

Manuale dell'utente
Strutture 3D

Strutture 3D

Manuale dell'utente



Software per
Architettura,
Ingegneria
ed **Edilizia**

CYPE Ingenieros, S.A.
Avda. Eusebio Sempere, 5
03003 **Alicante**
Tel. (+34) 965 92 25 50
Fax (+34) 965 12 49 50
cype@cype.com

www.cype.it

IMPORTANTE: QUESTO TESTO RICHIEDE LA SUA ATTENZIONE E LETTURA

L'informazione contenuta in questo documento è proprietà di CYPE Ingenieros S.A. e non può essere né riprodotta né trasferita in nessun modo e attraverso nessun mezzo, sia esso elettronico o meccanico, sotto nessuna circostanza, senza la previa autorizzazione scritta di CYPE Ingenieros S.A. L'infrazione dei diritti di proprietà intellettuale può rappresentare un reato (art. 270 e seguenti del Codice Penale).

Questo documento e l'informazione in esso contenuta sono parte integrante della documentazione che accompagna la Licenza d'Uso dei programmi informatici di CYPE Ingenieros S.A. e sono da essa inseparabili. Pertanto essa è protetta dalle stesse leggi e dagli stessi diritti.

Non dimentichi che dovrà leggere, comprendere ed accettare il Contratto di Licenza d'Uso del software di cui fa parte questa documentazione prima di utilizzare qualsiasi componente del prodotto. Se NON accetta i termini del Contratto di Licenza d'Uso, restituisca immediatamente il software e tutti gli elementi allegati al luogo in cui lo ha acquistato per ottenere un rimborso completo.

Questo manuale corrisponde alla versione del software denominata Strutture 3D da CYPE Ingenieros S.A. L'informazione contenuta in questo documento descrive sostanzialmente le caratteristiche e i metodi di gestione del programma o dei programmi che lo accompagnano. L'informazione contenuta in questo documento può essere stata modificata in seguito all'edizione stampata di questo libro senza previo avviso. Il software che accompagna questo documento può essere sottoposto a modifiche senza previo avviso.

CYPE Ingenieros S.A. dispone di altri servizi tra cui si trova il servizio Aggiornamenti che le consentirà di acquistare le ultime versioni del software e la relativa documentazione. Se presenta dubbi relativamente a questo scritto o al Contratto di Licenza d'Uso del software o desidera mettersi in contatto con CYPE Ingenieros S.A. può rivolgersi al suo Distributore Locale Autorizzato o al Dipartimento Post-vendita di CYPE Ingenieros S.A. al seguente indirizzo:

Avda. Eusebio Sempere, 5 • 03003 Alicante (Spagna) • Tel: +34 965 92 25 50 • Fax: +34 965 12 49 50 • www.cype.com

© CYPE Ingenieros, S.A.

Pubblicato e stampato ad Alicante (Spagna)

Windows ® è un marchio registrato di Microsoft Corporation ®

STRUTTURE 3D

1. Descrizione del programma	7
1.1. Funzioni base	7
1.1.1. Come inserire un nodo	7
1.1.2. Come inserire un'asta	8
1.1.3. Selezione di elementi	8
1.1.4. Criteri di ordinamento dei nodi di un'asta	8
1.1.5. Sistemi di riferimento	8
1.1.6. Creazione di finestre con nuove viste della struttura	9
1.2. Sezioni delle aste in acciaio	10
1.2.1. Alluminio estruso	12
1.2.2. Sezioni speciali in alluminio	13
1.2.3. Aste in legno	15
1.2.4. Aste in calcestruzzo	16
1.2.5. Aste generiche	17
1.3. Inserimento di una struttura	17
1.3.1. Inserimento della geometria e della struttura	18
1.3.2. Descrizione di aste e loro proprietà	20
1.3.3. Collegamenti	25
1.3.4. Carichi e calcolo	25
1.3.5. Unioni	29
1.4. Fondazioni	30
1.4.1. Piastre di ancoraggio	30
1.4.2. Opzioni relative alle fondazioni	31
1.4.2.1. Limiti poligonali per plinti	36
1.4.3. Travi e cordoli di collegamento	37
1.5. Opzioni complementari	39
1.5.1. Assistente per l'inserimento dei dati	39
1.5.2. Generazione automatica della struttura usando file DXF o DWG	39
1.5.3. Esportazione di elenchi nei formati TXT, HTML, PDF, RTF e DOCX	40
1.5.4. Opzioni Annullare e Ripetere durante l'inserimento dei dati	40
1.5.5. Spostamento dell'immagine sullo schermo	40
1.5.6. Cambio del colore dello sfondo	40
1.5.7. Selezione di progetti aperti recentemente	41
1.5.8. Generazione automatica di combinazioni di carico	41
1.5.9. Categorie d'uso	42
1.5.10. Stati limite	42
1.5.10.1. Configurazione di combinazioni per ogni stato limite	43
1.5.10.2. Situazioni di progetto inserite dall'utente	43
1.5.11. Vista 3D	45
1.5.12. Esportazione in altri programmi	46
1.6. Help su schermo	48
1.6.1. Tasto F1	48
1.6.2. Icona punto interrogativo	48
1.6.3. Icona libro	48
1.6.4. Guida rapida	48
1.6.5. A proposito di.....	48

Presentazione

Strutture 3D è un programma efficiente concepito per eseguire il calcolo di strutture in 3D costituite da aste realizzate in qualsiasi materiale (acciaio, legno, alluminio).

Consente di ottenere azioni interne e spostamenti mediante un dimensionamento automatico; contiene inoltre una completissima base di dati di profilati in acciaio laminato, sagomato e saldato. È in grado di calcolare qualsiasi struttura eseguendo tutte le verifiche richieste dalle diverse normative in esso implementate.

Grazie alla generazione di viste, è possibile lavorare in 2D e in 3D in modo totalmente interattivo e con piena connettività. Se la struttura è realizzata in acciaio, è possibile ottenere il suo dimensionamento e la sua massima ottimizzazione. Gli elementi si quotano senza inserire né coordinate né mesh rigide.

1. Descrizione del programma

1.1. Funzioni base

Tutte le opzioni di Strutture 3D possono essere selezionate sia dal menu a tendina ubicato a destra che dal menu posizionato nella parte superiore della finestra di lavoro. Le due aree di selezione sono mostrate nella figura seguente:

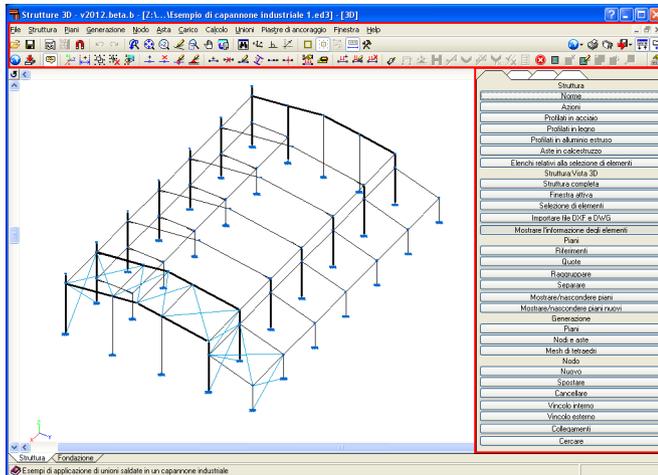


Fig. 1.1

1.1.1. Come inserire un nodo

Per inserire un nodo, bisogna cliccare sull'opzione **Nodo > Nuovo**.

Esistono quattro modalità per l'inserimento di un nodo.

1. **Per coordinate.** Si digitano le coordinate mediante la tastiera numerica del computer (la coordinata X seguita da un click su \downarrow , la coordinata Y seguita da un click su \downarrow e la coordinata Z seguita da un click su \downarrow).

2. **Cliccando direttamente sullo schermo.** Quando si lavora in una vista tridimensionale, è possibile inserire i nodi solamente su una delle linee di riferimento di colore azzurro o su un'asta. Quando si lavora in una vista bidimensionale, si può inserire un nodo in qualunque punto del piano. Se non esiste nessuna linea di riferimento, si può creare in qualsiasi momento.
3. **Cattura su DXF o DWG.** Strutture 3D consente di importare DXF e DWG solamente in 2 dimensioni. Una volta che compare sullo schermo una vista in una finestra 2D di un DXF o DWG, si può inserire un nodo cliccando il tasto sinistro del mouse grazie all'aiuto fornito dall'opzione **Riferimenti a oggetti**. Non è necessario quotare i nodi inseriti tramite questa procedura, per cui il DXF o DWG sarà già quotato.
4. **Importazione di un file di testo, di un DXF o un DWG.** In questi casi il programma elabora l'informazione di tali file e genera nodi e aste conformemente all'informazione contenuta. Si discuterà circa questi formati in un secondo momento.

Quando si inserisce un nodo in una finestra, sia essa in 2D o in 3D, è conveniente quotarlo subito.

È importante eseguire tale operazione il più presto possibile, altrimenti si corre il rischio di dimenticarsi e durante il calcolo può comparire il messaggio 'Nodo non quotato'. In quel momento può risultare difficile rilevare quale sia il nodo non quotato in una struttura costituita da centinaia di nodi.

Bisogna prestare molta attenzione nel distinguere una vista 2D da una vista 3D ruotata che potrebbe sembrare una vista 2D.

1.1.2. Come inserire un'asta

Si può introdurre un'asta cliccando su **Asta > Nuova**, seguendo gli stessi passi sopra descritti per quanto riguarda l'inserimento di un nodo.

Un'asta possiede un nodo iniziale e un nodo finale e per inserirla si opera nello stesso modo di quanto fatto per i nodi. Si può inoltre inserire un'asta tra due nodi esistenti.

1.1.3. Selezione di elementi

In generale, è possibile eseguire la distinzione tra due tipi di elementi:

1. Elementi di dimensione finita. Sono i nodi e le aste. Possono essere selezionati in due modi diversi:

- Cliccando il tasto sinistro del mouse su un elemento. Una volta selezionato, se clicca nuovamente su di esso, la selezione del nodo o dell'asta si annulla.
- Cliccando il tasto sinistro del mouse su un punto in cui non è presente nessun elemento; se si trascina il mouse continuando a mantenere premuto il tasto sinistro e si clicca nuovamente su un qualsiasi punto contenente un elemento, si crea un rettangolo che funge da finestra di cattura, con parte della struttura al suo interno. Se ci si muove con il cursore da sinistra a destra, il rettangolo comparirà disegnato mediante una linea tratteggiata e tutti gli elementi contenuti parzialmente o globalmente in esso rimangono selezionati. Questi ultimi si mostrano in arancione.

2. Elementi di dimensione non finita. Sono le linee di riferimento, cioè, le linee che si generano inserendo un nodo o un'asta. Sono di colore azzurro.

Si generano sempre tre linee di riferimento per ciascun nodo inserito, nella direzione dei tre assi principali. Se

si esegue un'opzione che implichi di selezionare una di queste linee, nel momento in cui si clicca il tasto sinistro del mouse su una di esse, quest'ultima rimane automaticamente selezionata. Cliccando nuovamente su di essa, la selezione si annulla. Se si clicca sull'intersezione di tre linee di riferimento, rimangono selezionate tutte e tre.

1.1.4. Criteri di ordinamento dei nodi di un'asta

Quando si introduce un'asta, il programma deve distinguere il nodo iniziale da quello finale. Il criterio di ordinamento dei nodi di un'asta, che non presenta nessuna relazione con l'ordine di inserimento dei suoi estremi, è il seguente: l'estremo 1 è quello che presenta la minor coordinata Z. Se quest'ultima è uguale in corrispondenza dei due estremi, l'estremo 1 è quello che presenta la minor coordinata Y. Se le coordinate Y di entrambi gli estremi sono uguali, l'estremo 1 coincide con quello che presenta la minor coordinata X.

1.1.5. Sistemi di riferimento

Esistono quattro sistemi di riferimento:

- Assi globali
- Assi locali dell'asta
- Assi locali del piano dell'asta
- Assi locali della sezione

Quando si parla di 'asta' si fa riferimento a una linea non materiale che coincide con l'asse longitudinale della sezione. La 'sezione' è un elemento materiale, che può essere in acciaio, in calcestruzzo o realizzata in qualsiasi altro materiale contemplato nel programma.

I primi tre sistemi di riferimento si utilizzano per inserire i carichi, mentre l'ultimo per la descrizione relativa all'instabi-

lità e per la consultazione dei risultati relativi a una determinata sezione.

- **Assi globali.** Sono quelli disegnati nell'angolo inferiore sinistro dello schermo e sono rappresentati tramite un triedro che indica le direzioni e i versi positivi degli assi.

- **Assi locali dell'asta.** In questo caso, l'asse X coincide con la direzione dell'asta.

L'asse Z è perpendicolare all'asse X, è contenuto in un piano verticale che a sua volta contiene l'asse X locale ed è parallelo all'asse Z globale.

Nel caso di asta verticale, cioè parallela all'asse Z globale, posto che esistono infiniti piani verticali contenenti l'asse X, il piano verticale di riferimento per ottenere l'asse Z locale è quello parallelo al piano ZY globale. L'asse Y è perpendicolare agli assi X e Z locali dell'asta.

Per quanto concerne i loro versi, quello positivo in direzione X è rivolto dal nodo 1 al nodo 2. Il verso positivo Z locale è sempre rivolto verso l'alto, cioè, se l'asse Z locale viene proiettato al di sopra dell'asse Z globale, presenta lo stesso verso positivo di quest'ultimo. Infine, il verso positivo dell'asse Y locale coincide con quello di avanzamento di una vite che ruota dall'asse Z locale all'asse X locale seguendo il tragitto più corto.

- **Assi locali del piano dell'asta.** Se si inserisce un'asta utilizzando una vista 2D, il piano dell'asta coincide precisamente con essa.

Se si introduce un'asta in una vista 3D, il piano dell'asta coincide con quello verticale, cioè quello che contiene l'asta e che, inoltre, è parallelo all'asse Z globale.

Sulla base di quanto sopra affermato, l'asse X locale del piano dell'asta è la proiezione dell'asse X locale dell'asta al di sopra dell'intersezione del piano dell'asta con il piano XY globale.

L'asse Z locale del piano dell'asta è la proiezione dell'asse Z locale dell'asta al di sopra dell'intersezione del suo piano con il piano ZY globale.

L'asse Y locale del piano dell'asta coincide con l'asse Y locale dell'asta.

- **Assi locali della sezione.** Nascono nel momento in cui si descrive l'asta, cioè, quando si specifica quale sezione presenterà (HEB, IPE, sezione rettangolare in calcestruzzo, ecc.). Gli assi locali della sezione coincidono con gli assi locali dell'asta, solamente che quando la sezione ruota, i suoi assi ruotano con essa, mentre gli assi locali dell'asta no.

Gli assi locali della sezione si mostrano anche quando si seleziona l'opzione **Descrivere asta** e quando si inseriscono i dati nell'opzione **Instabilità piana**.

