>	Materiale della fondazione
t	Profondità fondazione (la distanza tra il fondo della piastra di base e il livello 0).
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

L'immagine con la colonna e il plinto viene visualizzata nella parte inferiore dei campi di modifica.

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.



If the button *Show all support forces* is down, the view is scaled to show all force crosses. If the button is up only crosses within the bounding rectangle of the footing are displayed.

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.



Armatura

Nel tab *Armatura* possono essere attivate i calcoli dell'armatura.

Devono essere specificati, il tipo di acciaio, il diametro della barra inferiore e superiore in x e y e il copriferro.

Terreno

Nel tab *Terreno* è possibile specificare il profilo e la proprietà del terreno. I profili del terreno possono essere salvati con un nome e possono essere caricati.

Le proprietà degli strati del terreno selezionati, sono visualizzati nella casella *Terreno di riempimento*. Le proprietà del database terreno sono visualizzate nella casella *database terreno*.

Gli strati del terreno possono essere cambiati. Questi cambiamenti possono essere applicati allo strato del terreno facendo clic sul pulsante *Modifica strato*. Il nome dello strato e la descrizione possono essere modificati. Il colore dello strato può essere cambiato cliccando il piccolo rettangolo di colore accanto al nome. Facendo clic su questa icona, viene visualizzata la libreria del terreno con le proprietà degli strati predefiniti.

Gli strati del terreno hanno le seguenti caratteristiche:

Tipo terreno	granulare, granulare sottofalda o fine
γ [kg/m ³]	Peso specifico
ϕ [°]	Angolo d'attrito interno
ϕ_t [°]	Angolo d'attrito fra terreno e muro
E_0 [N/mm ²]	Modulo di Young del suolo
μ []	Coefficiente di Poisson del suolo
c [kN/m ²]	coesione (solo per i terreni fini)

Database Terreno



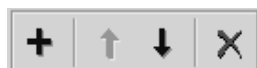
Facendo click sul pulsante *database terreno* appaiono due tabelle. Dopo aver selezionato un tipo di terreno e cliccato sul pulsante OK le proprietà del terreno scelto vengono copiate anche nella tabella di gruppo *terreno* o *riempimento*.

Database terreno

Granulare		secco o umido		sottofalda	Fine	Vuoto rapporto	consistenza		
							rigida	compatta	soffice
Ciotoli, ghiaia	Sciolti	ASL	ANL	AVL	Limo	0,4	IK4	IS4	
	Compatti	AST	ANT	AVT		0,5	IK5	IS5	IP5
		BSL	BNL	BVL		0,7	IK7	IS7	IP7
Ghiaia sabbiosa, mista non limosa	Compatti	BST	BNT	BVT	Argilla magra	1,0	IK10	IS10	IP10
	Sciolti	CSL	CNL	CVL		0,4	JK4		
Sabbia omogenea, grossolana e media	Compatti	CST	CNT	CVT		0,5	JK5	JS5	
	Sciolti	DSL	DNL	DVL	0,7	JK7	JS7	JP7	
Sabbia limosa mista	Compatti	DST	DNT	DVT	Argilla media	1,0	JK10	JS10	JP10
	Sciolti	ESL	ENL	EVL		0,4	KK4		
Sabbia omogenea fine non limosa	Compatti	EST	ENT	EVT		0,5	KK5	KS5	
	Sciolti	FSL	FNL	FVL	0,7	KK7	KS7	KP7	
Sabbia molto fine	Compatti	FST	FNT	FVT	Argilla grassa	1,0	KK10	KS10	KP10
	Sciolti	GSL	GNL	GVL		0,4	LK4		
Sabbia limosa molto fine	Compatti	GST	GNT	GVT		0,5	LK5	LS5	
					0,7	LK7	LS7	LP7	
					1,0	LK10	LS10	LP10	

LK10	γ [kg/m ³]	ϕ [°]	ϕ_r [°]	ϕ_{25} [°]	E_0 [kN/cm ²]	μ []	c [kN/m ²]
	1600	14,00	14,00	11,00	0,72	0,20	225,00
Argilla grassa rigida (e = 1,0)							

OK



Aggiungi un nuovo strato al terreno.

Sposta su

Sposta giù

Cancella

Le funzioni disponibili nella barra degli strumenti del pulsante *terreno* sono: *aggiungi nuovo terreno*, *sposta su*, *sposta giù*, *cancella*.

Aggiunge un nuovo strato al terreno con lo spessore e le proprietà impostati nella tabella di gruppo. Il nuovo strato viene sempre inserito al fondo del profilo del terreno.

Sposta in alto, all'interno del profilo, lo strato selezionato del terreno.

Sposta verso il basso, all'interno del profilo, lo strato selezionato del terreno.

Cancella lo strato selezionato dal profilo del terreno.

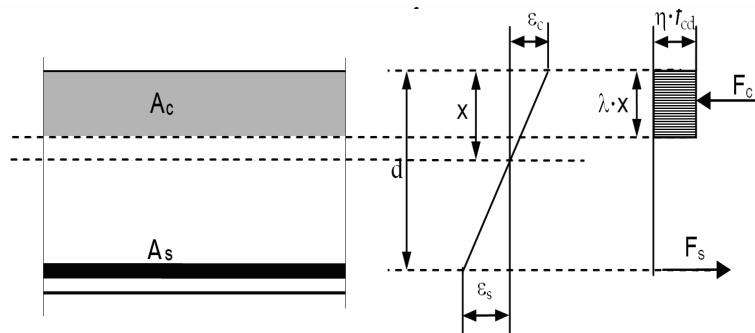
Calcolo

Verifica capacità portante La dimensione della fondazione è aumentata, finché la pressione di progetto sul terreno di fondazione è inferiore dalla capacità portante. $q_{Ed} \leq q_{Rd}$

Avvertimenti ed errori:

Se la dimensione maggiore della fondazione, supera 10 volte lo spessore, viene visualizzato un avviso.

L'armatura della piastra di base 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 ($A_s > 0,04 \cdot A_c$) il programma invia un avviso.

Verifica a scorrimento Il modulo determina se la tensione di progetto causata dalla forza orizzontale è minore della resistenza a scorrimento tra: 1) il suolo e il massetto di base della fondazione, 2) il massetto di base e la fondazione, calcolata dall'area effettiva.

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd} \text{ e } \tau_{Ed2} \leq \tau_{Rd2}$$

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 1997-1:2004, 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:

$$q_{Rd} = s_{\gamma} \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot 0,5 + s_q \cdot q \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q + s_c \cdot c \cdot N_c \cdot i_c \cdot b_c$$

La verifica a traslazione calcola se la fondazione soddisfa il criterio seguente fra la fondazione e il calcestruzzo di base e fra quest'ultimo e il terreno:

$$H_d \leq R_d + R_{p;d}$$

dove H_d è il valore di progetto della forza orizzontale, R_d è il valore di progetto della resistenza a taglio, $R_{p;d}$ è la resistenza passiva del terreno al lato della fondazione.

La resistenza a taglio di progetto si ottiene tramite la formula:

$$R_d = V_d \cdot \tan \delta_d,$$

dove V_d è l'azione verticale di progetto, δ_d è l'angolo di attrito di progetto: $\delta_d = \arctan\left(\frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi}\right)$.

dove φ è l'angolo d'attrito interno, γ_φ è il fattore parziale della resistenza a taglio, calcolato secondo il metodo di calcolo scelto.

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:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd}$$

Senza armature a taglio $v_{Rd} = \min \left\{ \begin{matrix} v_{Rd,c} \\ v_{Rd,max} \end{matrix} \right.$, con armature a taglio. $v_{Rd} = \min \left\{ \begin{matrix} v_{Rd,cs} \\ v_{Rd,max} \end{matrix} \right.$

Avvertimenti ed errori:

Se $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$, 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 punzonamento, quindi la efficienza per punzonamento 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):

$$\sigma_z = 4 \frac{\sigma_0}{2\pi} \left\{ \arctan \left[\frac{b}{z} \cdot \frac{a(a^2 + b^2) - 2az(R - z)}{(a^2 + b^2)(R - z) - z(R - z)^2} \right] + \frac{bz}{b^2 + z^2} \cdot \frac{a(R^2 + z^2)}{(a^2 + z^2)R} \right\},$$

dove

a è il lato maggiore del rettangolo centrale di carico della fondazione,

b è il lato minore del rettangolo centrale di carico della fondazione,

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 $R = \sqrt{a^2 + b^2 + z^2}$.

This stress calculation is valid for a homogeneous half space. In case of soil layers effective layer thicknesses must be calculated:

Questo calcolo della tensione è valida per un semispazio omogeneo. In caso di strati di suolo gli spessori effettivi devono essere calcolati:

$$h_{hi} = h_i \cdot \left(\frac{E_{si}}{E_{s0}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_i} \right)^{2/5},$$

dove

h_{hi} è lo spessore effettivo dello strato di terreno i

h_i è lo spessore dello strato di terreno i

E_{s0} è il modulo di Young dello strato di base

E_{si} è il modulo di Young dello strato di terreno i -esimo

ρ_0 è la densità dello strato di base del terreno

ρ_i è la densità dello strato del 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:

$$\Delta h_i = h_i \cdot \frac{\sigma_{ai}}{E_{si}}, \text{ where } \sigma_{ai} = \frac{\sigma_{i-1} + \sigma_i}{2},$$

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 sottostrati sopra il livello scelto.

$$s_m = \sum_{i=0}^m \Delta h_i$$

AxisVM calcola il limite di profondità, dove $\sigma = 0.1 \cdot \sigma_{ob}$ (per esempio la tensione massima generata dal carico che scende sotto il 10% della tensione dovuta al peso proprio del terreno).