Gli assi locali dell'asta e gli assi locali del piano dell'asta possono essere dedotti facilmente a partire dagli assi locali della sezione.

Inoltre, per la maggior parte delle strutture, è sufficiente avere chiaro quali sono gli assi globali e quali sono gli assi locali della sezione, che coincidono con quelli disegnati.

Per comprendere bene gli altri due sistemi di riferimento, bisogna leggere attentamente la loro descrizione e pensare a una visualizzazione in tre dimensioni.

1.1.6. Creazione di finestre con nuove viste della struttura

Per creare nuove finestre che mostrano viste in 2D e 3D, si usa l'opzione **Finestra > Aprire Nuova**. A questo punto compare un riquadro di dialogo contenente quattro opzioni:

- **Vista 2D di un piano ortogonale all'asse X, Y o Z.**
Per creare una nuova vista, si devono selezionare due linee complanari usando il mouse.

- **Vista 2D di un piano.** Per creare la vista desiderata, bisogna cliccare su tre nodi non allineati e contenuti all'interno di un piano.
- **Vista 3D di tutta la struttura.** Dopo aver cliccato su **Accettare**, si crea una nuova vista 3D dell'intera struttura.
- **Vista 3D di una parte della struttura.** Per visualizzare solamente una parte della struttura, si devono selezionare due punti per definire la diagonale del suo volume involuppo; questa operazione consente di visualizzare tutto ciò che è contenuto al suo interno.

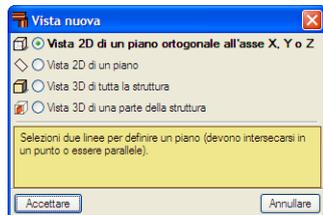


Fig. 1.2

1.2. Sezioni delle aste in acciaio

Le aste in acciaio, sia modificabili che deducibili dalla serie del progetto, possono presentare differenti disposizioni a seconda della forma e del materiale impiegato.

Quando si seleziona un profilo, è anche possibile stabilire la sua posizione e combinazione con altri elementi.

Le sue proprietà si specificano nelle opzioni che compaiono sullo schermo. Ad esempio, se si seleziona un profilato in acciaio laminato, si può decidere se lo stesso consista unicamente in un profilato semplice o se possieda calastrelli, fazzoletti d'angolo, se sia doppio a cassone con calastrelli, ecc.

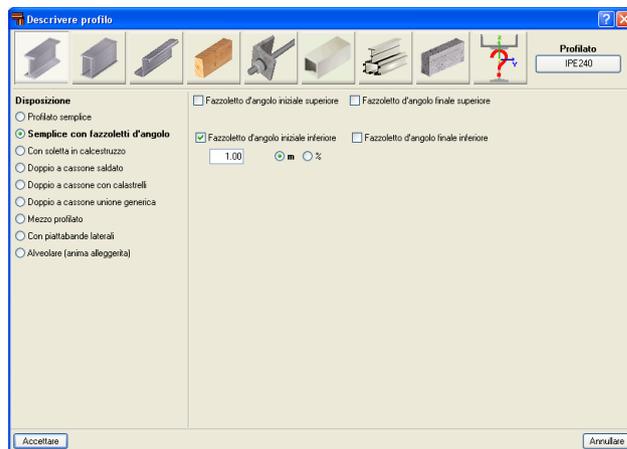


Fig. 1.3

Per un profilato doppio a cassone saldato, si può scegliere se si tratta di una saldatura continua o discontinua.

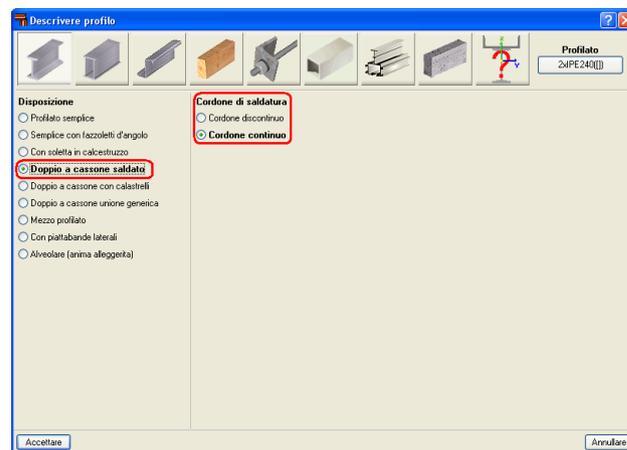


Fig. 1.4

Se si seleziona un profilato doppio a cassone con calastrelli, bisogna specificare la distanza (iniziale e finale) esistente tra i profilati. Si può inoltre definire il tipo di acciaio da utilizzare per i calastrelli, così come la distanza iniziale e finale tra i profilati o, alternativamente, spuntare la casella "Con distanza data", consentendo al programma di calcolarla.

I profilati con calastrelli possono essere definiti in due modi differenti:

- **Piattabanda generica.** In questo caso, il programma calcola la geometria della piattabanda.
- **Serie di piattabande.** In tal caso, il programma usa le serie rettangolari di piattabande per scegliere quella più idonea. Se la libreria usata nel progetto non contiene serie rettangolari di piattabande, l'opzione non sarà disponibile fino a quando si crea o importa una serie adeguata.

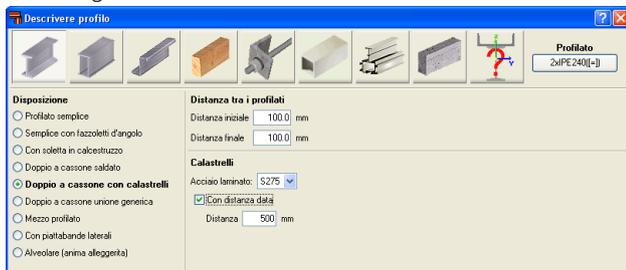


Fig. 1.5

Quando l'unione è generica, così come la distanza tra profilati, si può scegliere il tipo di collegamento:

- **Profilati Indipendenti.** L'elemento è trattato come due profilati indipendenti; se ne considera solamente uno quando si esegue la verifica nei confronti dell'instabilità o la verifica di snellezza.
- **Collegamento a distanza massima.** Il programma calcola la distanza tra le unioni generiche in modo tale che il profilato possa essere considerato come composto.

- **Collegamento a distanza data.** Bisogna specificare la distanza tra le unioni.



Fig. 1.6

Quando si seleziona un profilato con fazzoletti d'angolo, è possibile stabilire se questi ultimi siano disposti all'inizio o alla fine, superiormente o inferiormente.

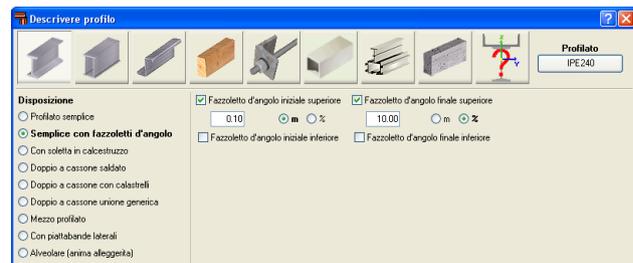


Fig. 1.7

Relativamente alle travi alveolari, esiste una serie di forme disponibili per quanto riguarda gli alveoli d'anima: esagonali, ottagonali o circolari. Bisogna indicare i rapporti dimensionali e il numero di alveoli pieni agli estremi della trave.

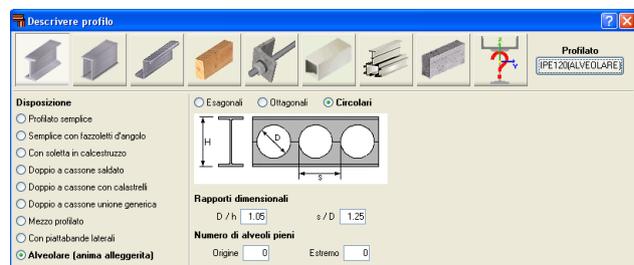


Fig. 1.8

Se si seleziona un profilato con una soletta in calcestruzzo, si devono specificare le larghezze reale ed effettiva della soletta, il suo spessore, la distanza dal profilato e attivare l'azione composta parziale. Bisogna inoltre indicare il tipo di calcestruzzo e il suo coefficiente di scorrimento viscoso.



Fig. 1.9

Nel caso di profilati in acciaio saldato, a seconda del profilato selezionato, le opzioni disponibili sono:

- **Profilato semplice.**
- **Doppio con unione generica.** Contiene opzioni simili a quelle contenute nei profilati in acciaio laminato quando si spunta la casella "Doppio a cassone unione generica".
- **Quadruplo con unione generica.** Questa opzione è simile alla precedente; la differenza consiste nel fatto che sono disponibili ulteriori opzioni quando si considera la distanza tra profilati.

All'interno delle opzioni relative ai profilati, è disponibile un'ampia varietà di profilati modificabili. Ad esempio, selezionando alla voce "Tipo di profilato" **Lamiera**, si può scegliere tra un tubo circolare cavo o un tubo a 6, 8, 10 o 12 lati. Inoltre si possono assegnare diametri differenti agli estremi iniziale e finale, in modo tale da poter definire profilati tronco-conici a sezione circolare, esagonale, ottagonale, decagonale e dodecagonale.

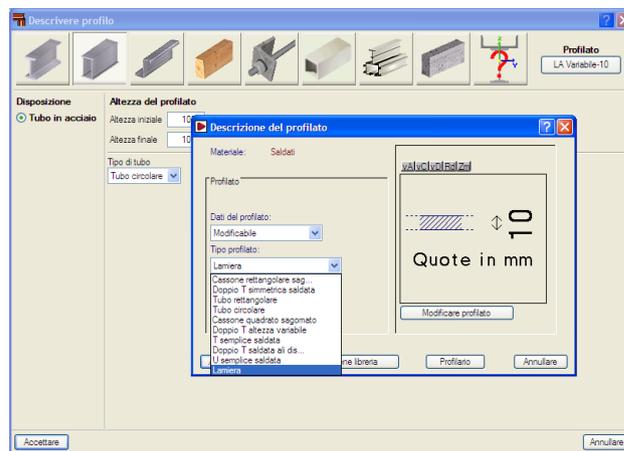


Fig. 1.10

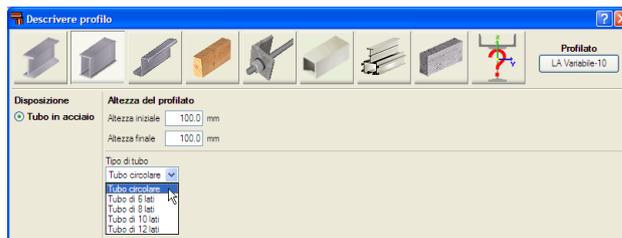


Fig. 1.11

Oltre ai profilati in acciaio laminato e saldato, il programma dispone di profilati in acciaio sagomato e di tiranti con le rispettive sezioni e opzioni.

Usando l'icona , è possibile ottenere ulteriori informazioni circa le varie opzioni.

1.2.1. Alluminio estruso

Il programma contempla l'opzione di utilizzare aste in alluminio estruso, progettate conformemente a quanto esposto nell'Eurocodice 9; esse vengono inserite nello stesso modo delle aste in acciaio.

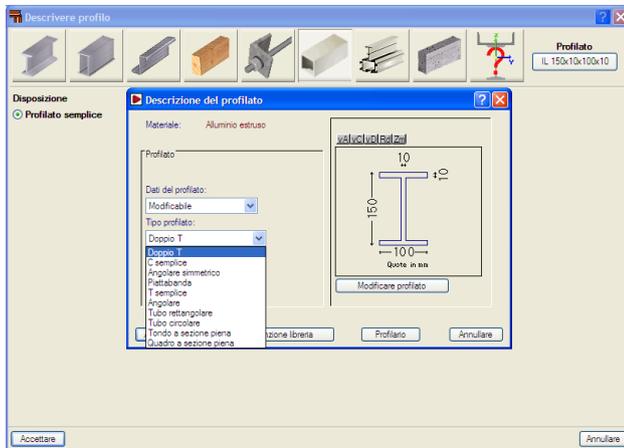


Fig. 1.12

1.2.2. Sezioni speciali in alluminio

Il processo di estrusione dell'alluminio consente di ottenere, oltre a profilati in lega di alluminio con sezioni trasversali standard, profilati con sezioni trasversali specifiche. Il programma usa un **editor di profilati in alluminio estruso**, il cui scopo è quello di agevolare il progetto e la verifica di aste in alluminio con sezioni trasversali specifiche.

Dopo aver cliccato sul bottone **Sezione speciale in alluminio**, si apre una finestra di dialogo con opzioni che consentono di creare, copiare, modificare e gestire una libreria contenente profilati speciali in alluminio estruso. Usando il bottone creare (o il bottone modificare, una volta definite le sezioni in alluminio estruso), si visualizza sullo schermo l'editor del profilato in alluminio estruso.

Il progetto specifico della sezione incrementa il range di sezioni trasversali disponibili, consentendo una combinazione ottimale che semplifica il processo costruttivo della struttura, con proprietà meccaniche che massimizzano l'efficienza della resistenza ottenuta con il minimo peso. Il programma offre inoltre la possibilità di usufruire di profilati irrigiditi senza dover impiegare profilati composti; ciò consente di evitare di ricorrere a saldature o bullonature corrispondenti.

Mediante l'editor dei profilati in alluminio estruso, è possibile creare qualsiasi sezione: aperta, cellulare, costituita da elementi piani in parete sottile, ecc. Le stesse possono essere utilizzate nell'analisi strutturale per procedere con il calcolo di resistenza, compresi i corrispondenti elenchi di verifica.

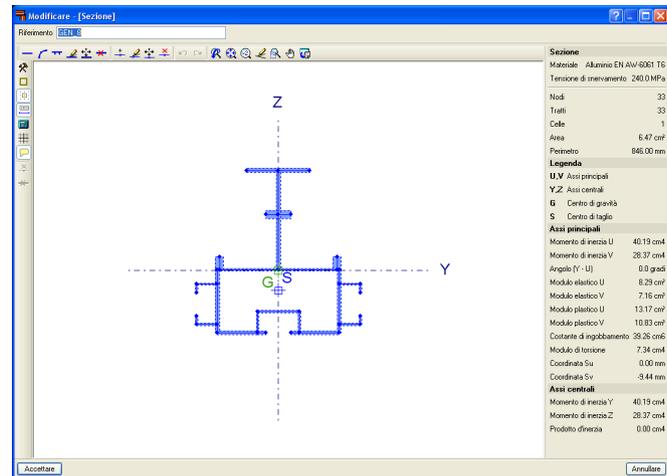


Fig. 1.13

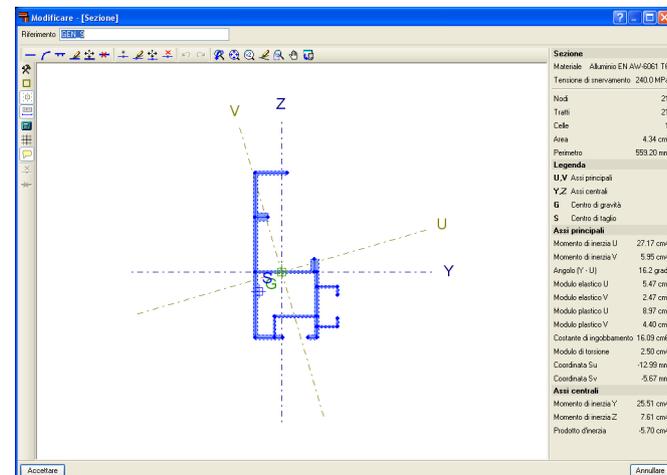


Fig. 1.14

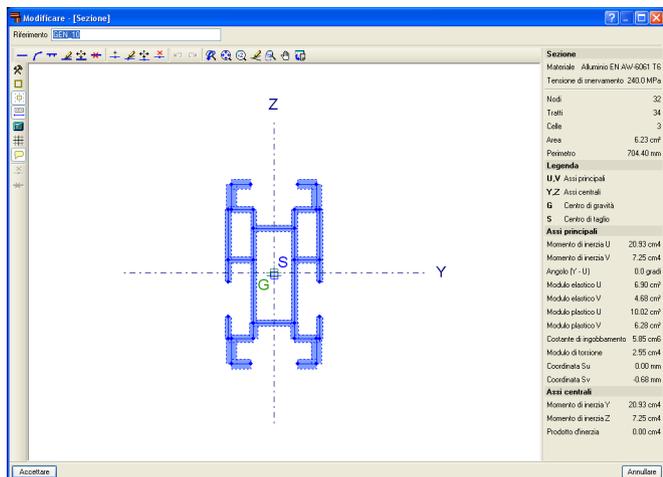


Fig. 1.15

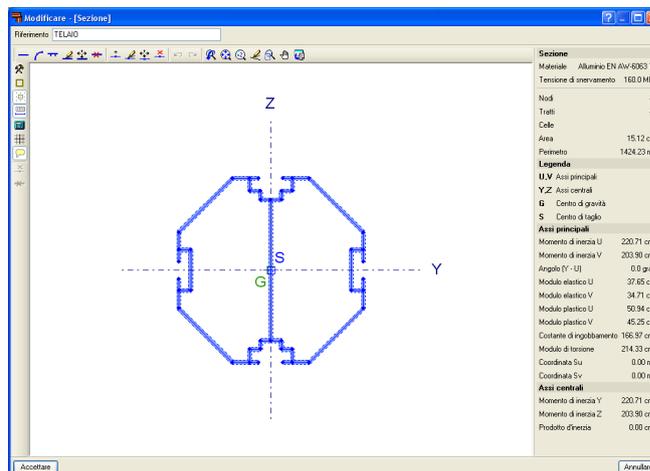


Fig. 1.17

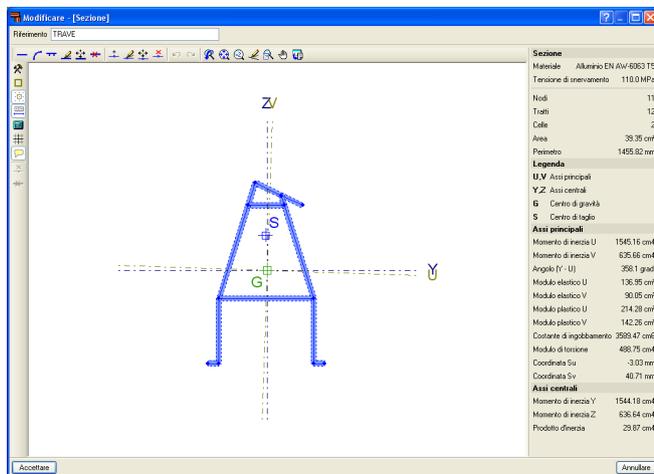


Fig. 1.16

L'editor mostra informazioni circa le proprietà meccaniche e torsionali della sezione lorda richieste dall'analisi strutturale, che si aggiornano in seguito a qualsiasi modifica eseguita nella stessa. Si mostrano, tra gli altri, i valori dell'area, dei momenti e dei prodotti d'inerzia, del modulo di torsione, della costante di ingobbamento e delle coordinate del centro di taglio.

Usando la resistenza calcolata delle sezioni create mediante l'editor, si verifica la sezione per le azioni interne derivanti dall'analisi strutturale. L'analisi incorpora un calcolo automatico della suscettibilità della sezione all'instabilità locale di elementi in parete sottile costituenti la sezione trasversale, ipotizzando che ciascuno di essi subisca individualmente il fenomeno dell'instabilità. Al fine di considerare altri modi instabili, esiste la possibilità di modificare il fattore di lunghezza efficace; tale modifica si ripercuote sul parametro di snellezza di ciascun elemento. La classificazione della sezione avviene sulla base del calcolo precedente e, tramite essa, è possibile ricavare le proprietà effettive, elastiche o plastiche, che si useranno in seguito per condurre le verifiche di resistenza.

1.2.3. Aste in legno

Le aste in legno possono presentare sezione circolare, quadrata, rettangolare e rettangolare ad altezza variabile.

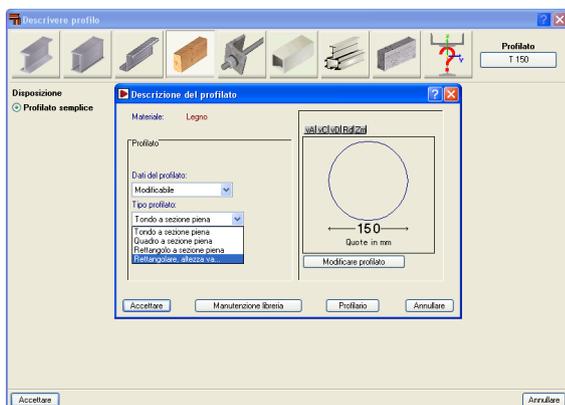


Fig. 1.18

Strutture 3D esegue il calcolo di strutture in legno e il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali conformemente a quanto esposto nell'Eurocodice 5 (compresa la verifica di resistenza al fuoco).

I profilati in legno si definiscono nello stesso modo di quelli in acciaio, vale a dire usando l'opzione **Asta > Descrivere profilo**. È disponibile un profilario contenente i profilati in legno più comuni; si può gestire la libreria in una maniera simile a quella contenente profilati in acciaio, per cui è possibile modificarla e personalizzarla.

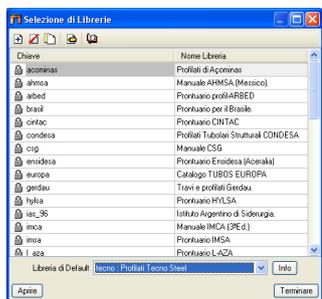


Fig. 1.19

Bisogna assegnare una classe di servizio, dipendente dall'ambiente, al legno utilizzato nelle strutture:

- Classe di servizio 1: è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria che eccede il 65% solo poche settimane all'anno.
- Classe di servizio 2: è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria che eccede l'85% solo poche settimane all'anno.
- Classe di servizio 3: condizioni climatiche che conducano a contenuti di umidità maggiori rispetto a quelli della classe di servizio 2.

La classe di servizio deve essere specificata una volta definita la sezione utilizzando l'opzione **Asta > Descrivere profilo**. Su può inoltre indicare cliccando su **Struttura > Profilati in legno**; all'interno del riquadro di dialogo che compare, è possibile attivare la verifica di resistenza al fuoco conformemente all'Eurocodice 5, parte 1-2. Il calcolo si conduce mediante il metodo della sezione ridotta che verifica la capacità portante di ciascun elemento usando una sezione efficace, ricavabile a sua volta sottraendo lo spessore di carbonizzazione efficace dalla sezione iniziale.

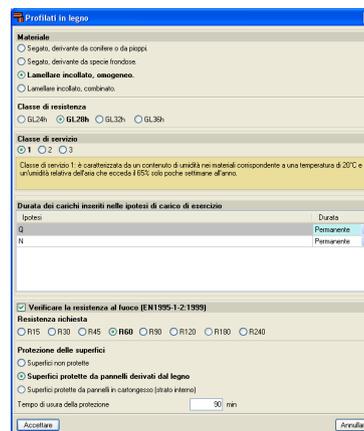


Fig. 1.20

La profondità efficace di carbonizzazione si determina in funzione della velocità di carbonizzazione del legno per la resistenza richiesta, tenendo in considerazione se è stata applicata una superficie protettiva (in termini di tavole realizzate in un materiale derivato dal legno o dal cartongesso) e il suo rispettivo periodo di usura, se lo possiede.

La verifica del profilato si esegue in un modo simile a quello seguito per profilati in acciaio e in alluminio. Una volta calcolate le azioni interne nelle aste (**Calcolo > Calcolare**), tutte le sezioni che non soddisfano una o più condizioni richieste dalla norma selezionata si mostrano in rosso. Dopo aver cliccato su una di esse, compare una finestra di dialogo che mostra tutti i profilati della serie e indica quali tra essi verificano e quali no. Se si è attivata l'opzione relativa alla **Verifica di resistenza al fuoco**, quest'ultima si può condurre solamente se il profilato soddisfa tutte le condizioni richieste per situazioni normali.

È inoltre possibile conoscere il valore del fattore di utilizzo per ciascuna sezione selezionando l'opzione **Calcolo > Verifiche S.L.U.**, dopo aver calcolato la struttura. Se si è attivata la verifica di resistenza al fuoco e il profilato non la soddisfa, compare un messaggio in seguito all'esecuzione delle verifiche allo S.L.U. del tipo 'Verifica di resistenza al fuoco non soddisfatta'. Se, al contrario, il profilato la soddisfa, si mostra la sua percentuale di utilizzo.

Quando si esegue la verifica di resistenza al fuoco, il programma non tiene in considerazione nessuna variazione di lunghezza che gli elementi potrebbero subire a causa delle condizioni termiche.

Bisogna assegnare una classe di resistenza ai profilati in legno, che dipende dalle loro caratteristiche meccaniche, in modo tale da assicurare che i valori delle proprietà del legno siano uguali o maggiori a quelli corrispondenti alla classe di resistenza assegnata. I tipi di legno e le cor-

rispondenti classi di resistenza contemplate dal programma sono quelle previste dalle norme UNE EN 338 e UNE EN 1194, relative, rispettivamente, al legno strutturale e laminato:

- Legno segato derivante da conifere e pioppi
Classi di resistenza: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45, C50
- Legno segato derivante da specie frondose
Classi di resistenza: D18, D24, D30, D35, D40, D50, D60, D70
- Legno lamellare omogeneo incollato
Classi di resistenza: GL24h, GL28h, GL32h, GL36h.
- Legno lamellare combinato incollato
Classi di resistenza: GL24c, GL28c, GL32c, GL36c

Per assegnare il tipo di legno e la classe di resistenza, bisogna selezionare l'asta (o le aste) in questione e cliccare su **Asta > Descrivere materiale**; alternativamente, tale operazione si può eseguire usando l'opzione **Struttura > Profilati in legno**. Le proprietà del materiale richieste per calcolare le azioni interne, quali l'azione assiale di trazione, di compressione, il taglio e i momenti flettenti, sono attribuite automaticamente dal programma una volta assegnato il tipo di materiale alla sezione.

1.2.4. Aste in calcestruzzo

Si possono definire aste in calcestruzzo circolari e rettangolari (ad altezza costante o variabile). Il programma calcola le azioni interne in tali aste e mostra i risultati in base a ipotesi semplici, combinazioni di ipotesi o involuppi. La loro resistenza non è verificata, e le loro sezioni non sono né progettate né verificate.

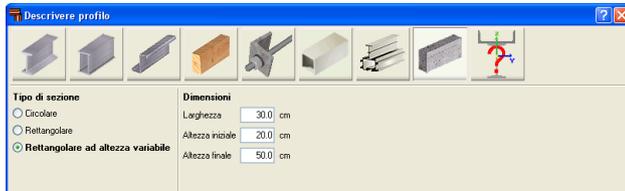


Fig.1.21

1.2.5. Aste generiche

Si possono inoltre definire aste realizzate in qualsiasi altro materiale che non sia uno tra quelli sopra elencati. Il programma calcola le azioni interne in tali aste e mostra i risultati in base a ipotesi semplici. Bisogna indicare le seguenti proprietà una volta che le aste sono state posizionate nella struttura:

Geometria della sezione. Si inseriscono le distanze tra il centro di gravità e il contorno avvolgente della sezione misurate nei quattro sensi delle due direzioni degli assi della sezione:

- Larghezza sinistra (distanza tra il centro di gravità e il lembo sinistro della sezione)
- Larghezza destra (distanza tra il centro di gravità e il lembo destro della sezione)
- Larghezza inferiore (distanza tra il centro di gravità e il lembo inferiore della sezione)
- Larghezza superiore (distanza tra il centro di gravità e il lembo superiore della sezione)

Caratteristiche meccaniche:

- Area
- Area resistente a taglio A_{Vy}
- Area resistente a taglio A_{Vz}

- Inerzia a flessione I_{yy}
- Inerzia a flessione I_{zz}
- Inerzia a torsione I_t

Proprietà del materiale:

- Modulo di elasticità
- Coefficiente di Poisson
- Coefficiente di dilatazione termica
- Peso specifico

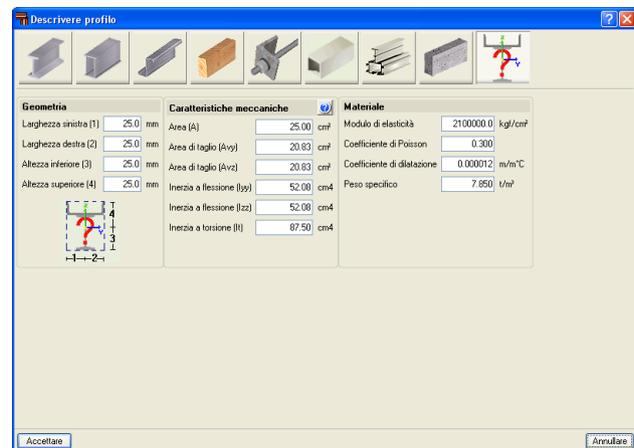


Fig.1.22

1.3. Inserimento di una struttura

L'inserimento di una struttura in 3D si sviluppa in 3 fasi:

- Inserimento della geometria e della struttura
- Descrizione di aste e nodi e loro proprietà
- Definizione di stati di carico e di carichi cui la struttura è sottoposta

1.3.1. Inserimento della geometria e della struttura

Esistono due modi di inserire la geometria: importando un file DXF/DWG con il disegno della struttura in 3D e le sue coordinate corrette, o inserendo manualmente la struttura mediante l'ausilio di strumenti di disegno implementati allo scopo di agevolare l'inserimento dei dati.