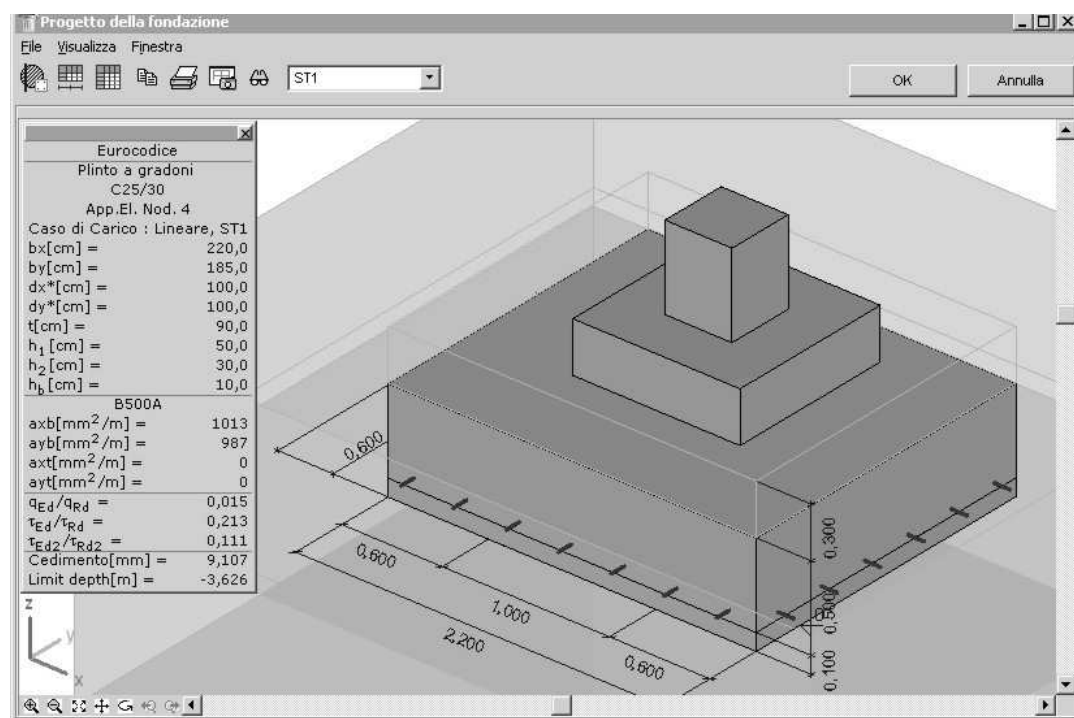
Se questa condizione non è soddisfatta al fondo dello strato strutturale il cedimento stimato viene fatto in base del cedimento in questo punto e viene calcolato il rapporto di tensione (>0.1).

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.

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.

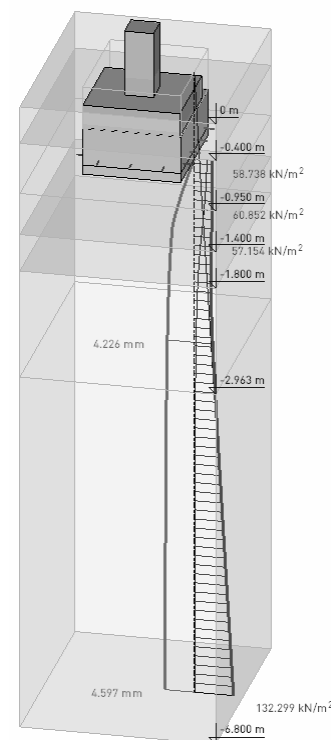
Il valore di cedimento visualizzato nella finestra di informazione è il valore della funzione di cedimento, alla profondità limite (dove la tensione generata dal carico è 10% della tensione dovuta dal peso proprio del terreno).

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 poiché 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:

$R_x, R_y, R_z,$	Reazioni di vincolo
R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}	
q_{Ed}	Tensione di progetto
q_{Rd}	Resistenza di progetto
q_{Ed}/q_{Rd}	Fattore di utilizzazione del terreno
a_{xb}	Armatura inferiore lungo la direzione locale x (se calcolata)
a_{yb}	Armatura inferiore lungo la direzione locale y (se calcolata)
a_{xt}	Armatura superiore lungo la direzione locale x (se calcolata)
a_{yt}	Armatura superiore lungo la direzione locale y (se calcolata)
τ_{Ed}/τ_{Rd}	Efficienza basata sullo spostamento della fondazione relativo al calcestruzzo di base
τ_{Ed2}/τ_{Rd2}	Efficienza basata sullo spostamento del calcestruzzo di base relativo al terreno
v_{Ed}/v_{Rd}	Efficienza basata sul punzonamento (per plinti di fondazione)
<i>Cedimento</i>	Cedimento previsto della fondazione
b_x, b_y	Dimensioni del plinto in direzione x e y
dx^*, dy^*	Dimensioni della base in direzione x e y
ex^*, ey^*	Eccentricità del centro di gravità della base in direzione x e y

Forze interne
dettagliate



Mostra i dati nella tabella *Forze interne della fondazione* ed i seguenti risultanti:

<i>Metodo di calcolo</i>	Metodo di calcolo utilizzato per calcolare le risultati
c_x c_y	Dimensioni effettive x e y del rettangolo
e_x e_y	Eccentricità dell'azione in direzione x e y
<i>Barre x_b</i>	Schema barre inferiori in direzione x (se calcolate)
<i>Barre y_b</i>	Schema barre inferiori in direzione y (se calcolate)
<i>Barre x_t</i>	Schema barre superiori in direzione x (se calcolate)
<i>Barre y_t</i>	Schema barre superiori in direzione y (se calcolate)
τ_{Ed}	Tensione di progetto a taglio fra fondazione e calcestruzzo di base
τ_{Rd}	Resistenza di progetto a taglio fra fondazione e calcestruzzo di base
τ_{Ed2}	Tensione di progetto a taglio fra terreno e calcestruzzo di base
τ_{Rd2}	Resistenza di progetto a taglio fra terreno e calcestruzzo di base
V_{Rdc}	Resistenza di progetto a taglio minima senza armatura a punzonamento
V_{Rdmax}	Resistenza di progetto a taglio massima senza armatura a punzonamento
V_{Rdcs}	Resistenza di progetto a taglio con armatura a punzonamento
u_1	Lunghezza della linea critica
A_{sw}	Armatura a taglio lungo il perimetro di punzonamento
<i>Rapporto di tensione</i>	Rapporto tra la tensione dovuta al carico e la tensione dovuta al peso proprio del terreno (se la profondità limite è sotto lo strato strutturale inferiore il suo valore va determinato in quel punto ed è superiore a 0,1, altrimenti è 0,1)
<i>Profondità limite</i>	La profondità dove il rapporto del carico è di 0,1 (la profondità limite viene visualizzata nel caso in cui è superiore della profondità della parte inferiore dello strato strutturale)



Copia immagine



Stampa immagine



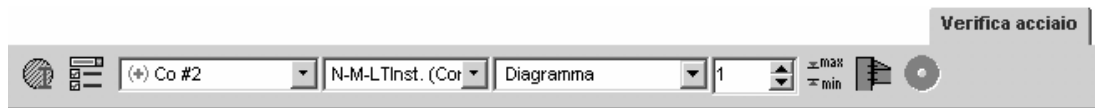
Salva le immagini nella Libreria delle Immagini



Mostra parametri
Spegni e accendi i simboli delle immagini



6.6. Progetto acciaio



6.6.1. Progetto acciaio secondo Eurocodice 3

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. $\Delta M_y = N \cdot e_{N,y}$

$W_{eff,min}$: 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

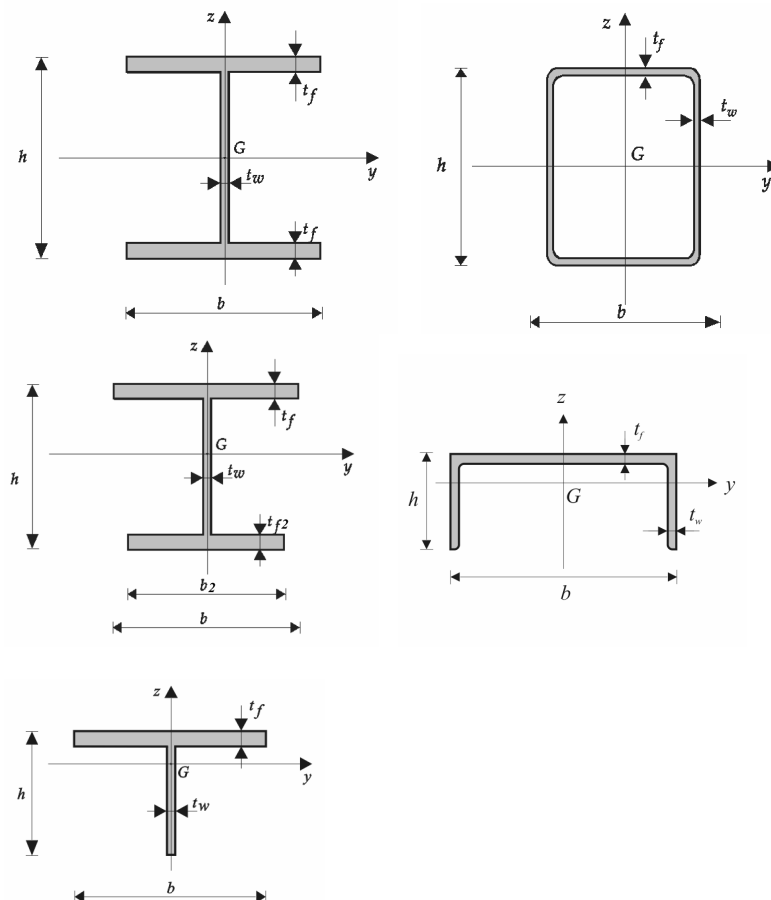
$W_{eff,(-),min}$ si riferisce alle sezioni in cui il momento è negativo

è l'importante 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.

Gli assi principali di una sezione trasversale arbitraria devono coincidere con gli assi locali y e z .



Classi delle sezioni:

Il programma identifica le classi delle sezioni (EN 1993-1-1) secondo la Tabella 5.2, considerando contemporaneamente la flessione compressione e uniforme.

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 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 Resistance for effective cross-section subjected to bending around axis z $[M_{pl,z,Rd}]$
(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:

$$N_{Rk} = f_y A, M_{y,Rk} = f_y W_y \text{ e } M_{z,Rk} = f_y W_z,$$

dove $W_y = W_{pl,y}$ e $W_z = W_{pl,z}$ per le sezioni appartenenti alla classe 1 o 2.

$W_y = W_{el,y}$ e $W_z = W_{el,z}$ per le sezioni appartenenti alla classe 3 e infine

$W_y = W_{eff,y}$ e $W_z = W_{eff,z}$ per le sezioni appartenenti 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).

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasversale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria è asimmetrica all'asse y.

Taglio elevato

Nel caso in cui il taglio è 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.