Inserimento dei dati importando un file DXF o DWG

L'opzione 'Importare file DXF e DWG' si trova nel menu **Struttura**. Dopo aver letto il file, si possono selezionare all'interno della finestra **Selezione di entità** i layer che si desiderano importare. Una volta selezionati, si evidenzieranno in azzurro nella finestra sinistra dell'area di lavoro.

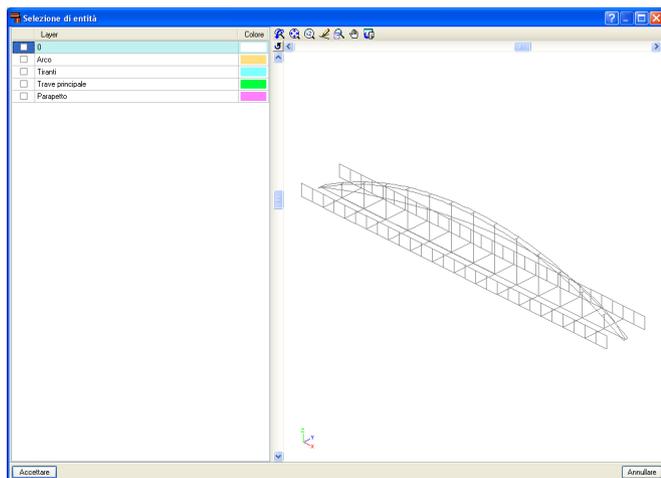


Fig.1.23

In tale modo, è possibile inserire rapidamente la geometria della struttura, lasciando in sospeso solamente la descrizione dei nodi e delle aste, i loro attributi e carichi. Queste tematiche verranno trattate nel seguito.

Inserimento manuale dei dati

Nelle viste 3D si possono visualizzare solamente nodi o aste con coordinate note; pertanto, bisogna catturare le linee di riferimento di altri nodi o di altre aste inserite in precedenza.

Per agevolare tale operazione, il programma dispone delle seguenti opzioni:

- **Cursore snap e grid.** Una volta attivata, il movimento del cursore è limitato all'interno dell'intervallo di punti definiti nell'opzione incremento e trascura qualsiasi punto in esso contenuto.
- **Ripetere l'ultima selezione.** Usando questa opzione, qualsiasi asta, nodo o carico selezionati in precedenza vengono nuovamente selezionati.
- **Riferimenti a oggetti.** Consente di attivare e di configurare lo snap nelle opzioni del programma (nodi e aste); ad esempio, se si è attivata la linea di prolungamento, si cattura l'estensione di un'asta nel momento in cui ci si avvicina ad essa con il cursore, e la stessa si disegna mediante una linea continua.

In seguito all'inserimento di un'asta, se si spunta la casella 'Riportare la quotatura' dall'opzione 'Quotatura' (che si apre cliccando sul bottone  nella barra degli strumenti), il programma applica, usando lo stesso colore mostrato, la lunghezza e l'angolo corrispondente al punto precedente se quest'ultimo è un punto non definito. Se si è attivato il bottone **Modifica quotatura**  nella barra degli strumenti, una volta cliccato sul secondo punto, compare una finestra in cui si chiede la conferma o la modifica dei dati inseriti.

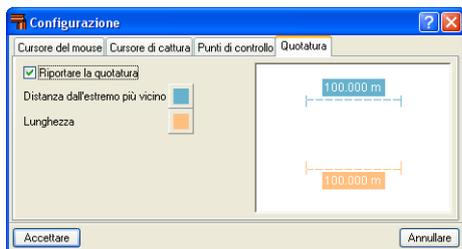


Fig. 1.24

È presente una serie di bottoni nella parte superiore della finestra di dialogo mediante cui è possibile definire altre funzioni. Ad esempio, si possono indicare le distanze nelle direzioni X e Y o, alternativamente, la lunghezza e l'angolo.

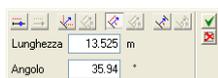


Fig. 1.25

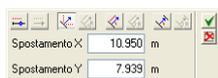


Fig. 1.26

A seconda del piano in cui si sta lavorando, le opzioni disponibili variano. Se si seleziona un'asta esistente, il programma chiede la distanza dall'estremo più vicino o dal punto di cattura dell'asta.

Se, durante l'inserimento di un'asta, si seleziona un punto noto, dopo aver cliccato su di esso, si elimina il colore dello sfondo; ciò indica che non bisogna quotarlo, in quanto le sue coordinate sono già state definite. Tale circostanza non si verifica nel momento in cui l'opzione **Modifica quotatura** è disattivata, il che implica il fatto di dover usare opzioni di dimensionamento generico ubicate alla voce **Piani > Quote**.



Fig. 1.27

Un'opzione che si deve tenere in considerazione quando si inserisce una struttura è quella contenuta nel menu **Asta > Generare nodi in punti di intersezione**. Una volta attivata, si generano nodi in corrispondenza delle intersezioni delle aste. Se questa opzione è disattivata, le aste si possono intersecare senza che si generi una connessione tra di esse.

Le opzioni contenute nel menu **Piani** sono:

- **Quote**

Una volta selezionata, si apre la seguente finestra che mostra le opzioni disponibili:



Fig. 1.28

- **Aggiungere quote.** Si usa per quotare la struttura. Una volta inseriti i nodi e le aste, tramite tale opzione è possibile modificare le loro dimensioni cliccando su due nodi che definiscono la distanza che si deve dimensionare.
- **Cancellare quote.** Cancella quote sbagliate; bisogna selezionare due linee di riferimento relative alle quote da cancellare.
- **Mostrare quote.** Mostra quote nascoste in precedenza.
- **Nascondere quote.** Disattiva le quote che non si desiderano visualizzare nei piani. È necessario selezionare due linee di riferimento da nascondere, che si mostrano in grigio.

- **Riferimenti e Mostrare/nascondere piani**

Entrambe si utilizzano per visualizzare le linee di riferimento.

La differenza tra le due consiste nel fatto che l'opzione **Riferimenti** consente di attivare o disattivare gruppi specifici di linee di riferimento della struttura, mentre l'opzione **Mostrare/nascondere piani** consente di selezionare quali linee di riferimento saranno visibili o nascoste per un gruppo di nodi.

- **Mostrare/nascondere piani nuovi**

Genera linee di riferimento nel momento in cui si inseriscono nuovi nodi all'interno della struttura, che si possono visualizzare usando le opzioni **Mostrare/nascondere piani**.

- **Raggruppare**

Si usa nel momento in cui sono presenti parti uguali della struttura contenute in piani paralleli agli assi ortogonali. Tramite tale opzione si possono raggruppare piani con queste caratteristiche, in modo tale che nel momento in cui si esegua una modifica, la stessa si rifletta ugualmente nel resto dei piani raggruppati.

Per raggruppare i piani, bisogna selezionare l'opzione **Piani > Raggruppare** e, nella finestra che si apre in seguito, il tipo di piano da raggruppare (XY, XZ, YZ) e i nodi per i quali passa il piano appartenente a quel gruppo, cui verrà assegnato un numero.

- **Separare**

Per separare piani, bisogna selezionare l'opzione **Piani > Separare** e, nella finestra che si apre in seguito, quali piani si desiderano separare (XY, XZ, YZ) e i nodi per i quali essi passano.

1.3.2. Descrizione di aste e loro proprietà

Una volta inserita la geometria della struttura, è possibile passare alla descrizione di nodi e di aste. Le opzioni che seguono sono situate rispettivamente nei menu **Asta** e **Nodo** della barra degli strumenti.

Descrivere profilo

È ubicata all'interno del menu **Asta**; tramite essa, si può indicare il tipo di profilato che si ha intenzione di assegnare alle aste selezionate. A tale scopo, bisogna aprire una finestra di cattura usando il mouse o, alternativamente, selezionare le aste una a una; appena ci si avvicina con il cursore a un'asta, quest'ultima si mostra in azzurro. In quel momento, se si clicca il tasto sinistro del mouse, si seleziona l'asta (o le aste) e la stessa si visualizza in arancione. Cliccando successivamente il tasto destro del mouse, si apre la finestra **Descrivere profilo** che consente di assegnare il profilato desiderato all'asta(e).

Al suo interno, sono disponibili molti profilati con varie dimensioni e materiali: si possono selezionare profilati in acciaio laminato, saldato o sagomato, in alluminio o in legno cliccando sul loro bottone corrispondente; è inoltre possibile scegliere i profilati da un profilario o definirli manualmente. Dopo aver accettato le opzioni, una volta ritornati alla finestra **Descrivere profilo**, si visualizza il profilato selezionato nell'angolo superiore destro.



Fig. 1.29

Descrivere disposizione

È situata all'interno del menu **Asta**; una volta attivata, si apre la finestra **Descrivere disposizione**, in cui bisogna indicare l'angolo secondo cui si dispone il profilo e la sua posizione rispetto all'asse dell'asta.

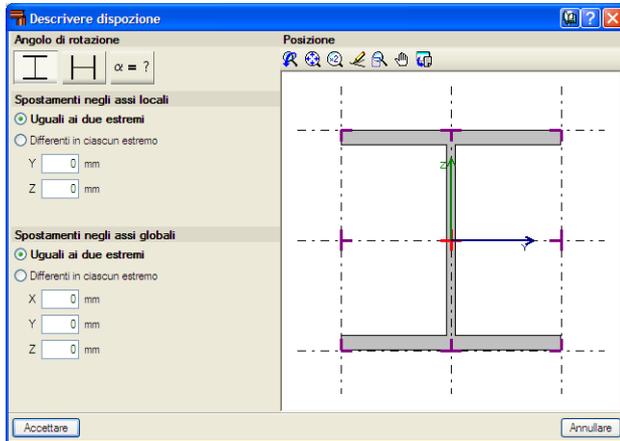


Fig.1.30

L'angolo si può definire rispetto agli assi locali o globali dell'asta o mediante l'opzione che consente di calcolare l'angolo di rotazione relativo al piano della finestra attiva.

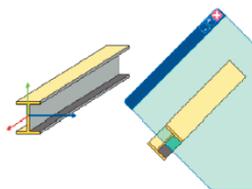


Fig.1.31

Usando l'opzione **Descrivere profilo**, è possibile definire gli spostamenti degli assi dell'asta rispetto alla linea di definizione della stessa. Potendo considerare le eccentricità, il modello di calcolo si adatta alla struttura reale, per cui il programma può tenere in considerazione gli spostamenti inseriti e usarli nelle matrici di rigidezza dei differenti elementi. Per cambiare la posizione degli assi, si deve cliccare su di uno dei nove punti del diagramma del profilato (angoli, punti medi di una faccia o assi della sezione); una volta eseguita tale operazione, si visualizza la nuova posizione degli assi. Si può applicare uno spostamento in direzione Y e/o Z negli assi locali e uno spostamento in direzione X e/o Y e/o Z negli assi globali. Una volta accettata la finestra di dialogo, il profilato che ha subito un cambio di posizione si disegna rispetto alla linea di definizione; si disegna una linea tratteggiata – punto – tratteggiata in corrispondenza dell'asse del profilato in modo tale da poter identificare più facilmente i profili i cui assi hanno subito il cambiamento.

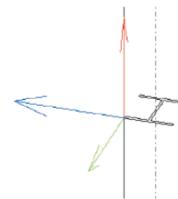


Fig. 1.32

Per interpretare correttamente i risultati forniti dal programma, è molto importante tenere in considerazione che, nonostante ai profilati sia stato assegnato un cambio di posizione, le condizioni al contorno (condizioni di vincolo, reazioni, spostamenti imposti, ecc.) si applicano ai nodi situati lungo l'asse di inserimento. Inoltre, le azioni interne si rappresentano su tale asse, che a sua volta passa per il centro di gravità delle sezioni.

Invertire il verso dell'asse X dell'asta

Cliccando su un'asta con questa opzione attivata, il verso del suo asse X locale si inverte. In tal modo, si ottengono disposizioni simmetriche nella struttura a partire da profilati non simmetrici, quali quelli a Z o gli angolari.

Cambiando gli assi della sezione si invertono l'origine e l'estremo dell'asta. Nei casi in cui si siano applicati coefficienti di incastro o carichi, il programma modifica automaticamente i dati inseriti, in modo tale che essi non subiscano nessuna variazione dovuta al cambio di asse.

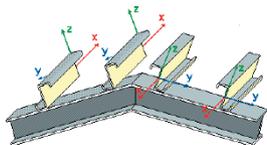


Fig.1.33

Descrivere materiale

Una volta descritti i profilati, è possibile ripetere lo stesso procedimento per assegnare il materiale a ciascuna asta costituente la struttura.

Creare elementi

Si usa quando più aste allineate si comportano come un'unica asta.

Per creare un elemento, bisogna selezionare il primo nodo della prima asta e, in seguito, il secondo nodo dell'ultima asta costituente l'elemento.

Raggruppare

Questa opzione consente di uguagliare aste in modo tale da ottenere risultati più omogenei.

Si deve cliccare il tasto sinistro del mouse sulle aste da raggruppare e, una volta selezionate, sul tasto destro del mouse per confermare il raggruppamento; per aggiungere un'asta a un gruppo di aste, bisogna selezionarla e, in seguito, cliccare su un'asta qualsiasi appartenente al gruppo in questione.

Separare

È l'opzione inversa di **Raggruppare**; consente infatti di separare le aste raggruppate in precedenza.

Instabilità piana

Si usa per assegnare i coefficienti β (fattori di lunghezza efficace) alle aste e quindi per modificare le loro lunghezze libere di inflessione. È possibile svolgere manualmente tale operazione definendo il coefficiente in ciascun piano in cui si verifica l'instabilità, oppure usando l'opzione **Calcolo approssimato delle lunghezze libere di inflessione**.

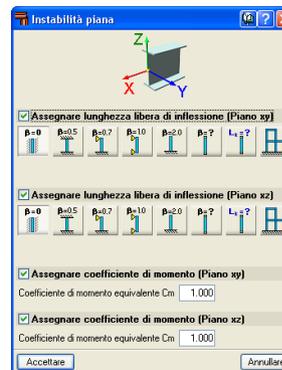


Fig.1.34

Instabilità laterale

Consente di attivare la verifica dell'ala superiore, inferiore o di entrambe nei confronti dell'instabilità laterale tramite l'inserimento del fattore di lunghezza efficace β .

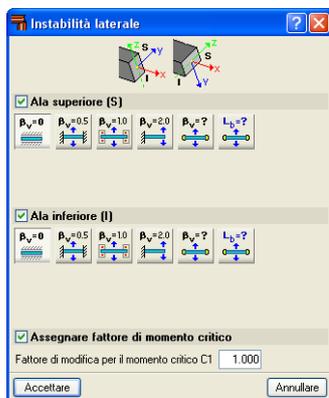


Fig.1.35

Incernierare estremi

Per incernierare gli estremi di un'asta, si utilizza l'opzione **Incernierare estremi** del menu **Asta**; cliccando sul centro di ogni asta si incernierano entrambi gli estremi, mentre nel caso in cui si voglia incernierare solo uno di essi bisogna cliccare unicamente su tale estremo.