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:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

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. and 6.2.9.1). Per le sezioni tubolari, il momento resistente viene calcolato come segue:

$$M_{N,y,Rd} = 1,04 \cdot \left(1 - \rho - \frac{n^{1,7}}{(1 - \rho)^{0,7}}\right) \text{ where } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ and } \rho = \left(2 \frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} - 1\right)^2$$

$$M_{N,z,Rd} = 1,04 \cdot \left(1 - \rho - \frac{n^{1,7}}{(1 - \rho)^{0,7}}\right) \text{ where } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ and } \rho = \left(2 \frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} - 1\right)^2$$

Per la flessione biassiale deve essere soddisfatto il criterio secondo EN 1993-1-1 6.2.9.1. (6) :

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^{\beta} \leq 1$$

*Compressione-
Momento-Instabilità*

La verifica viene eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.61) e (6.62):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

($\chi_{LT} = 1,0$)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasversale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria e asimmetrica all'asse y. y.

*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.

Il valore di k (ENV 1993-1-1, F1.2) è uguale al valore di 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 :

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: Può essere diverso da zero solo se la sezione trasversale è in classe 4 e la sezione trasversale originaria e assimetrica all'asse y.

χ_{LT} viene calcolato secondo EN 1993-1-1 6.3.2.2 or 6.3.2.3.

La determinazione dei coefficienti 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 and B.2).

I coefficienti del momento uniforme equivalente C_{my} , C_{mz} , C_{mLT} sono elencati nella tabella B.3.

Per la forza di trazione assiale, la verifica viene eseguita utilizzando il momento efficace secondo ENV 1993-1-1, 5.5.3.

Taglio /y La verifica è eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.2.6.

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} \leq 1$$

Taglio /z La verifica è eseguita secondo EN 1993-1-1, 6.2.6.

$$\frac{V_{z,Ed}}{\min(V_{c,z,Rd}, V_{b,Rd})} \leq 1$$

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd}$: Nel calcolo della resistenza non viene considerato il contributo delle flange ma il contributo dell'anima.

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.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \cdot \left(2 \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1$$

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.



Definizione dei Parametri:

Per il progetto secondo Eurocodice 3, vanno definiti alcuni parametri che saranno assegnati agli elementi strutturali:

La classificazione può essere automatica oppure definita esplicitamente.

Parametri di Stabilità:

Instabilità
(flessionale)

K_y, K_z: coefficienti di rigidezza efficace corrispondenti agli assi z e y.

Se un vincolo è continuo lungo un elemento, vincolando l'instabilità ad un asse, il corrispondente coefficiente di rigidezza efficace potrà essere considerato quasi zero.



In un simile caso, quando ci sono vincoli intermedi, costringendo l'instabilità secondo un asse, il coefficienti di rigidezza efficace potrà essere considerato come una percentuale della corrispondente lunghezza di libera inflessione (tra i vincoli intermedi) e la lunghezza dell'elemento strutturale.

Instabilità laterale
Torsionale

K_ω: È un fattore collegato per la limitazione dello svergolamento. Il suo valore deve essere tra 0.5 e 1.

- se lo svergolamento non è contrastato vale: 1.0.
- se lo svergolamento è contrastato all'inizio ed alla fine della trave, vale 0.5.
- se lo svergolamento è contrastato all'inizio o alla fine della trave, vale 0.7.

Vedere... Appendice F1 di ENV 1993-1-1.

In questa verifica, l'asse z è considerato l'asse *debole*, e quindi il fattore K_z di libera inflessione sarà applicato all'ala compressa.

C_1, C_2, C_3 : sono fattori che dipendono dai momenti di estremità momenti degli elementi strutturali, dal fattore K_z , e dal tipo di carico. Il coefficiente C_1 viene calcolato automaticamente.

Quando i carichi esterni dell'elemento strutturale e il loro punto di applicazione non coincide con il centro di taglio della sezione trasversale, bisogna inserire il valore di C_2 secondo ENV 1993-1-1, Table F1.2

In caso di sezione trasversale con singola simmetria bisogna inserire il coefficiente C_3 secondo ENV 1993-1-1, Table F1.2..

Z_a : è la coordinata z del punto di applicazione del carico trasversale (relativo al baricentro della sezione), secondo ENV 1993-1-1, Figure F1.1. La posizione del centro di gravità e della parte inferiore o superiore della sezione trasversale possono essere scelte dai tasti-radio.

Instabilità per taglio

Per forme con maglie, la maglia può essere supportato con o senza irrigidimenti:

Nessun irrigidimento: non assume alcun rinforzo trasversale lungo l'elemento strutturale.

Irrigidimenti Trasversali: ci sono rinforzi trasversali a una distanza l'uno dall'altro lungo l'elemento strutturale.

In ogni caso il programma assume che ci siano irrigidimenti trasversali alle estremità degli elementi strutturali (per esempio nei appoggi).

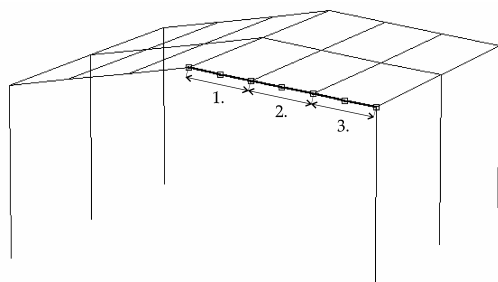
Elementi strutturali

Il progetto è eseguito sugli elementi strutturali che possono essere uno o più elementi finiti (travi e/o nervature). Un gruppo di elementi finiti possono diventare un elemento strutturale solo se gli elementi finiti del gruppo soddisfano alcune richieste verificate dal programma: essere collocati lungo la medesima linea retta, essere dello stesso materiale, sezione ed avere sistemi di coordinate locali paralleli. Il programma permette di definire gli elementi strutturali secondo due differenti metodi:



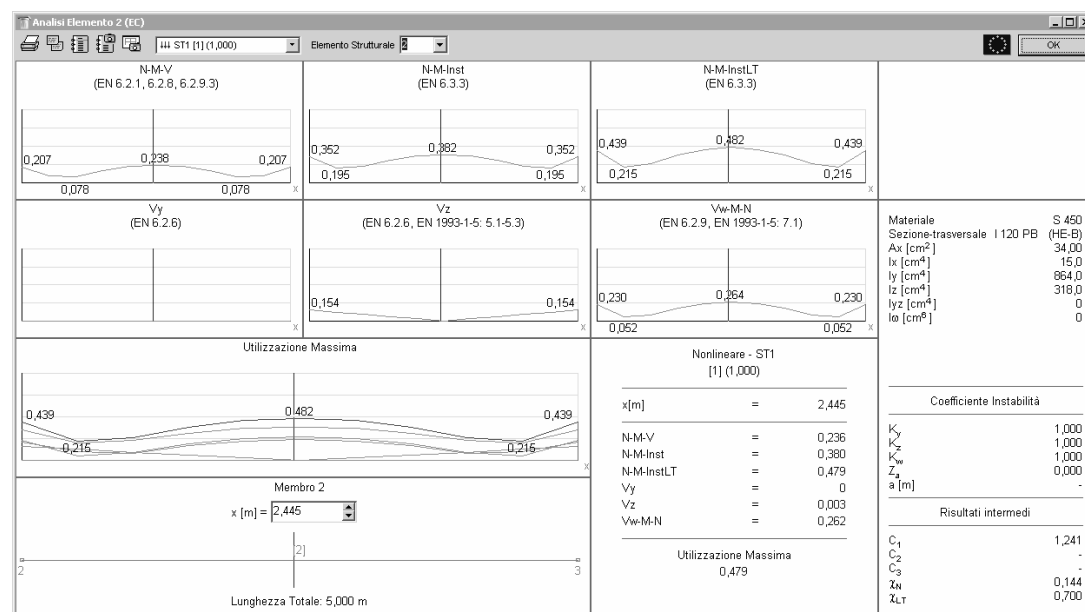
Gli elementi strutturali per la progettazione dell'acciaio non sono gli stessi come membri strutturali. Vedere... Cerca elementi strutturali

I nodi di una selezione di elementi finiti, dove un altro elemento finito si connette, diventerà un punto finale di un acciaio elemento strutturale all'interno della selezione di elementi finiti.



Diagrammi:

E' possibile vedere i diagrammi corrispondenti a tutte le verifiche, semplicemente cliccando sull'elemento della struttura per la quale si voglia tale controllo.



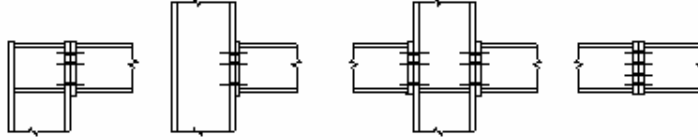
6.6.2. Calcolo dei bulloni per giunti in acciaio

AxisVM calcola il diagramma momento-curvatura, il momento resistente e la tensione iniziale per i giunti in acciaio pilastro-trave secondo Eurocodice3

Il precedente tipo di giunti può essere calcolato:

Giunto trave - pilastro

Giunto trave - trave



☞ **Premessa:**

- Le sezioni trasversali delle travi e pilastri sono a forma di I
 - La parte terminale delle travi sono connessi ai pilastri mediante flange.
 - The pitch range della trave è $\pm 30^\circ$.
 - La classe della sezione trasversale deve essere 1,2 o 3.
 - La forza normale nella trave deve essere meno di $0.05 \cdot N_{pl,Rd}$
- Il programma controlla se questi requisiti sono soddisfatti.