Incastrare estremi

Per fornire un incastro agli estremi di un'asta, bisogna selezionare l'opzione **Incastro agli estremi** del menu **Asta**. Alternativamente, è possibile assegnare un coefficiente d'incastro o una rigidezza rotazionale agli estremi nei piani xy e xz.

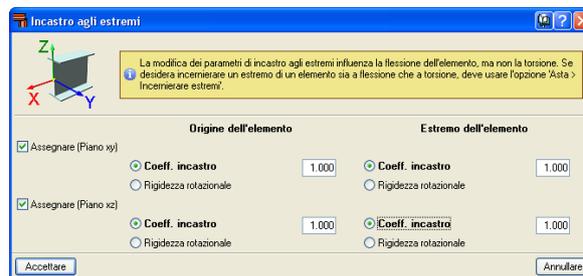


Fig.1.36

Creare e modificare gruppi di frecce

Il programma crea automaticamente gruppi di frecce. Se si desidera modificarli o creare un nuovo gruppo, si deve cliccare sul primo nodo da raggruppare e sul nodo finale del gruppo.

Mediante questa opzione, bisogna specificare se la freccia è secante (opzione di default) o tangente al nodo 1 o al nodo 2.



Fig.1.37

Freccia limite

Consente di definire limitazioni relative alla freccia da assegnare agli elementi; si può scegliere liberamente il valore da inserire.

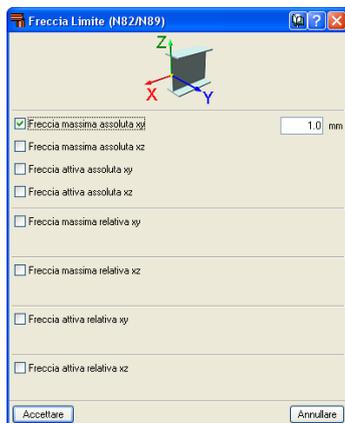


Fig. 1.38

Informazione

Mostra un elenco dei dati relativi alle aste selezionate, così come la percentuale di utilizzo relativa alla resistenza e alla freccia.

Nodi		Lunghezza	Angolo di rotazione	Peso teorico
Iniziale	Finale	(m)	(gradi)	(kgf)
N90	N30	2.526	0.000	106.67

	Instabilità piana		Instabilità laterale	
	Piano xy	Piano xz	Ala sup.	Ala inf.
β (1)	0.48	1.00	0.49	1.00
L_k (2)	1.200	2.526	1.250	2.526
C_m (3)	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1 (4)	-	-	-	1.000

Notazione:
 (1) Fattore di lunghezza efficace
 (2) Lunghezza libera di inflessione (m)
 (3) Coefficiente di momento
 (4) Fattore di modifica per il momento critico C_1

	Tipo	Limiti relativi alla freccia			
		f_{ma} (1)	f_{mr} (2)	f_{aa} (3)	f_{ar} (4)
Piano xy	Secante	-	-	-	-
Piano xz	Secante	-	-	-	-

Fig. 1.39

Resistenza al fuoco

Cliccando su questa opzione si apre la seguente finestra, in cui è possibile scegliere se utilizzare la configurazione inserita nei dati generali del progetto o configurare la verifica di resistenza al fuoco, in base alla resistenza richiesta e al tipo di rivestimento:

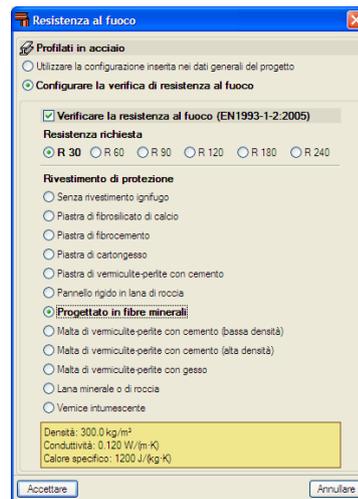


Fig. 1.40

Descrizione di nodi

Completata la descrizione delle aste, il passo successivo consiste nel descrivere i nodi; quando si inserisce un nodo nel programma, quest'ultimo viene descritto di default come incastrato. Per modificare i gradi di libertà dei nodi o i loro vincoli, si devono usare le opzioni **Vincolo interno** e **Vincolo esterno** situate nel menu **Nodo**.

Vincolo interno

Consente di indicare se bisogna incastrare o incernierare le aste che concorrono in un nodo.



Fig.1.41

Vincolo esterno

Consente di specificare il vincolo delle aste concorrenti in nodi esterni.



Fig. 1.42

1.3.3. Collegamenti

È possibile definire **collegamenti** tra nodi, che si usano al fine di indicare che due o più nodi presentano gli stessi spostamenti per tutte le ipotesi di carico. L'opzione si trova nel menu **Nodo** in cui è possibile selezionare lo spostamento in una, due o tre direzioni secondo gli assi globali X, Y e Z. Sullo schermo si mostra il numero corrispondente a ciascun gruppo di nodi di cui si sono collegati gli spostamenti.

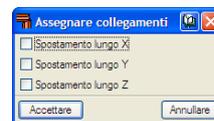


Fig. 1.43

Bisogna tenere in considerazione che affinché due o più nodi possiedano lo stesso spostamento, deve essere presente nella struttura un elemento o una disposizione costruttiva in grado di rendere effettivamente materiale l'ipotesi di spostamento uguale.

Non è possibile assegnare collegamenti a nodi che fanno parte di telai controventati, in cui lo spostamento collegato presenta la sua proiezione nel piano del telaio controventato.

1.3.4. Carichi e calcolo

Le ipotesi di carico si definiscono usando l'opzione **Struttura > Azioni > Ipotesi aggiuntive**. Una volta definiti i carichi, è possibile accedere all'opzione situata nel menu **Carico**.

Per agevolare l'introduzione dei dati, il programma tratta l'inserimento di carichi su nodi e aste come se fossero due opzioni separate.



Fig. 1.44

Ipotesi vista

Un menu a tendina consente di selezionare l'ipotesi di carico della struttura che si desidera visualizzare; alternatively, si possono consultare contemporaneamente tutte le ipotesi di carico.



Fig. 1.45

Scale

È possibile assegnare differenti scale ai carichi, sia per quanto riguarda le ipotesi che il tipo di carico (puntuale, uniforme, ecc.).



Fig. 1.46

Inserire carichi su aste

Bisogna selezionare le aste su cui si ha intenzione di applicare lo stesso carico, e, in seguito, cliccare il tasto destro del mouse; a questo punto compare una finestra conte-

nente i carichi, in cui è possibile selezionare l'ipotesi di carico, il tipo di carico (puntuale, lineare, uniforme, ecc.), il suo valore e verso di applicazione. Si può inoltre definire il carico sia negli assi locali che negli assi globali dell'asta.

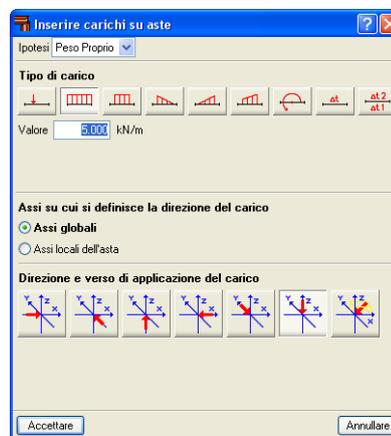


Fig.1.47

Inserire carichi su nodi

Questa opzione è simile a quella precedente, per cui si deve selezionare l'ipotesi di carico e indicare il valore, la direzione e il verso di applicazione del carico.



Fig.1.48

Una volta definiti i carichi, è possibile modificarli o cancellarli usando rispettivamente le opzioni **Modificare** e **Cancellare** (sia per quanto riguarda i nodi che per quanto concerne le aste).

Calcolo

Consente di calcolare la struttura. Le opzioni disponibili in questo menu sono le seguenti:

- **Non dimensionare profilati.** Calcola rapidamente le azioni interne della struttura isolata senza cambiare i profilati inseriti.
- **Dimensionamento veloce di profilati.** Dimensiona i profilati della struttura sulla base delle azioni interne correnti e incrementa le sezioni di quei profilati che non verificano.
- **Dimensionamento ottimale di profilati.** Dimensiona i profilati sulla base delle azioni interne correnti e incrementa le sezioni di quei profilati che non verificano; il programma esegue varie iterazioni fino a trovare il profilato ideale. Tale opzione è più lenta rispetto alle due precedenti, ma fornisce un risultato più esatto.

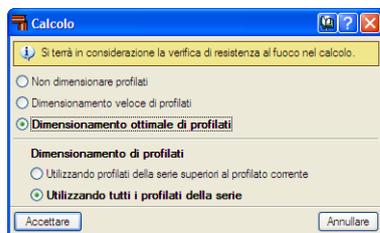


Fig.1.49

Le opzioni relative al dimensionamento si possono eseguire usando tutti i profilati della serie o unicamente quelli di dimensioni maggiori rispetto ai profilati correnti.

È disponibile un'ulteriore opzione che include il dimensionamento delle unioni della struttura alla voce **Unioni > Calcolare** (acquistabile come modulo separato); una volta cliccato su di essa, bisogna indicare se si ha intenzione di risolvere tutti i nodi con unioni saldate o con unioni bullonate.

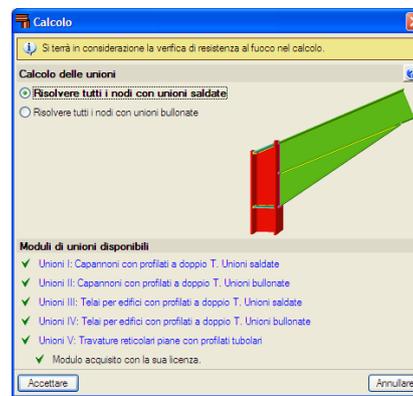


Fig. 1.50

Verificare le aste

Dopo aver attivato questa opzione, le aste che non verificano si mostrano in rosso. Se si clicca il tasto destro del mouse su una di esse, compare una finestra che mostra una lista di tutti i profilati contenuti all'interno della serie, se essi verificano (contrassegnati da una spunta verde) o meno (contrassegnati da una croce rossa), il loro peso per unità di lunghezza, la loro resistenza, la loro resistenza al fuoco (nel caso in cui si sia attivata l'opzione relativa alla verifica di resistenza al fuoco) e una descrizione dell'errore trovato nel dimensionamento, se esiste.

Il profilato selezionato si evidenzia in azzurro; per cambiarlo, è necessario cliccare due volte su un altro profilato, che a sua volta si evidenzia in azzurro.

Profilo	Peso	Resistenza	Resistenza incendio	Esiti
✓ PE300	6.00	96.86 % (2045 °C / 20 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE100	8.00	75.70 % (1695 °C / 15 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE120	10.36	74.67 % (1694 °C / 10 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE140	12.87	42.40 % (8775 °C / 10 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE160	15.78	25.62 % (5625 °C / 10 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE180	18.76	15.94 % (2485 °C / 10 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE200	22.37	10.61 % (8265 °C / 10 mm)		Si è verificato un errore, dato che la snellezza dell'asta è maggiore della snellezza limite.
✓ PE220	26.22	11.54 %	5.68 % (1054 °C / 20 mm)	
✓ PE340	30.69	6.43 %	3.66 % (1945 °C / 20 mm)	
✓ PE270	36.00	5.80 %	2.52 % (1065 °C / 20 mm)	
✓ PE300	42.23	0.79 %	1.78 % (1066 °C / 20 mm)	
✓ PE330	49.14	0.68 %	1.38 % (1845 °C / 20 mm)	
✓ PE360	57.07	0.59 %	1.18 % (1415 °C / 15 mm)	
✓ PE400	66.30	0.50 %	0.93 % (1295 °C / 15 mm)	
✓ PE450	77.56	0.44 %	0.73 % (1345 °C / 15 mm)	
✓ PE500	91.06	0.38 %	0.57 % (1065 °C / 15 mm)	
✓ PE550	105.19	0.33 %	0.46 % (1065 °C / 15 mm)	
✓ PE600	122.46	0.29 %	0.36 % (8705 °C / 15 mm)	

Fig. 1.51

Spostamenti

Consente di visualizzare gli spostamenti dei nodi e delle aste selezionate, con la possibilità di scegliere quelli corrispondenti a un'ipotesi di carico, alla combinazione di carichi o all'involuppo delle combinazioni di carichi.

Dopo aver cliccato su un'asta, si mostra un riquadro che illustra gli spostamenti dei suoi nodi iniziale e finale. Per disattivare l'opzione, bisogna cliccare il tasto destro del mouse.

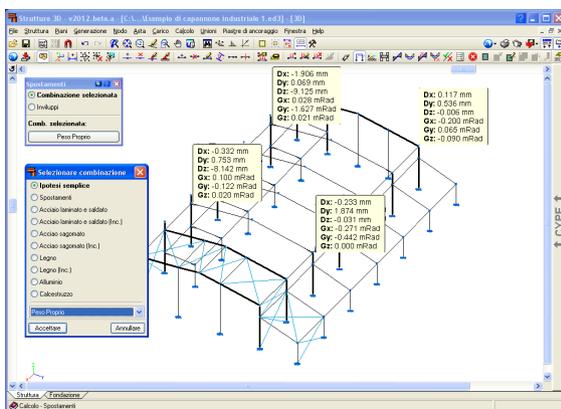


Fig. 1.52

Reazioni

Consente di consultare le reazioni in corrispondenza dei nodi con vincolo esterno; è possibile selezionare il tipo di ipotesi di carico, di combinazione o di involuppo. È simile all'opzione precedente; si deve cliccare sul nodo di cui si desidera visualizzare le reazioni.

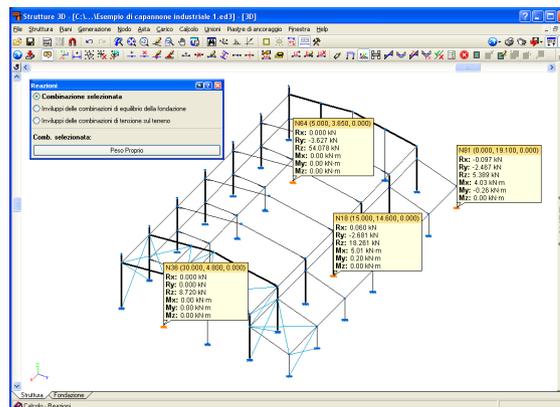


Fig. 1.53

Diagrammi delle azioni interne

Consente di visualizzare graficamente i diagrammi relativi alle azioni interne, alla freccia e alla deformata.

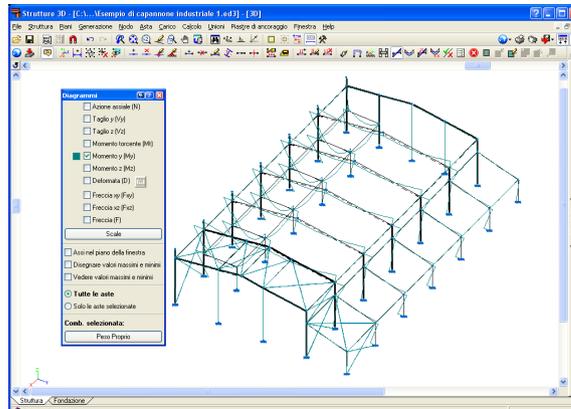


Fig. 1.54

Diagrammi in un punto

Consente di consultare i valori delle azioni interne e della freccia delle aste.