I passaggi della progettazione

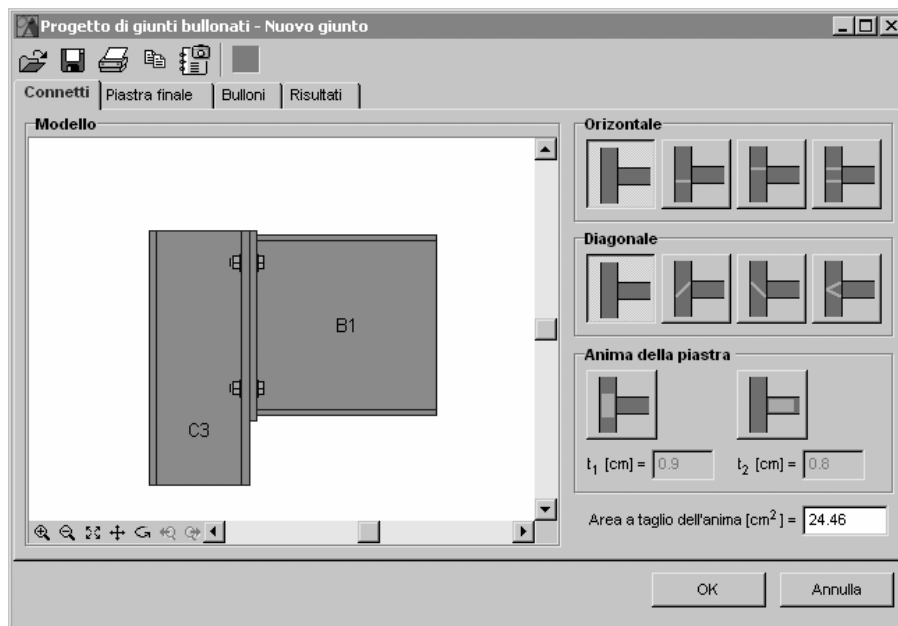
Selezionare la trave e uno dei suoi nodi finali.

(si possono selezionare più travi contemporaneamente se hanno lo stesso materiale e sezione trasversale e le colonne collegate hanno anche lo stesso materiale e sezione trasversale).



Clic sull'icona Progetto Giunti.

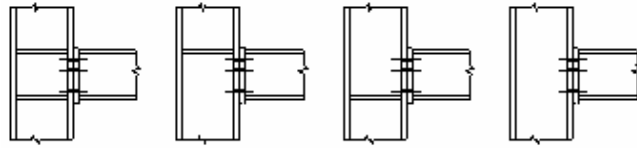
Verrà visualizzato il modulo per la progettazione dei giunti:



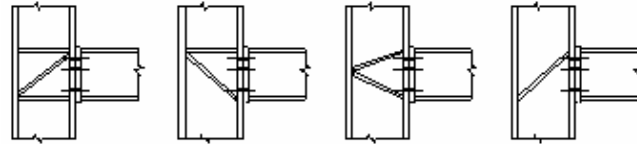
Parametri del giunto (in tre passaggi)

Nervature Si possono assegnare nervature disposte orizzontalmente, diagonalmente e una maglia di piastre per aumentare la resistenza del giunto.

Nervature orizzontali

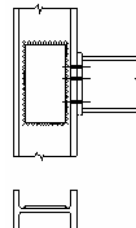


Nervature diagonali



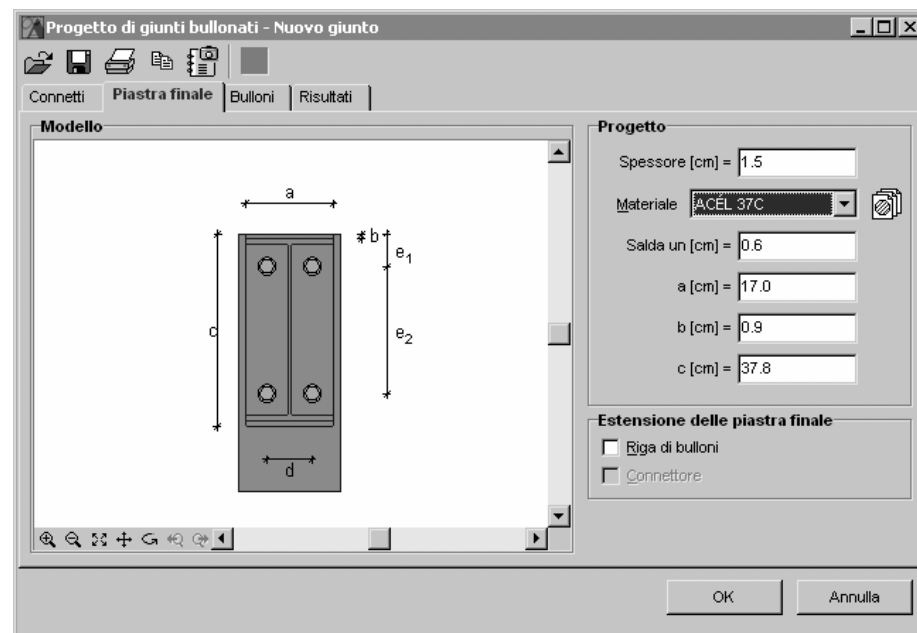
Piastre di irrobustimento

t1: spessore piatto per irrobustire la colonna
t2: spessore piatto per irrobustire la trave



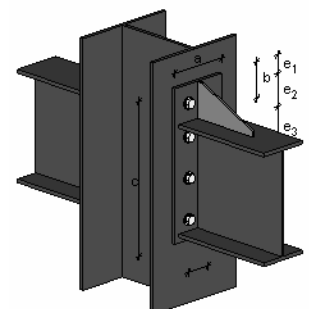
Area di taglio Il programma valuta l'area di taglio con l'area del piatto di ispessimento. Se c'è un foro nel nodo vicino al collegamento è possibile ridurre questo valore nel campo di dati a seconda della dimensione del foro.

End plate



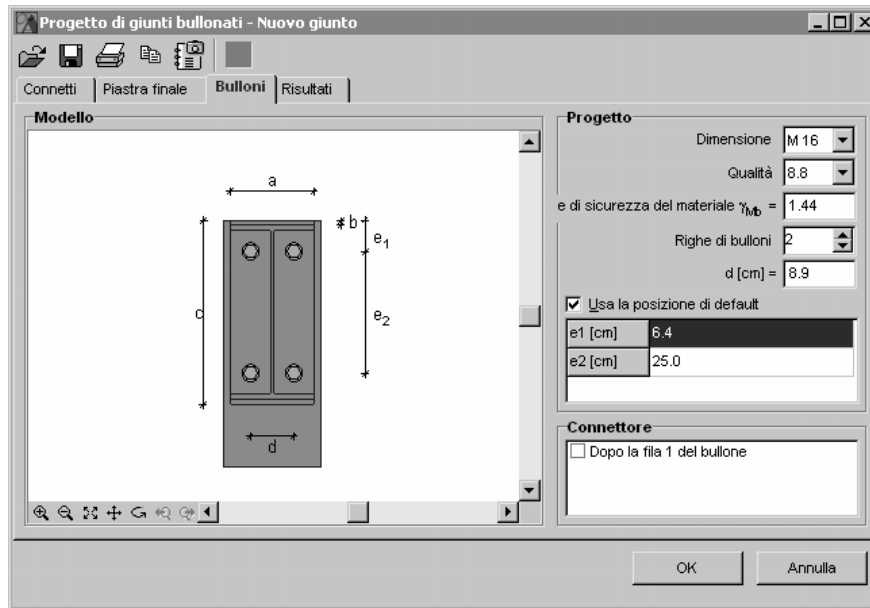
Parametri della piastra

- spessore
- materiale
- spessore di saldatura
- larghezza della piastra (a)
- altezza della piastra (c)
- distanza tra il filo superiore della piastra e la trave (b)
- bulloni posizionati sulla piastra



Alle file di bulloni possono essere assegnate parte di tensione della piastra.

Bulloni



Il programma posiziona i bulloni in due colonne simmetriche rispetto alla trave. Lo stesso tipo di bulloni è utilizzato nel collegamento.

Parametri dei Bulloni:

- dimensione
- materiale
- numero di file
- distanza tra le colonne di bulloni (d)

In caso di posizionamento automatico dei bulloni il programma inserisce file di bulloni in distanze uguali. Il programma controlla la distanza minima richieste tra i bulloni ed il bordo della piastra. Spegner l'opzione *Usa posizione di default* per mettere le file di bulloni manualmente.

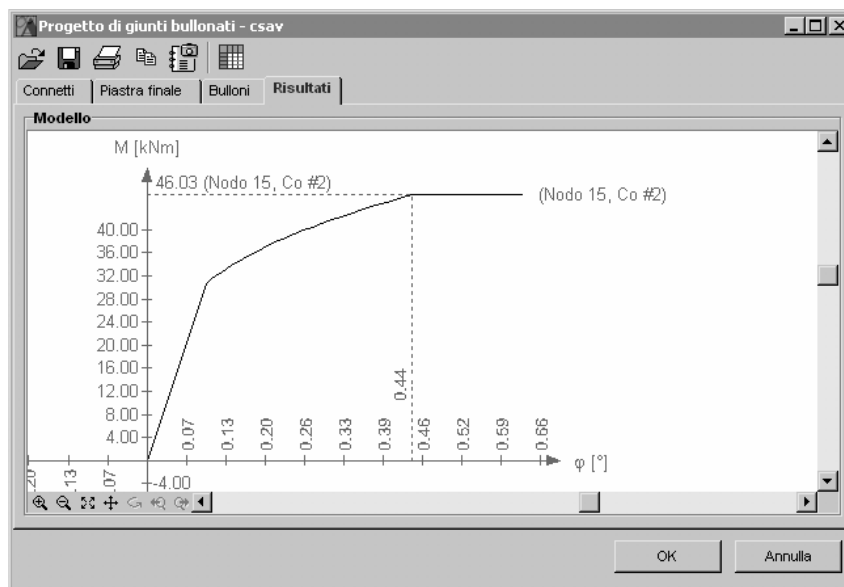


Un messaggio di errore verrà visualizzato se le distanze non soddisfano i requisiti.

Distanze minime dei bulloni secondo EC2:

- tra i bulloni: 2,2 d
- dal bordo della piastra: 1,2 d
- Nella direzione perpendicolare alla forza: 1,2 d

Risultati Quando si fa clic sulla scheda Risultati, AxisVM calcola il diagramma Momento-curvatura, il momento resistente di progettazione (M_{rD}) e la forza iniziale del collegamento ($S_{j,init}$).





Se il momento resistente è minore del momento di progettazione verrà visualizzato un messaggio. Il metodo di calcolo considera forze di taglio e forze normali insieme ai momenti. Come conseguenza si possono ottenere vari momenti resistenti (M_{rD}) per lo stesso collegamento a seconda dei tipi di carico (o le combinazioni). Quindi AxisVM controlla la condizione $M_{rD} \geq M_{sD}$ in tutti i casi di carico.

Barra Icone



Carica i parametri dei giunti.



Salva i parametri di collegamento. Parametri salvati possono essere caricati e possono essere assegnati ad altri giunti.



Stampa il diagramma visualizzato. **Vedere...** 3.1.10 Stampa



Copia il diagramma nel Blocco Appunti.