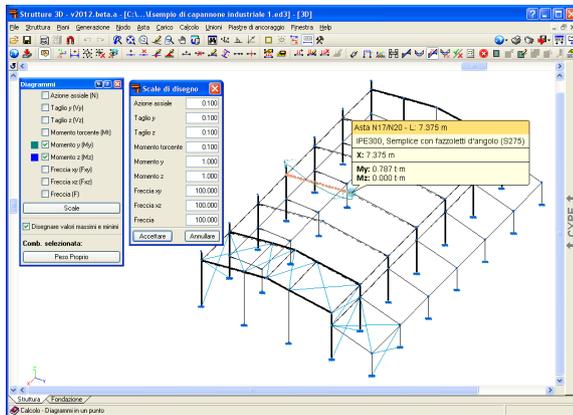


Fig.1.55

Inviluppi e Inviluppi in un punto

Usando l'opzione **Inviluppo**, si possono visualizzare gli involuppi delle azioni interne, della freccia e l'utilizzo delle aste. Esiste un'ulteriore opzione, che consente di visualizzare gli involuppi in un punto.

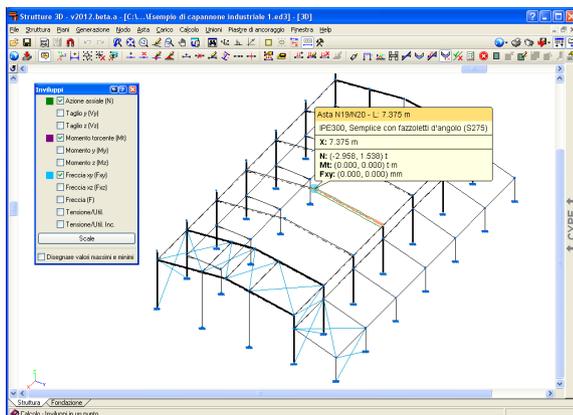


Fig.1.56

Alternativamente, è possibile ottenere una lista di elementi più personalizzata selezionando le aste e i nodi dopo aver cliccato su **Struttura > Elenchi relativi alla selezione di elementi**.

1.3.5. Unioni

Il programma dimensiona unioni saldate e bullonate, a seconda di come si desidera risolverle, in accordo alla seguente figura:

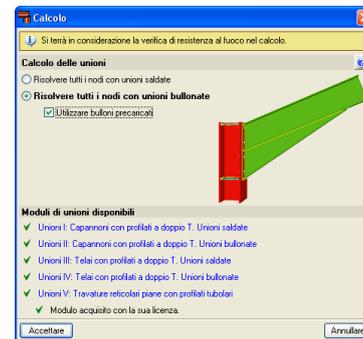


Fig.1.57

All'interno del menu **Opzioni**, bisogna decidere se usare bulloni precaricati o non precaricati o bulloni ordinari, e specificare la loro classe e serie di diametri disponibili. Si includono ulteriori opzioni che consentono di disporre sempre o meno un irrigidimento in corrispondenza delle connessioni tra gli elementi.

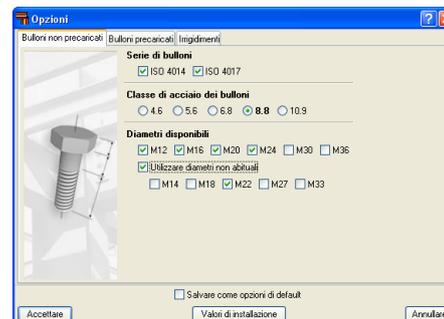


Fig.1.58

1.4. Fondazioni

1.4.1. Piastre di ancoraggio

Materiali: Si deve selezionare il tipo di acciaio da utilizzare per i bulloni, per le piastre di ancoraggio e per il calcestruzzo.

Opzioni: Bisogna selezionare lo spessore della malta di livellamento (influisce unicamente sulla lunghezza di ancoraggio dei bulloni, poiché lo spessore di calcestruzzo all'interno della malta non si considera come facente parte della lunghezza di ancoraggio), così come specificare svariati rapporti geometrici per agevolare il dimensionamento delle piastre.

Generare: Consente di generare piastre di ancoraggio al di sotto di pilastri in acciaio.

Cancellare: Consente di cancellare piastre di ancoraggio inserite in precedenza.

Modificare: Una volta selezionata tale opzione e dopo aver cliccato su una piastra di ancoraggio, si apre una finestra di dialogo in cui è possibile dimensionare automaticamente la piastra stessa o controllare il suo dimensionamento.

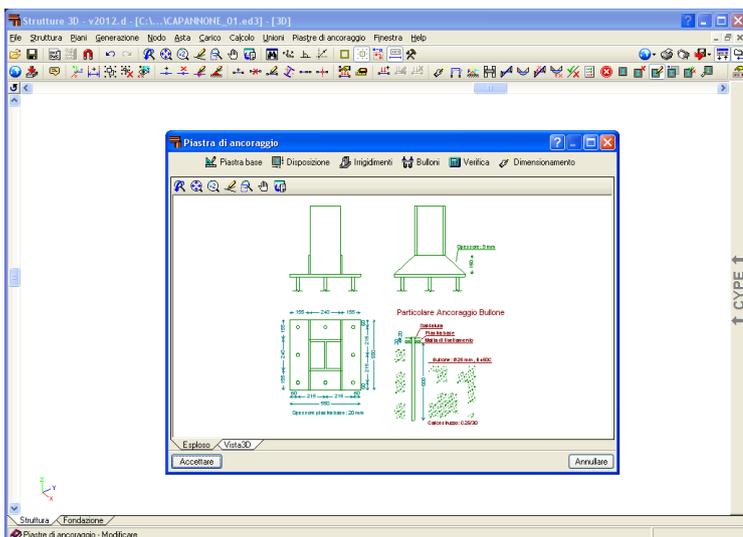


Fig.1.59

- **Piastre di ancoraggio:** Consente di inserire e/o modificare le dimensioni di una piastra di ancoraggio, nel caso in cui si desideri verificarla con dimensioni date o modificare quelle calcolate dal programma.
- **Disposizione:** Consente di modificare la posizione del centro della piastra di ancoraggio rispetto a quella del profilato in acciaio. I dati qui inseriti si considerano nel dimensionamento automatico della piastra.
 - **Centrata:** È l'opzione di default, grazie alla quale gli assi della piastra di ancoraggio e del profilato coincidono.
 - **Da coordinate:** Si inserisce la distanza del centro della piastra di ancoraggio rispetto all'asse del profilato.
 - **Da oggetto iniziale:** Quando questo valore è pari a zero, il programma adatta la faccia iniziale della sezione al bordo iniziale della piastra di ancoraggio. Se si cambia tale valore, il profilato si sposta verso l'intradosso della quantità stabilita alla voce "Aggetto".
 - **Da oggetto finale:** Quando questo valore è pari a zero, il programma adatta la faccia finale della sezione al bordo finale della piastra di ancoraggio. Se si cambia questo valore, il profilato si sposta verso l'intradosso della quantità stabilita alla voce "Aggetto".
- **Irrigidimenti:** Consente di inserire irrigidimenti o modificare quelli proposti dal programma.
- **Bulloni:** Contiene le opzioni relative ai bulloni che si useranno in seguito al dimensionamento delle piastre di ancoraggio o, alternativamente, in seguito alla modifica dei risultati proposti dal programma.
 - **Ancoraggio calcestruzzo:** Bisogna indicare il tipo di ancoraggio dei bulloni all'interno del calcestruzzo. Le opzioni possono variare, a seconda del tipo di acciaio selezionato per i bulloni; esse includono

un prolungamento rettilineo, una piega a 90° o un gancio a 180°

- **Diametro e lunghezza:** Diametro e lunghezza rettilinea dei bulloni (non si include la lunghezza della piega)
- **Nell'angolo:** Se questa opzione è attiva, il programma posiziona automaticamente quattro bulloni, uno in ciascun angolo della piastra. Altrimenti, dispone solamente quei bulloni specificati nelle seguenti due opzioni.
- **Numero di bulloni in X:** Numero totale di bulloni nelle due facce X della piastra (non includendo quelli che si potrebbero inserire come bulloni d'angolo).
- **Numero di bulloni in Y:** Numero totale di bulloni nelle due facce Y della piastra (non includendo quelli che si potrebbero inserire come bulloni d'angolo).
- **Distanza dei bulloni dal bordo:** Distanza tra l'asse dei bulloni e il bordo della piastra. La norma usata per dimensionare la piastra di ancoraggio fornisce una distanza minima; pertanto, se si modifica quest'ultima, bisogna verificare che soddisfi le prescrizioni fornite dalla norma in questione.
- **Verifiche:** Il programma esegue la verifica della piastra di ancoraggio sulla base delle prescrizioni fornite dalla norma. Questa opzione è utile se si sono definiti i dati relativi alla piastra di ancoraggio, o se si è modificata e si deve verificare la piastra di ancoraggio proposta dal programma. Una volta terminato il processo, si visualizza un elenco contenente il riepilogo di tutte le verifiche condotte.
- **Dimensionamento:** Il programma calcola automaticamente la piastra di ancoraggio in modo tale che verifichi tutte le prescrizioni stabilite dalla norma; non si prende in considerazione nessuna specifica inserita nelle opzioni "Piastra di ancoraggio", "Irrigidimenti" e "Bulloni", ma

solamente le specifiche contenute nell'opzione "Disposizione". È possibile modificare la piastra di ancoraggio una volta terminato il calcolo.

- **Vista 3D:** Fornisce una vista isometrica della piastra di ancoraggio e del profilato.

Uguagliare: Consente di selezionare una piastra di ancoraggio e di assegnarla ad altre piastre di ancoraggio in modo tale da ottenere risultati più uniformi.

Verificare: Una volta eseguito il calcolo, dopo aver cliccato su questa opzione, qualsiasi piastra di ancoraggio che non verifica si mostra in rosso. Se si clicca su una di esse, compare una finestra di dialogo contenente un avviso relativo al fatto che non tutte le verifiche sono soddisfatte, e in cui si chiede se si desidera o meno visualizzare il riepilogo delle verifiche effettuate, in modo tale da poter constatare il motivo per il quale la piastra di ancoraggio non verifica.

Dimensionare: Calcola e verifica simultaneamente le fondazioni: plinti, plinti su pali (in questi casi è necessario indicare previamente opzioni inerenti al terreno e al plinto nella linguetta **Fondazione > Dati generali > Opzioni**), e piastre di ancoraggio. Se si verifica qualche errore, il programma emette un avviso durante il processo di dimensionamento.

1.4.2. Opzioni relative alle fondazioni

Dati generali e Opzioni del menu Fondazione: È possibile specificare i dati da usare nel dimensionamento delle fondazioni, quali, tra gli altri, il tipo di calcestruzzo e di acciaio per i plinti, per i plinti su pali, per le travi e cordoli di collegamento. Si può modificare il copriferro geometrico (superiore, inferiore e laterale), la dimensione massima dell'aggregato (al fine di verificare l'interferro), lo spessore del magrone di sottofondazione e la tensione ammissibile del

terreno. È inoltre possibile modificare le opzioni inerenti al calcolo e le tabelle di armatura.

Tabelle di armatura: Il programma calcola le fondazioni usando una tabella installata all'interno della sua libreria (Tabella predefinita). Si può importare una tabella (dalla libreria) oppure crearne una modificando la "Tabella predefinita" esistente e salvandola come "Tabella speciale". È possibile eseguire il calcolo usando una delle tre tabelle disponibili, come illustrato nella seguente figura:



Fig. 1.60

- **Tabella predefinita:** È installata di default nel disco rigido; non si può modificare o cancellare. È possibile consultarla cliccando sull'opzione "Tabella speciale" e, successivamente, su "Modificare tabella".
 - o Bottone che mostra il nome della tabella predefinita: Quando esistono più tabelle predefinite, si può qui selezionare quella che il programma userà per il dimensionamento.
 - o Esportare la tabella predefinita nella libreria: Se si desidera modificare la tabella predefinita, bisogna usare questa opzione; essa consente di creare una copia della tabella all'interno della libreria che è possibile modificare in seguito. Si chiede di assegnare un nome alla nuova tabella.
- **Tabella della libreria:** È una tabella creata dall'utente, disponibile per il progetto corrente, così come per qualsiasi progetto futuro o precedente.
 - o Bottone che mostra il nome della tabella della libreria: Se esistono più tabelle della libreria, è possibile selezionarne una.
 - o Modificare le tabelle della libreria: Questa opzione consente di accedere alla finestra di dialogo "Modifica della libreria", all'interno della quale è possibile creare o cancellare nuove tabelle, oppure copiare o modificare tabelle esistenti. Quando si modifica una tabella, si possono aggiungere nuove armature. Il bottone "Importare vecchie tabelle" compare solamente quando esistono tabelle di armatura appartenenti a versioni precedenti del programma. Questa opzione importa le tabelle nella libreria; una volta importate, il programma chiede se si desidera cancellare il vecchio formato.
- **Tabella speciale:** È esclusiva per il progetto corrente. Questo bottone duplica la tabella di armatura precedentemente selezionata (tabella predefinita o della libreria).
 - o Modificare tabella: Consente di modificare la tabella speciale.
 - o Esportare la tabella speciale nella libreria. La tabella speciale è esclusiva per il progetto corrente; tuttavia, si può esportare nella libreria in modo tale da poterla usare in altri progetti. Se si esegue l'esportazione, il programma chiede di assegnare un nome alla tabella esportata.

Se si crea una tabella per un elemento e si desidera usarla in altri progetti, è possibile esportarla usando l'opzione "Esportare nella libreria". Essa si può utilizzare immediatamente in altri progetti mediante l'opzione inversa, "Importare dalla libreria". Un'ulteriore opzione consiste nel "Modificare la libreria", che consente di creare, modificare, ecc., gli elementi nella libreria generale.

Elementi di fondazione: Il programma contiene una serie di elementi di fondazione disponibili per il progetto; essi includono plinti isolati, plinti su pali, travi e cordoli di collegamento.

- **Tipi di plinti (in calcestruzzo armato o in calcestruzzo non armato):**

- Quadrato
- Plinto rettangolare centrato
- Plinto rettangolare eccentrico
- Plinto quadrato piramidale
- Plinto rettangolare centrato piramidale
- Plinto rettangolare eccentrico piramidale



Fig. 1.61



Fig. 1.62

- **Tipi di plinti su pali:**

- Plinto su 1 palo
- Plinto su 2 pali
- Plinto su 3 pali
- Plinto su 4 pali
- Plinto su pali lineare (numero di pali da specificare, pari a 3 di default)
- Plinto su pali rettangolare (numero di pali da specificare, pari a 9 di default)
- Plinto rettangolare su 5 pali

- Plinto pentagonale su 5 pali
- Plinto esagonale su 6 pali
- Plinto esagonale su 7 pali



Fig. 1.63

- **Nuovo:** Consente di inserire un nuovo plinto (in calcestruzzo armato o non armato) o di selezionare un plinto su pali tra i tipi contenuti nella lista sopra descritta. È inoltre possibile selezionare travi e cordoli di collegamento.
- **Cancellare:** Consente di cancellare un elemento di fondazione esistente.
- **Modificare:** Consente di calcolare e di dimensionare plinti isolati, plinti su pali, travi e cordoli di collegamento, oppure di verificare l'elemento dimensionato dall'utente. Una volta generate le fondazioni, è possibile modificarle. Dopo aver cliccato sull'elemento da modificare, compare la seguente finestra di dialogo contenente le opzioni sotto descritte:

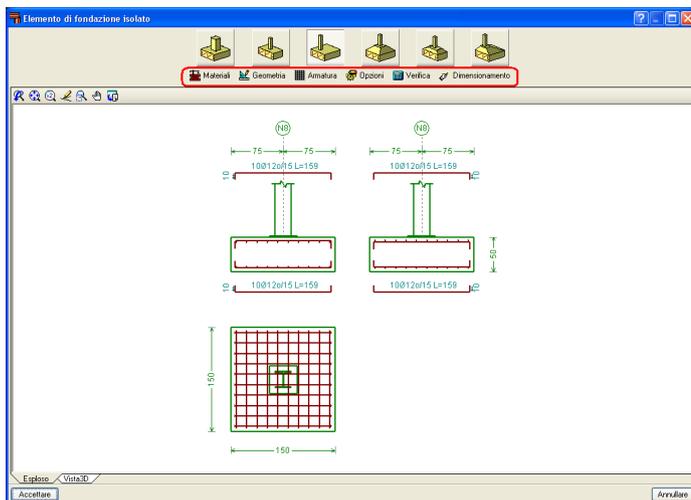


Fig. 1.64

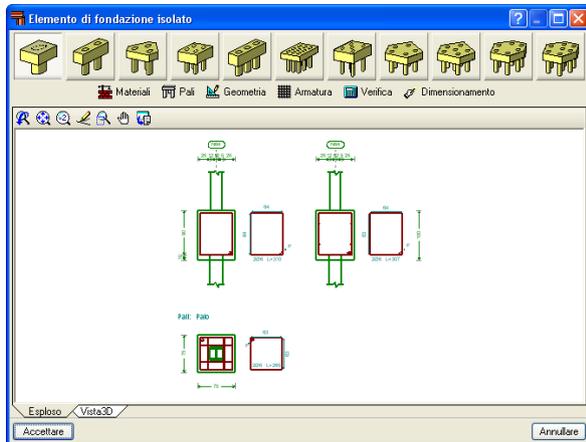


Fig. 1.65

- **Materiali:** Modifica le proprietà dei materiali e della tensione ammissibile del terreno (nel caso di plinti su pali in calcestruzzo armato e non armato) assegnate nella finestra di dialogo 'Dati Generali'.

- **Pali (disponibile solo se usata con plinti su pali):** Consente di modificare il tipo di palo, la sua penetrazione, la distanza tra i pali del plinto su pali e il numero di pali (nel caso di plinto su pali lineare).

- **Geometria:** Consente di modificare le dimensioni di un plinto; se si desidera condurre una verifica su un plinto o su un plinto su pali con dimensioni date, è possibile inserire queste dimensioni. Il programma, in seguito, calcolerà l'armatura necessaria dopo aver attivato l'opzione **Dimensionare > Riarmare**. Se si desidera calcolare il plinto o il plinto su pali con dimensioni minime (bisogna inserire dimensioni almeno pari a quelle specificate in precedenza e, se necessario, il programma le incrementerà), si deve cliccare su **Dimensionare > Dimensioni minime**. Per quanto concerne i plinti su pali, gli oggetti si indicano sempre rispetto all'asse del palo.

- Geometria di un plinto quadrato: Si richiedono le dimensioni relative alla larghezza e all'altezza del plinto.
- Geometria di un plinto rettangolare centrato: Si richiedono le dimensioni relative alla larghezza nelle due direzioni X e Y e all'altezza del plinto.
- Geometria di un plinto rettangolare eccentrico: Si richiedono i dati seguenti:
 - Larghezza iniziale X (oggetto del plinto dal lembo di sinistra)
 - Larghezza finale X (oggetto del plinto dal lembo di destra)
 - Larghezza iniziale Y (oggetto del plinto dal lembo di sinistra)
 - Larghezza finale Y (oggetto del plinto dal lembo di destra)
- Altezza del plinto
- Geometria del plinto quadrato piramidale: Si richiedono la larghezza totale, la larghezza del piedistallo, l'altezza del piedistallo e l'altezza in corrispondenza del bordo.

- Geometria del plinto rettangolare centrato piramidale: Si richiedono la larghezza del plinto nelle due direzioni X e Y, la larghezza del piedistallo nelle due direzioni X e Y, l'altezza del piedistallo e l'altezza in corrispondenza del bordo.
 - Geometria del plinto rettangolare eccentrico piramidale: Si richiedono i seguenti dati:
 - Larghezza iniziale X (aggetto del plinto dal lembo di sinistra)
 - Larghezza finale X (aggetto del plinto dal lembo di destra)
 - Larghezza iniziale Y (aggetto del plinto dal lembo di sinistra)
 - Larghezza finale Y (aggetto del plinto dal lembo di destra)
 - Larghezza del piedistallo nelle due direzioni X e Y
 - Le coordinate X e Y del piedistallo (centro dell'intersezione)
 - Altezza del piedistallo
 - Altezza in corrispondenza del bordo
 - **Armatura:** Consente di modificare l'armatura proposta dal programma.
 - Griglia di armatura inferiore: bisogna definire il diametro delle barre, il loro interfero e il tipo di ancoraggio.
 - Griglia di armatura superiore: bisogna specificare il diametro delle barre, il loro interfero e il tipo di ancoraggio.
 - Armatura perimetrale: bisogna indicare il suo diametro e interfero.
- Per quanto concerne i plinti su pali, l'armatura dipende dal tipo di palo selezionato e dal fatto che siano o meno presenti travi per il tipo in questione.
- **Opzioni:** Per plinti rettangolari con elementi di appoggio centrati o eccentrici, le opzioni disponibili sono quelle relative alla direzione di crescita del plinto.
 - **Verifiche:** Consente di verificare il plinto o il plinto su pali e l'armatura inserita dall'utente, oppure se quest'ultima è stata modificata sulla base di risultati automatici forniti dal programma. Una volta terminato il processo, si origina un riepilogo in cui si elencano le verifiche eseguite. Esse non tengono in considerazione nessuna specifica imposta dall'utente, ma solamente i criteri e le normative del programma.
 - **Dimensionamento:** Calcola automaticamente il plinto o il plinto su pali, le armature (che devono verificare tutti i limiti e le condizioni stabilite nella norma selezionata) e i dati inseriti dall'utente.
 - **Completo:** calcola le dimensioni e l'armatura del plinto o del plinto su pali senza tenere in considerazione nessun limite geometrico imposto dall'utente.
 - **Dimensioni minime:** Determina se il plinto o il plinto su pali soddisfa le verifiche con le dimensioni minime inserite nell'opzione 'Geometria'. In caso contrario, incrementa la geometria di quanto necessario; le dimensioni non si diminuiscono mai.
 - **Ridimensionare:** Dimensiona l'armatura senza modificare le dimensioni specificate nell'opzione "Geometria".
- Una volta terminato uno di questi tre processi, si mostra un riepilogo delle verifiche eseguite.
- **Uguagliare:** Consente di assegnare un plinto ad altri plinti, che si mostreranno in rosso se non soddisfano una verifica.
 - **Informazione:** Cliccando su questa opzione e successivamente su un plinto o un plinto su pali, si mostrano la pressione ammissibile del terreno, le dimensioni e l'armatura.
 - **Spostare:** Consente di spostare la posizione del plinto o del plinto su pali.

- **Ruotare:** Ruota il plinto o il plinto su pali attorno al suo asse centrale. Sono disponibili le seguenti opzioni:
 - Inserimento manuale dell'angolo
 - Inserimento mediante due punti. Bisogna selezionare due punti che definiscono il vettore e cliccare sull'elemento di fondazione.
 - Angolo del pilastro. Si deve cliccare sull'elemento di fondazione e, in seguito, sul pilastro portante di cui si desidera adottare l'angolo. Nel caso di più pilastri portanti poggianti sulla stessa fondazione, l'angolo assunto dal programma coincide con quello del primo pilastro inserito.
- **Unire:** Consente di unire più plinti e di combinarli al fine di costituire un singolo elemento; non è applicabile a plinti su pali. La selezione del plinto si realizza usando il tasto sinistro del mouse e termina cliccando il tasto destro.

1.4.2.1. Limiti poligonali per plinti

Questa opzione è disponibile se l'utente ha acquistato il modulo **Dimensionamento avanzato di fondazioni superficiali**. Tramite essa, è possibile definire limiti o contorni che non possono essere invasi da plinti in calcestruzzo armato o in calcestruzzo non armato. Esempi possono includere limiti di proprietà o zone destinate a vari usi, quali depositi, fosse dell'ascensore, ecc. Il programma li contempla al fine di poter definire plinti poligonali irregolari, indipendentemente dal fatto che siano o meno presenti limiti fisici reali.

Per specificare i limiti, bisogna inserire polilinee, che il programma utilizza in seguito per ritagliare automaticamente i plinti che invadono i limiti stabiliti in quel gruppo. Un plinto può essere tagliato da più di un limite. Durante il dimensionamento dei plinti, il programma non consente di eccedere i limiti stabiliti.

È possibile inserire limiti in Strutture 3D tramite l'opzione "Limiti per plinti poligonali" all'interno della linguetta **Fondazioni > Limiti > Nuovo**.

I limiti si possono indicare definendo manualmente ciascuno di essi oppure eseguendo una cattura su un modello DXF/DWG.



Fig. 1.66

Una volta inserite le polilinee che definiscono i limiti per i plinti, è possibile cancellarle o spostarle, inserire un nuovo vertice o eliminare una loro sezione.

Esse presentano alcune limitazioni logiche inerenti alla loro posizione:

- Non possono intersecare un pilastro
- Devono intersecare i contorni dei plinti prima e dopo il loro dimensionamento
- I plinti su cui poggiano più pilastri non si possono intersecare, in modo tale da rendere isolato un pilastro dal resto di pilastri o elementi di appoggio che condividono il plinto.

Se una polilinea non soddisfa solamente una di queste condizioni, il programma non considera il limite generato dalla stessa.

I limiti definiti non influenzano travi di collegamento, cordoli di collegamento, plinti su pali, plinti piramidali e plinti lineari.

1.4.3. Travi e cordoli di collegamento

Non si considera la flessione rigida nel caso di cordoli di collegamento o di plinti lineari, a differenza delle travi di collegamento che centrano il carico sul plinto e agiscono come cordoli di collegamento (assorbono i momenti prodotti alla base dei pilastri, dovuti all'eccentricità dell'azione normale ai pilastri rispetto agli assi dei plinti e li trasferiscono agli assi del plinto).

Il programma consente di assegnare il centraggio in corrispondenza di uno o di entrambi gli estremi. Ad esempio, nel caso di una trave che si estende da un plinto centrato (rispetto al pilastro) a un altro plinto eccentrico, l'utente può centrare l'estremo che concorre nel plinto eccentrico e lasciare l'altro inalterato.

Le opzioni relative a travi e cordoli di collegamento sono ubicate nella linguetta **Fondazione > Elementi di fondazione**.

• **Nuovo:** Quando si inserisce una nuova trave, l'utente può scegliere tra:

- Cordolo di collegamento 
- Trave di collegamento : centra i momenti trasmessi da pilastri, pareti di taglio e muri alle fondazioni.
- Trave con centraggio automatico agli estremi . Consente di inserire una trave tra due plinti inseriti in precedenza. Il programma centrerà automaticamente gli estremi in quanto il plinto in cui concorrono è eccentrico rispetto all'elemento(i) supportato(i) (plinti zoppi, d'angolo, ecc.).

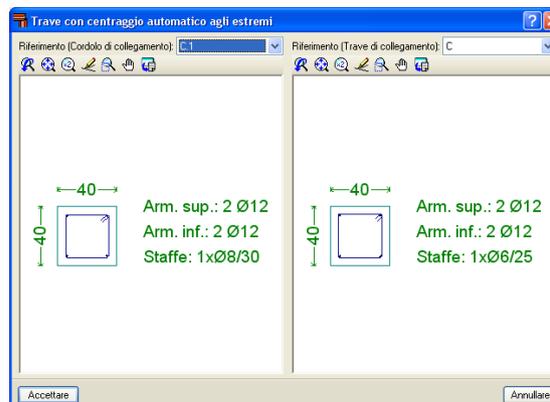


Fig. 1.67

- **Modificare:** Dopo aver eseguito il calcolo, si possono modificare i risultati ottenuti per le travi. È possibile dimensionare il plinto indipendentemente dal e successivamente al dimensionamento della trave.

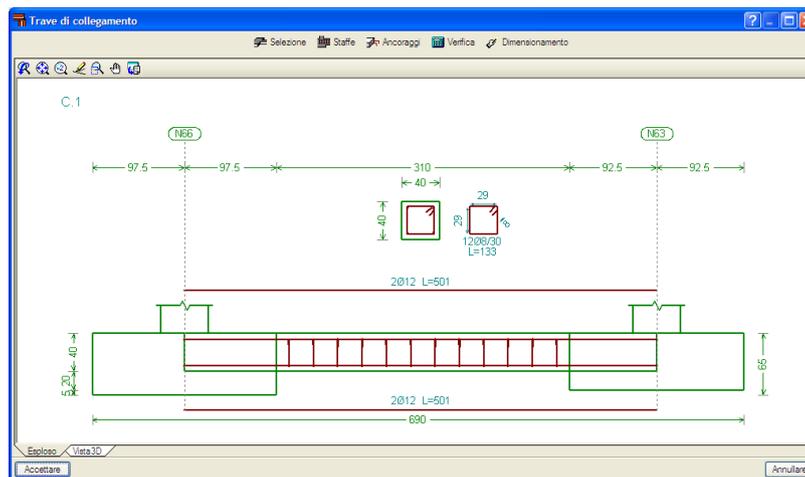


Fig. 1.68

A tale scopo, bisogna cliccare sul tasto **Modificare** e selezionare una trave. Si apre una finestra contenente le seguenti opzioni:

- **Selezione.** Consente di modificare il tipo di trave. È possibile selezionare dalla lista a tendina la nuova trave (dello stesso tipo).