Salva il diagramma nella Galleria.



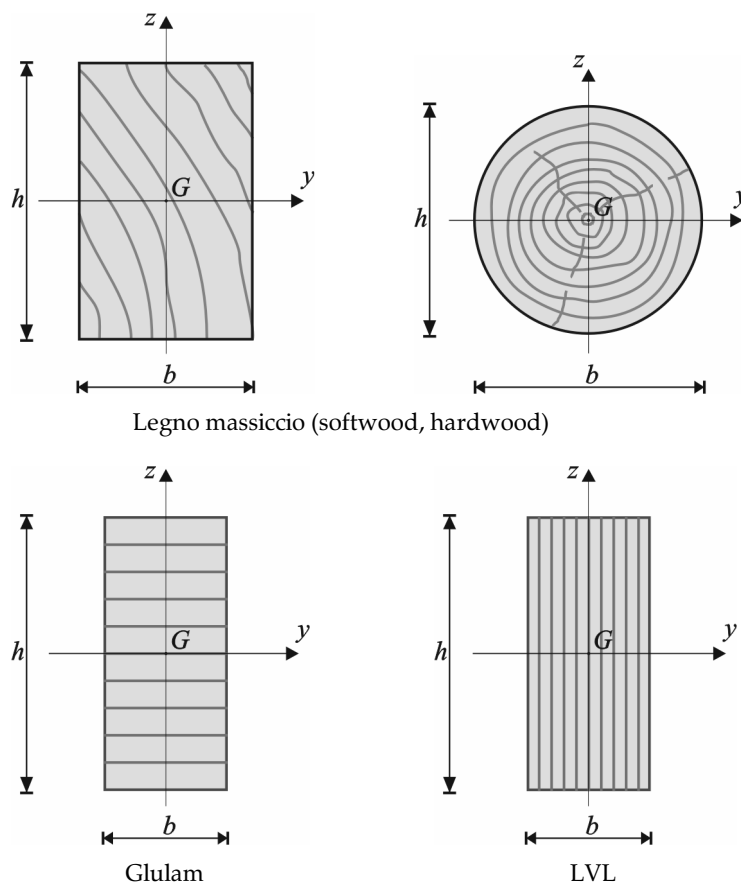
La tabella dei risultati contiene quanto segue:

- numero di nodo
- numero di trave
- nome del condizione o della combinazione di carico
- momento di progetto (M_{sD})
- momento resistente di progetto (M_{rD})
- un riepilogo dei risultati di calcolo e dei risultati intermedi

6.7. Progetto della trave in legno

EUROCODE 5 Il modulo Verifica legno può essere applicato alle seguenti sezioni e materiali in legno:
(EN 1995-1-1:2004)

- a) Rettangolare per legno massiccio, Legno lamellare incollato (Glulam) e per Legno piallato lamellare (LVL)
- b) Circolare per legno massiccio



Proprietà dei materiali Il database materiali contiene le proprietà dei materiali in legno come, il legno massiccio, Glulam and 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'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.

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.

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):

$$f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{m,d}$ (Legno massiccio, Legno lamellare incollato Glulam, e legno piallato lamellare LVL):

$$f_d = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{t,0,d}$ (Legno massiccio e Legno lamellare incollato Glulam)

$$f_d = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

In caso di $f_{t,0,d}$ (Legno piallato lamellare LVL):

$$f_d = \frac{k_{mod} \cdot k_l \cdot f_k}{\gamma_M}$$

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:

$$\text{Legno massiccio: } k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}; 1,3 \right\} \quad (\text{se } \rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3)$$

$$\text{Legno lamellare incollato Glulam: } k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1}; 1,1 \right\}$$

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:

$$\text{LVL: } k_h = \min \left\{ \left(\frac{300}{h} \right)^s; 1,2 \right\} \quad (\text{dove la } s \text{ è la dimensione dell'esponente dell'effetto})$$

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:

$$k_l = \min \left\{ \left(\frac{3000}{l} \right)^{\frac{s}{2}}; 1,1 \right\} \quad (\text{dove la } s \text{ è la dimensione dell'esponente dell'effetto})$$

l è la lunghezza della trave espressa in mm.

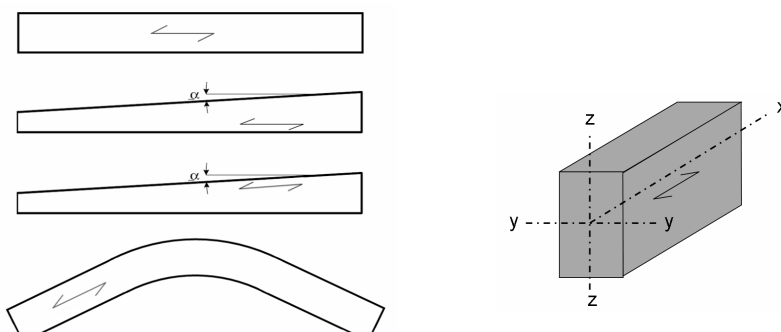
Lunghezza di riferimento: 3000 mm

*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)
 - 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.



<i>Verifiche</i>	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)

<i>Parametri</i>	$\lambda_{rel,y}$ 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 può essere di Trazione o di Compressione
Tenso flessione (EN 1995-1-1, 6.2.3)

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Presso flessione (EN 1995-1-1, 6.2.4)

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove,

$k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari

$k_m = 1,0$ per tutti i altri casi

Compressione- (EN 1995-1-1, 6.3.2)

Momento-
Instabilità

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

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)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

Presso flessione (EN 1995-1-1, 6.3.3)

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

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:

$$\frac{|\sigma_{mt,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad \text{e} \quad \sigma_{mt,d} = \frac{M_d}{W_y} + \frac{N_d}{A} < 0$$

dove,

k_{crit} è il coefficiente di riduzione di instabilità torsionale laterale secondo la tabella seguente:

$\lambda_{rel,m} \leq 0,75$	$k_{crit} = 1,0$
$0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$	$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$
$\lambda_{rel,m} \leq 0,75$	$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$

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) e Torsione

$$\text{MAX} \left[\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}} ; \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \right] \leq 1$$

Sforzo (z) e Torsione

$$\text{MAX} \left[\frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,d}} ; \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \right] \leq 1$$

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)

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}} \leq 1 \quad \text{dove,}$$

k_{dis} è un coefficiente che tiene conto dell'effetto della distribuzione della tensione

nella zona di colmo; ($k_{dis} = 1,4$ per travi curve)

k_{vol} è un coefficiente di volume; ($k_{vol} = [V_0/V]^{0,2}$)

Parametri di progetto



Spessore strato In caso di Legno lamellare incollato (Glulam) deve essere definito lo spessore dello strato.

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 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.

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

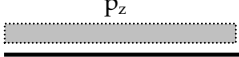
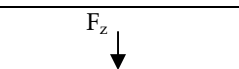
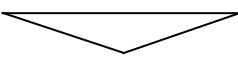
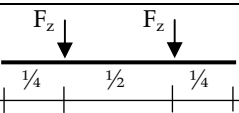
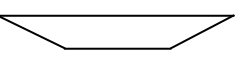
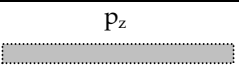
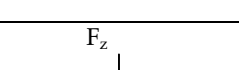
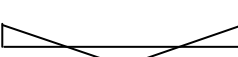
Quando il carico non è applicato al centro di gravità, il programma modifica la lunghezza effettiva secondo quanto segue:

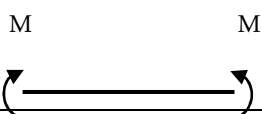
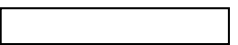
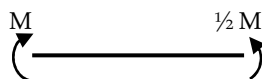
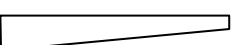
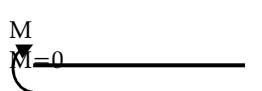
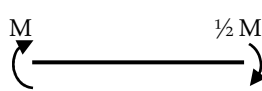
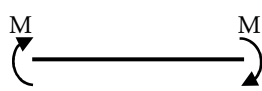
- se il carico è applicato al lembo compresso dell'asta, la l_{ef} è aumentata di $2h$

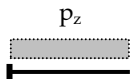
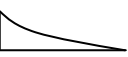
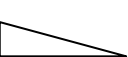
- se il carico è applicato al lembo teso dell'asta, la l_{ef} è diminuita di $0,5h$

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

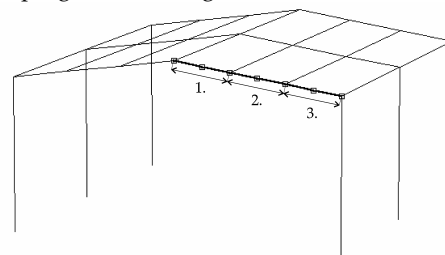
Condizione di carico (carico su mensola)	Diagramma del momento flettente M_y	Le condizioni di vincolo (nell'asse $x-y$)
		
		0,5
		0,8

Progetto dei elementi

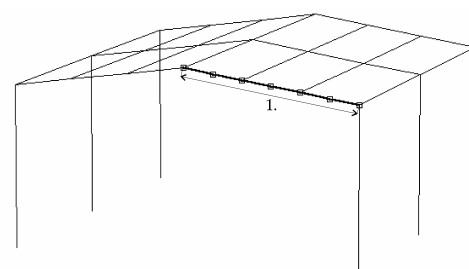
Il progetto viene eseguito sui elementi di progetto che possono consistere in uno o più elementi finiti (travi e / o nervature). Un gruppo di elementi finiti può diventare un elemento di progettazione solo se gli elementi finiti nel gruppo soddisfano alcuni requisiti controllati dal programma: di essere 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.

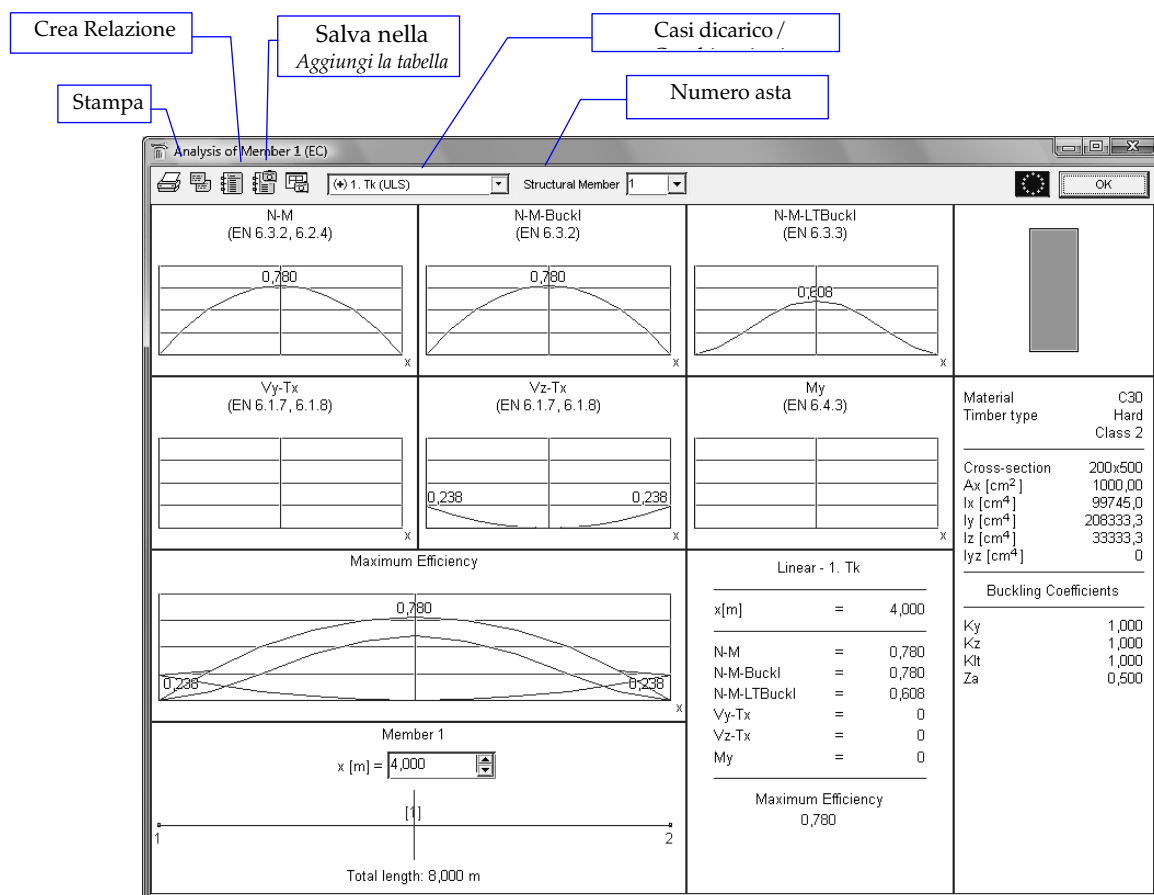


Gli elementi finiti selezionati diventano un elemento di progetto indipendente dagli altri elementi finiti connessi a questo elemento.



Diagrammi

Cliccando su un elemento, il programma visualizza i diagrammi che corrispondono a tutte le verifiche.



7. AxisVM Viewer come Esperto di Visualizzazione

AxisVM Viewer AxisVM Viewer è una versione scaricabile, gratuitamente che si utilizza per visualizzare i modelli costruiti con il programma AxisVM, senza apportare modifiche. Non è disponibile la stampa del disegno e della relazione.

Questo programma permette una dettagliata presentazione del modello, anche se il programma Axis VM 10 non è stato installato.



Se si desidera che altri utenti possano visualizzare un proprio lavoro come base per i loro modelli, è possibile salvarlo in formato AxisVM Viewer (*.AXV) (vedere File / Esporta). La versione di AxisVM 10 non può leggere i file AXViewer. Mentre il programma AxisVM Viewer può leggere i file di AxisVM 10.

Questo formato garantisce la protezione del lavoro.

AxisVM Viewer Expert I proprietari della versione AxisVM10 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.

Pagina lasciata intenzionalmente in bianco

8. Programmazione di AxisVM

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.com.

Pagina lasciata intenzionalmente in bianco

9. Schemi di introduzione dati passo per passo

9.1. Modello Reticolare Piano

Geometria

Creazione geometria (per esempio nel piano X- Z).

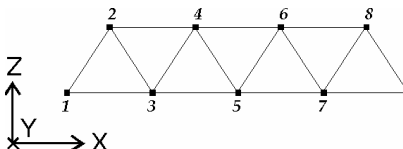
- 1.) Imposta la vista X-Z



- 2.) Disegna la geometria.



Polilinea



Elementi

- 1.) Definizione Elementi Reticolari.



Elemento Reticolare

Seleziona le linee aventi stessa sezione e materiale per definire gli Elementi Reticolari.

- 2.) Caricamento delle caratteristiche dei materiali dalla libreria dei materiali



Caricamento (Acciaio FE 430)

- 3.) Selezione della sezione trasversale dal database



Caricamento ($\varnothing 76 \times 7.0$)

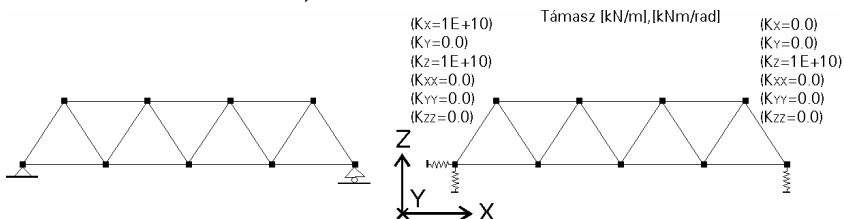
- 4.) Definizione Appoggi Elastici Nodali.



Appoggio Elastico Nodale

Globale

Riferimento



Seleziona nodi aventi le stesse proprietà per definire gli Appoggi Elastici nodali.

- 5.) Definizione dei gradi di libertà nodali.



DOF Nodali

Seleziona tutti i nodi per definire i gradi di libertà nodali. Scegli dalla lista *Struttura Reticolare nel piano X-Z*.

Carichi

- 1.) Definizione casi e combinazioni di carico.



Casi e Gruppi di Carico



Combinazioni

- 2.) Applicazione carichi (nodali, termici, difetto di lunghezza, peso proprio).



Nodale



Peso proprio



Differenza di temperatura

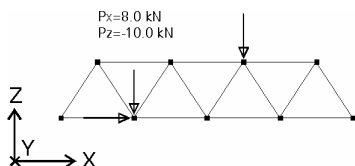


Difetto di lunghezza



Penetrazione/Precompressione

- 3.) Seleziona gli Elementi Reticolari aventi stesso carico.



Statica

Esegui l'analisi statica lineare.



9.2. Modello Telaio Piano

Geometria

Creazione geometria (per esempio in X-Z).

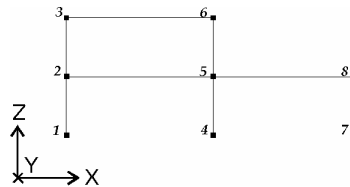
- 1.) Imposta la vista X-Z.



- 2.) Disegna la geometria.



Polilinea



Elementi

- 1.) Definizione elementi trave.



Trave

- 2.) Caricamento delle caratteristiche dei materiali dalla libreria dei materiali



Caricamento (es. Acciaio FE 430)

- 3.) Selezione della sezione trasversale dal database



Caricamento (es. Ø76x7.0)

Selezionare le linee aventi la stessa sezione e materiale per definire gli elementi trave

- 4.) Definizione elementi di appoggio elastico nodale.



**Appoggio
Elastico Nodale**



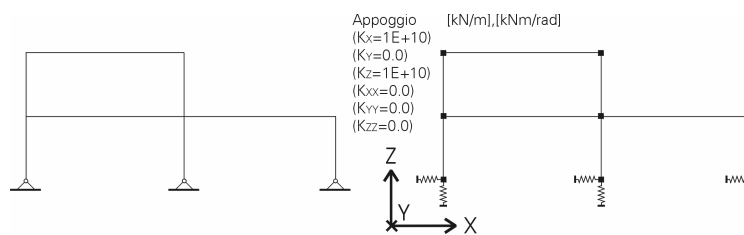
Globale



Relativo alla linea



Locale



Seleziona nodi aventi le stesse proprietà per definire gli elementi di appoggio elastico nodale.

- 5.) Definizione dei gradi di libertà nodali.



DOF Nodali

- Seleziona tutti i nodi per definire gradi di libertà. Scegli dalla lista *Fotogramma nel piano X-Z*.

Carichi

- 1.) Definizione casi e combinazioni di carico.



Casi e Gruppi di Carico



Combinazioni

- 2.) Applicazione carichi (nodali, concentrati, distribuiti, peso proprio, differenza di temperatura, difetto di lunghezza, penetrazione/precompressione).



Nodale



Nodale su punto interno ad una linea



Carico distribuito su linea



Peso proprio dell'elemento



Differenza di temperatura

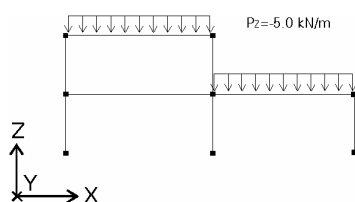


Difetto di lunghezza



Penetrazione/precompressione

- 3.) Selezionare gli elementi trave aventi lo stesso carico.



Statica

Esegue l'analisi lineare statica.



9.3. Modello Piastra

Geometria

Creazione geometria (per esempio nel piano x-y).

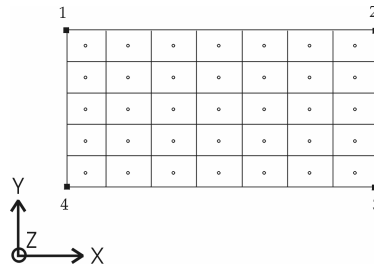
- 1.) Imposta la vista X-Y.



- 2.) Disegna la maglia dell'elemento.



Quadrilateri



Elementi

- 1.) Definizione elementi dominio.



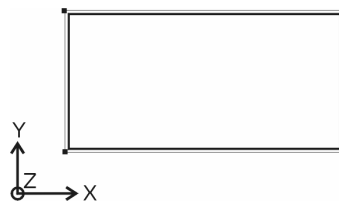
Dominio



Materiale



Spessore

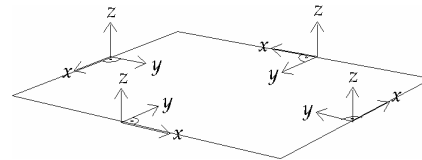


Seleziona le superfici triangolari/quadrilatere aventi stesso materiale, direzioni locali e spessore, per definire elementi dominio.

- 2.) Definizione appoggi elastici nodali.



**Appoggio elastico
nodale**



**Appoggio elastico
su linea**



Relativo alla linea



Globale



Si possono definire elementi di appoggio elastico superficiale (fondazione elastica alla Winkler).

Prima selezionare gli elementi bidimensionali, poi i bordi appoggiati, per definire appoggi elastici lineari. Se si scelgono condizioni di vincolo relative al bordo, il bordo rappresenterà la direzione x, e la direzione y sarà perpendicolare al bordo nel piano della superficie (secondo la regola della mano destra), e la direzione z sarà perpendicolare al piano della superficie.

- 3.) Definizione gradi di libertà nodali.



DOF Nodali

Selezionare tutti i nodi per definire i gradi di libertà nodali. Scegliere dalla lista *Piastra nel piano X-Y*.

Carico

- 1.) Definizione di casi e combinazioni di carico.



Casi e Gruppi di Carico



Combinazioni

- 2.) Applicazione carichi (nodali, lineari, superficiali, peso proprio).



Nodale indipendente dalla mesh



Lineare indipendente dalla mesh



Uniforme su superficie



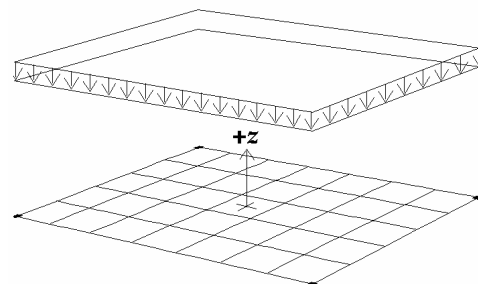
Peso proprio



Differenza di temperatura

Selezionare elementi aventi lo stesso carico.

La direzione dei carichi distribuiti è perpendicolare al piano della superficie, e il segno del carico è lo stesso dell'asse locale z della piastra (per esempio $p_z = -10.00 \text{ KN/m}^2$).



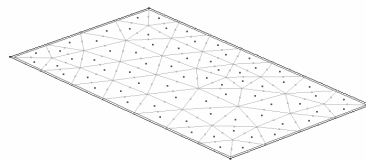
Elementi

- 1.) Generazione della mesh



-selezione del dominio

-inserisci la dimensione media degli elementi (per esempio: 0,5 m)



- 2) Definizione gradi di libertà nodali.



DOF Nodali

Selezionare tutti i nodi per definire i gradi di libertà nodali. Scegliere dalla lista *Piastra nel piano X-Y*.

Statica

Esegue l'analisi statica lineare.



9.4. Modello Membrana

Geometria

Creazione geometria (per esempio nel piano X-Z).

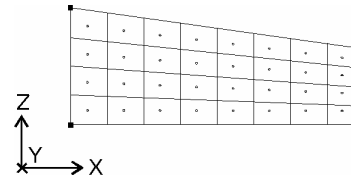
- 1.) Imposta la vista x-z.



- 2.) Disegna la maglia dell'elemento.



Quadrilateri



Elementi

- 1.) Definizione di un vettore o punto di riferimento.



**Elementi
Bidimensionali**



Membrana

Seleziona quadrilateri/triangoli aventi lo stesso materiale, direzioni locali e spessore per definire gli elementi membrana.

- 2.) Caricamento delle caratteristiche dei materiali dalla libreria dei materiali

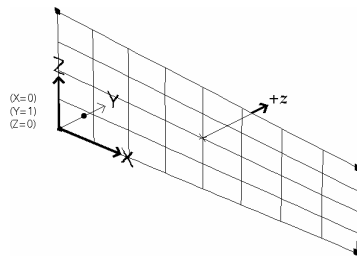


Caricamento

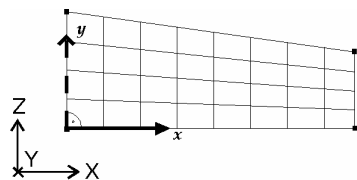
(Calcestruzzo C20/25)

- 3.) Definire lo spessore (per esempio: 200 mm)

- 4.) Il programma genera automaticamente il sistema di riferimento locale degli elementi



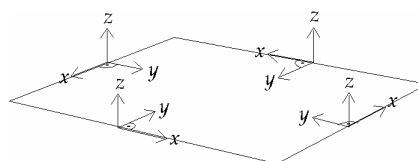
n_x, n_y, n_{xy} sollecitazioni interne riferite alle direzioni x, y locali



- 5.) Definizione dei vincoli.



**Appoggio
elastico
nodale**





**Appoggio
elastico su
linea**



**Relativo alla
linea**



Globale



Si possono anche definire appoggi superficiali (platea di fondazione elastica alla Winkler).

Per primo seleziona gli elementi bidimensionali e poi i bordi appoggiati per definire gli appoggi lineari.

Se si scelgono condizioni di vincolo relative al bordo, il bordo rappresenterà la direzione x , e la direzione y sarà perpendicolare al bordo nel piano della superficie (secondo la regola della mano destra) e la direzione z sarà perpendicolare al piano della superficie.

- 6.) Definizione gradi nodali di libertà.



DOF Nodali

Seleziona tutti i nodi per definire i gradi di libertà nodali. Scegliere dalla lista *Membrana nel piano X-Y*.

Carichi

- 1.) Definizione casi e combinazioni di carico.



**Casi e Gruppi di
Carico**



Combinazioni

- 2.) Applicazione carichi (nodali, lineari, superficiali, peso proprio).



Nodale



**Uniforme su linea
indipendente dalla mesh**



Uniforme su superficie



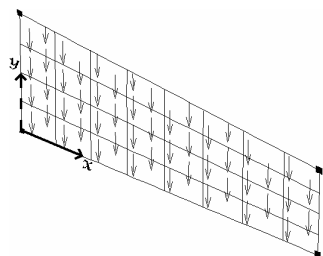
Peso proprio



Differenza di temperatura

Seleziona gli elementi aventi lo stesso carico.

La direzione del carico distribuito è determinata dalle direzioni locali x - y della membrana (per esempio: $p_y = -10.00 \text{ kN/m}^2$).



Statica

Comincia una analisi statica lineare.



9.5. Analisi con spettro di risposta

Geometria

Vedere... 9-7.4 Schemi di introduzione dati.

Elementi

Vedere... 9-7.4 Schemi di introduzione dati.

Carichi/1

- 1.) Applicazione carichi.



Casi di Carico

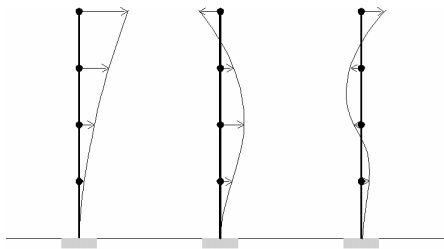
- 2.) Applicazione di tutti i carichi gravitazionali che si vogliono prendere in considerazione considerati come masse nell'analisi dinamica che precede l'analisi statica.

Analisi/1



- 1.) Compimento analisi dinamica. Si richiedono almeno tre modi di vibrare per l'analisi dinamica di strutture piane e nove per strutture spaziali.

Includere il caso di carico gravitazionale descritto al punto Carichi/ 1 nell'analisi dinamica e abilitare la cella Converti carichi in masse.



Carichi/2

- 1.) Impostazione di un caso di carico sismico.



Casi di Carico

- 2.) Definizione parametri di carico sismico.



Azione Sismica

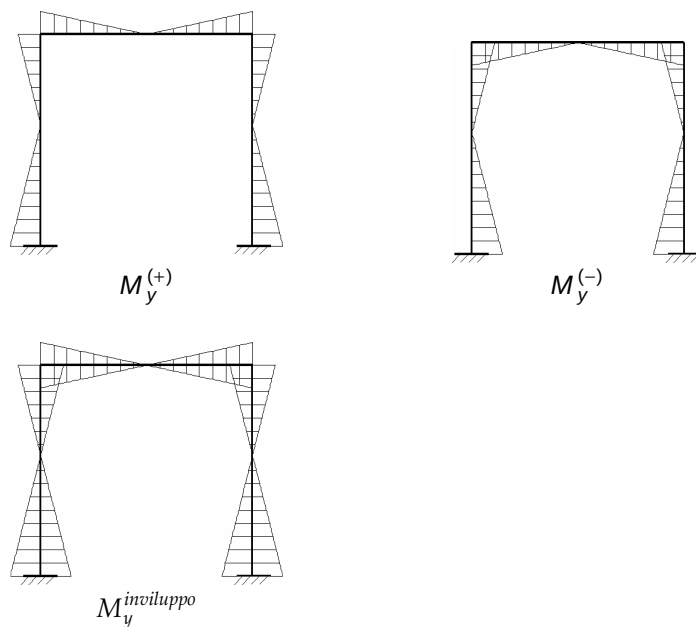
Analisi/2



Esegui una analisi statica lineare.

Quando si generano i casi di carico di tipo sismico, vengono creati due casi. Il caso avente il suffisso + conterrà le azioni sismiche positive mentre l'altro, avente suffisso -, conterrà le azioni sismiche negative. Inoltre vengono forniti i risultati per ogni modo di vibrare (corrispondenti ai casi di carico con suffisso 01,02,...n), che possono essere usati per creare ulteriori combinazioni o combinazioni critiche.

Vedere...4.10.20 Carichi Sismicirniti i risultati per ogni modo di vibrare (corrispondenti ai casi di carico con suffisso 01,02,...n), che possono essere usati per creare ulteriori combinazioni o combinazioni critiche.

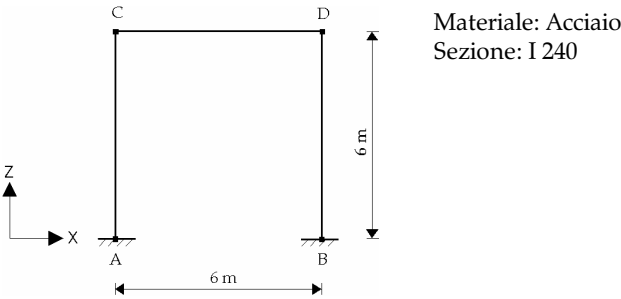


10. Esempi

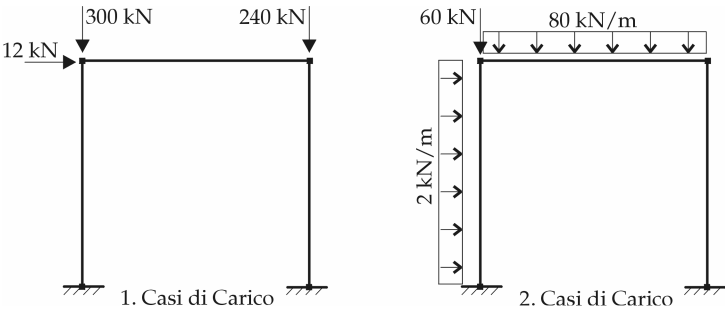
10.1. Analisi Statica Lineare di un Telaio Piano di Acciaio

Inserimento dati AK-ST-I.axs

Geometria:



Carichi:



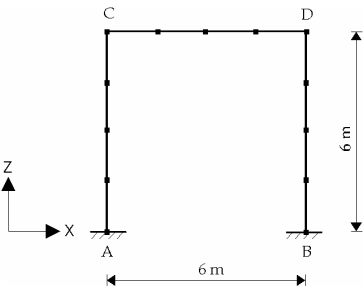
Risultati AK-ST-I.axe

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

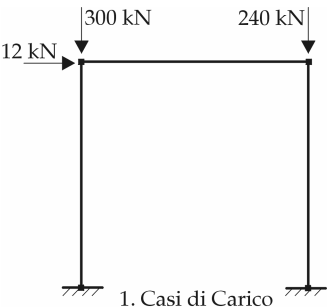
Inserimento dati AK-ST-II.axs

Geometria:

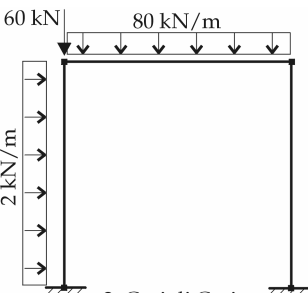


Materiale: Acciaio
Sezione: I 240

Carichi:



1. Casi di Carico



2. Casi di Carico

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

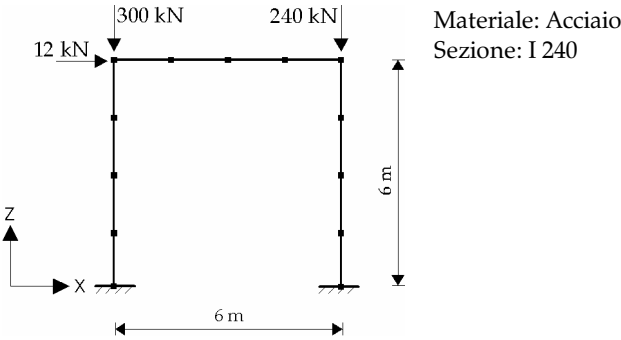
Verifica

L'equilibrio deve essere verificato considerando le frecce.

10.3. Analisi di Instabilità di un Telaio Piano in Acciaio

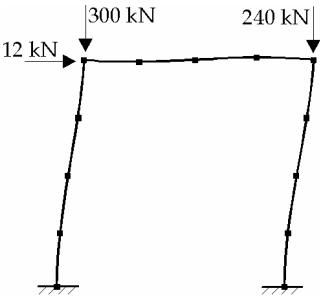
Inserimento dati AK-KI.axs

Geometria e carichi:



Risultati AK-KI.axe

Modo di Instabilità:

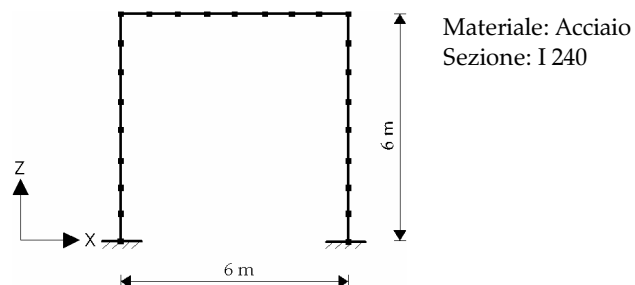


Moltiplicatore di Carico critico	Cosmos/M™	AxisVM
n _{cr}	6.632	6.633

10.4. Analisi Dinamica (del I Ordine) di un Telaio Piano in Acciaio

Inserimento dati AK-RZ-I.axs

Geometria:



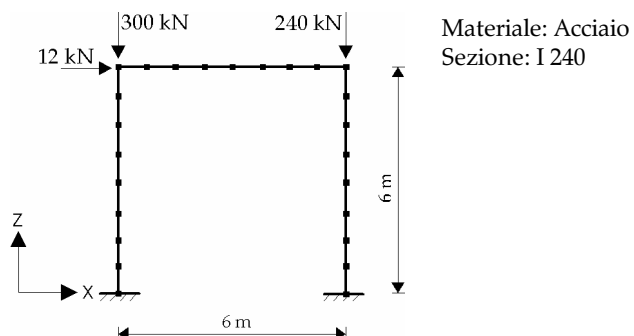
Risultati AK-RZ-I.axe

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:



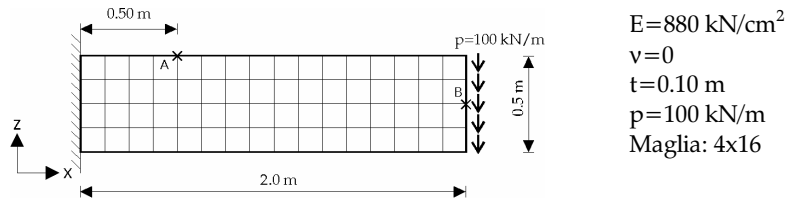
Risultati

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

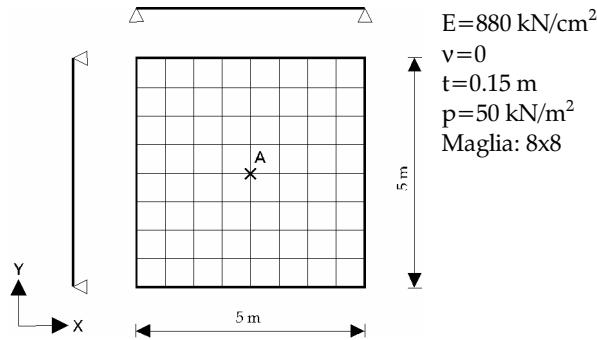


Risultati VT1-ST-I.axe

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

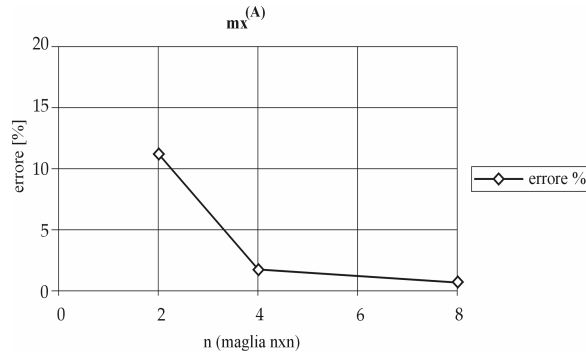
Inserimento dati VL1-ST-I.axs



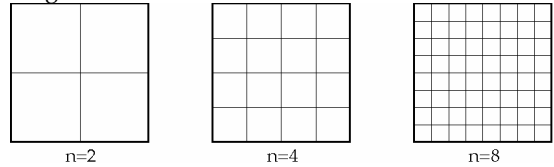
Risultati

Componente	Analitici (escluse deformazioni di taglio)	AxisVM (incluse deformazioni di taglio)
$e_z^{(A)} \text{ [mm]}$	51.46	51.46
$m_x^{(A)} \text{ [kNm/m]}$	46.11	46.31

Analisi di convergenza



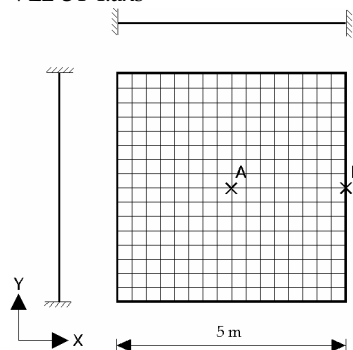
Maglie:



10.8. Analisi Statica Lineare di una Piastra Incastrata in Calcestruzzo Armato.

Inserimento dati

VL2-ST-I.aks

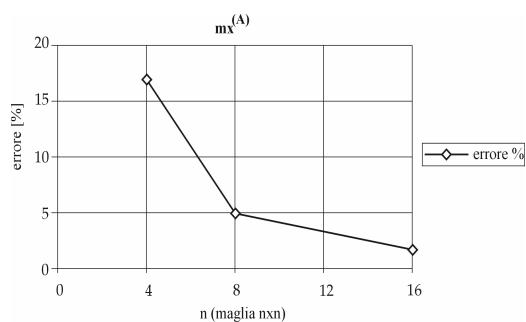
 $E = 880 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0$ $t = 0.15 \text{ m}$ $p = 50 \text{ kN/m}^2$

Maglia: 16x16

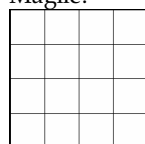
Risultati

VL2-ST-I.axe

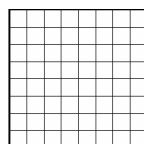
Componente	Analitici (escluse deformazioni di taglio)	AxisVM (incluse deformazioni di taglio)
$e_z^{(A)}$ [mm]	16.00	16.18
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	22.01	22.15
$m_x^{(B)}$ [kNm/m]	64.43	63.25
$q_x^{(B)}$ [kN/m]	111.61	109.35



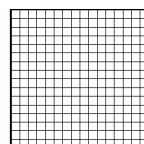
Maglie:



n=4



n=8



n=16

11. Riferimenti

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., Csizmas F.**, *Numerikus módszerek mérnököknek*, Akadémiai Kiadó · Typotex, 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. Bölskei E., Dr. Dulácska E.**: *Statikusok könyve*, Műszaki Könyvkiadó, 1974
13. **Dr. Dulácska Endre**: *Kisokos, Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez*, BME Építésmérnöki 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. **Eurocode 2**, EN 1992-1-1:2004
22. **Eurocode 3**, EN 1993-1-1:2005
23. **Eurocode 3**, EN 1993-1-3:2006
24. **Eurocode 3**, EN 1993-1-5:2006
25. **Eurocode 5**, EN 1995-1-1:2004
26. **Eurocode 8**, EN 1998-1-1:2004
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

otazioni