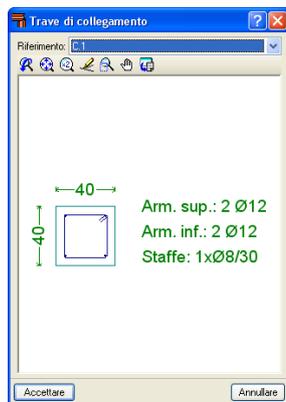


Fig.1.69

- **Staffe.** Se tale opzione è attivata, le staffe della trave di collegamento si estendono all'interno della fondazione fino ai ferri di attesa del pilastro.
- **Ancoraggi.** Modifica le lunghezze di ancoraggio.
- **Verifica.** Verifica la trave corrente. Una volta terminato il processo, si mostra una lista di tutte le verifiche eseguite.
- **Dimensionamento.** Dimensiona automaticamente la trave e applica tutte le condizioni previste nella norma selezionata dall'utente. Una volta terminato il processo, si visualizza una lista di tutte le verifiche eseguite.
- **Esploso.** Mostra una sezione trasversale e una longitudinale della trave, con la sua armatura e le sue dimensioni.

- **Vista 3D.** Fornisce una vista 3D della trave.

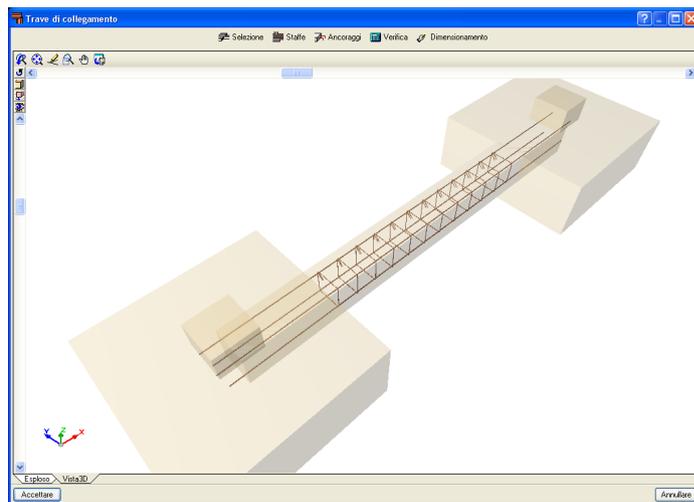


Fig. 1.70

- **Cancellare:** Cancella una trave inserita precedentemente.
- **Uguagliare:** Avendo in precedenza modificato una trave o un cordolo di collegamento e cliccato in seguito su questa opzione, si evidenziano le travi che sono uguali. Cliccando il tasto destro del mouse su un tipo di trave differente, qualsiasi trave ad essa uguale verrà successivamente evidenziata.
- **Adattare:** Adatta i lembi di una trave ai vertici di una fondazione più lontana.
- **Prolungare:** Consente di prolungare un estremo della trave.
- **Spostare:** Consente di spostare l'estremo di una trave o l'intera trave.
- **Centrare estremi:** Una volta cliccato sull'estremo in questione, consente di centrare il carico da attivare o disattivare. Se la trave di collegamento centra il carico in corrispondenza di un estremo specifico, compare

una freccia curva che indica che il centraggio è attivo. Se ciò non si verifica, il centraggio agli estremi non è attivo.

1.5. Opzioni complementari

1.5.1. Assistente per l'inserimento dei dati

Quando si crea un nuovo progetto in **Strutture 3D**, si mostra un assistente che consente all'utente di inserire i dati generali del progetto:

- Norme (Calcestruzzo in fondazioni, Acciaio laminato e saldato, Acciaio sagomato, Legno e Alluminio estruso) e attivazione della norma relativa al sisma (analisi dinamica spaziale)
- Stati limite (combinazioni di carico)
- Combinazioni aggiuntive (e categorie d'uso)
- Dati relativi all'acciaio (laminato, saldato e sagomato)
- Dati relativi al legno
- Dati relativi all'alluminio estruso
- Dati relativi alla fondazione

I dati relativi al materiale definiti attraverso l'assistente sono quelli assegnati automaticamente a ciascun elemento inserito.

Mediante l'opzione **Asta > Descrivere materiale**, è possibile assegnare a ogni elemento un materiale differente da quello definito per il progetto.

Tutti i dati definiti tramite l'assistente si possono modificare una volta terminato il processo. L'opzione che consente di eseguire tale operazione è situata sia all'interno della linguetta **Struttura** che nella linguetta **Fondazione (Fondazione > Dati generali)**.

1.5.2. Generazione automatica della struttura usando file DXF o DWG

Come descritto precedentemente al paragrafo 1.3.1, si può creare la geometria di una struttura usando un file DXF o DWG in cui si disegnano le aste, con la possibilità di disattivare quelle che non si desiderano generare.

È molto importante che l'unità di disegno del formato DXF/DWG sia il metro.

Una volta selezionata questa opzione dalla linguetta **Struttura (Struttura > Importare file DXF e DWG)**, è possibile scegliere i file DXF/DWG da importare. Il processo di importazione incomincia immediatamente e termina quando si mostra la finestra **Selezione di entità**, in cui si devono selezionare le entità da importare.

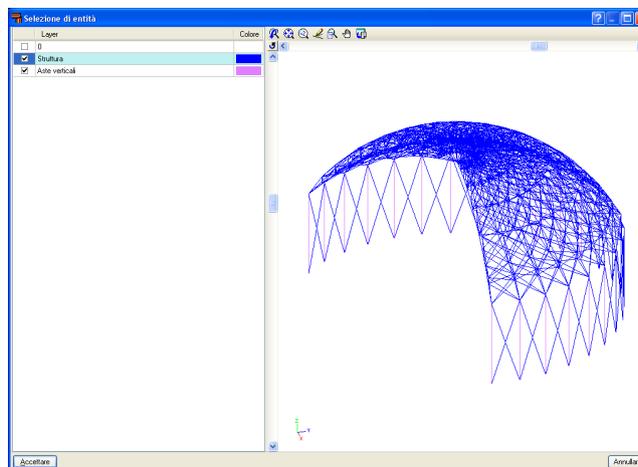


Fig. 1.71

Il DXF/DWG compare in prospettiva; è pertanto possibile importare i file DXF/DWG in 3D. Per importare i layer selezionati bisogna contrassegnare le corrispondenti caselle. Cliccando nel riquadro posizionato nell'angolo superiore si-

nistro della finestra, si rendono disponibili quattro ulteriori opzioni per una selezione più rapida.

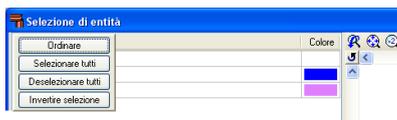


Fig.1.72

1.5.3. Esportazione di elenchi nei formati TXT, HTML, PDF, RTF e DOCX

Strutture 3D consente di esportare tutti gli elenchi generati nei formati TXT, HTML, PDF, RTF e DOCX. La selezione degli elementi da esportare si effettua eseguendo l'opzione **Stampare (File > Stampare > Elenchi del progetto)**. Compare una finestra di dialogo in cui è possibile effettuare la selezione.

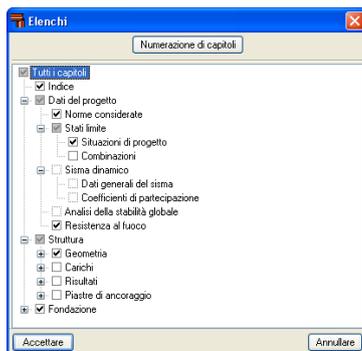


Fig. 1.73

Si può inoltre ottenere un'anteprima di stampa dell'elenco.

1.5.4. Opzioni Annullare e Ripetere durante l'inserimento dei dati

Il programma contiene le opzioni **Annullare** e **Ripetere** che consentono, rispettivamente, di annullare le ultime operazioni eseguite o di ripetere quelle che sono state annullate usando l'opzione precedente.

1.5.5. Spostamento dell'immagine sullo schermo

Per spostare il disegno, è necessario selezionare l'icona con il simbolo della mano  dalla barra degli strumenti nella parte superiore dello schermo, cliccare il tasto destro del mouse e, mantenendolo premuto, spostare l'immagine nella posizione desiderata.

Per disattivare l'opzione, si deve nuovamente cliccare sulla stessa icona; alternativamente, al posto di usare l'icona a forma di mano, è possibile mantenere premuto lo scroll del mouse e muovere quest'ultimo per spostare l'immagine.

Una volta selezionata tale opzione, compaiono sullo schermo gli spostamenti verticale e orizzontale delle aste.

1.5.6. Cambio del colore dello sfondo

Si può modificare il colore dello sfondo all'interno del menu "Configurazione generale" nell'angolo superiore destro dello schermo.

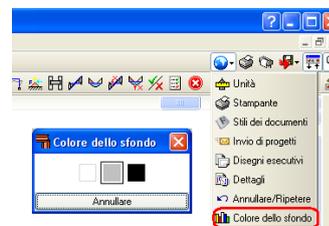


Fig. 1.74

1.5.7. Selezione di progetti aperti recentemente

È possibile accedere agli ultimi progetti aperti in precedenza cliccando sull'opzione **File > Ultimi file**.

1.5.8. Generazione automatica di combinazioni di carico

Si possono definire combinazioni di carico aggiuntive mediante l'opzione **Struttura > Azioni**. Una volta selezionata, si mostrano tutte le combinazioni di carico contemplate nel progetto ed è possibile modificarle, aggiungerne altre (relative, ad esempio, ai carichi permanenti, ai carichi di esercizio, al vento, al sisma e alla neve) e stabilire le loro condizioni di compatibilità.



Fig. 1.75

Per creare una nuova ipotesi di carico, bisogna cliccare sull'icona **Modificare**  posizionata a destra del nome dell'ipotesi di carico. Si apre una finestra di dialogo che mostra qualsiasi ipotesi di carico aggiuntiva definita; è possibile aggiungere una nuova ipotesi di carico cliccando sul tasto 'Nuova ipotesi aggiuntiva' nell'angolo superiore sinistro. Compare un'altra finestra di dialogo in cui si deve indicare il riferimento e la descrizione; in essa è inoltre presente l'opzione: 'Con distinte disposizioni dei carichi'. Spun-

tando tale casella, si specifica la compatibilità delle ipotesi di carico (potendo distinguere queste ultime in compatibili, incompatibili o contemporanee); questa opzione è utile quando si definiscono carichi alternati, carichi mobili, ecc.

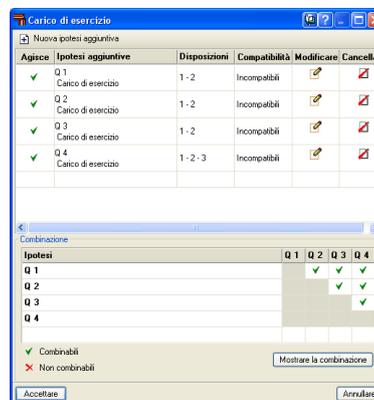


Fig. 1.76



Fig. 1.77

Le disposizioni di carichi rappresentano un gruppo di carichi speciali appartenenti alle stesse ipotesi di carico; queste ultime possono essere:

- **Compatibili:** I gruppi di carichi si possono applicare insieme ad altri gruppi di carichi appartenenti alla stessa ipotesi di carico.
- **Incompatibili:** I gruppi di carichi non si combinano con altri gruppi di carichi della stessa ipotesi di carico (ad esempio, nel caso del carico da vento in cui esso soffia

in una direzione data, quest'ultimo non si combina con il vento che soffia in un'altra direzione).

- **Contemporanee:** Le combinazioni delle disposizioni aggiuntive definite si generano tenendo in considerazione che agiscono tutte contemporaneamente. Questo tipo si può usare quando si desidera definire un gruppo di ipotesi di carichi divise in gruppi di carico, rendendole in tal modo più facili da modificare, visualizzare, ecc.

Una volta accettata la finestra di dialogo, avendo definito almeno due ipotesi di carico aggiuntive, il programma mostra una tabella in cui è possibile combinare più ipotesi di carico della stessa natura.

1.5.9. Categorie d'uso

È possibile definire differenti categorie d'uso per la struttura, quali alloggi, negozi, magazzini, autorimesse, ecc. Il numero di categorie d'uso che il programma consente di scegliere dipende dalla normativa selezionata. Ad esempio, le categorie d'uso previste dall'Eurocodice sono:

- A. Ambienti ad uso residenziale
- B. Uffici
- C. Ambienti suscettibili di affollamento
- D. Ambienti ad uso commerciale
- E. Magazzini
- F. Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi con peso a pieno carico ≤ 30 kN
- G. 30 kN < peso a pieno carico ≤ 160 kN
- H. Coperture e sottotetti

Per il programma, una categoria d'uso è costituita da un gruppo di ipotesi di carichi di esercizio, che possono essere automatiche o aggiuntive, che si combinano con altre

ipotesi di carico definite nel progetto con gli stessi coefficienti di combinazione.

In tal modo, le combinazioni di carichi di esercizio per ciascuna categoria d'uso possono essere analizzate correttamente tra tutte le categorie d'uso e le rimanenti ipotesi di carico del progetto per le quali esistono differenti categorie d'uso.

Le categorie d'uso possono essere selezionate in **Struttura > Azioni > Ipotesi aggiuntive**.

Una volta selezionate le categorie d'uso, si possono creare nuove ipotesi di carico aggiuntive per ciascuna categoria d'uso. Quando l'utente assegna un carico a un'asta o a un nodo, l'ipotesi definita compare nel menu a tendina in modo tale che sia possibile selezionare la categoria d'uso adeguata.

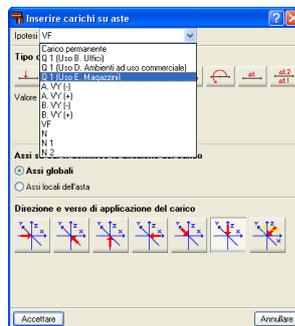


Fig. 1.78

Se si crea un nuovo progetto usando il processo di inserimento automatico, è possibile definire le categorie d'uso durante lo stesso processo.

1.5.10. Stati limite

Dopo aver selezionato **Stati limite** dal menu **Struttura > Azioni**, compare una finestra di dialogo in cui è possibile selezionare il controllo dell'esecuzione, la categoria d'uso e

la quota della neve. Cliccando sulle icone a destra con i simboli della matita e del punto di domanda, è possibile consultare la combinazione generata dal programma, in cui sono anche indicati i coefficienti parziali di sicurezza γ e i coefficienti di combinazione ψ .

1.5.10.1. Configurazione di combinazioni per ogni stato limite

Questa opzione è ubicata nella parte inferiore della finestra di dialogo **Stati limite**; consente di specificare gli stati limite per il calcestruzzo, per le fondazioni, per l'acciaio sagomato e laminato, per l'alluminio e per il legno. Cliccando precedentemente sull'opzione **Configurare combinazioni per ogni stato limite**, è possibile selezionare per ciascun materiale l'opzione **Situazioni di progetto inserite dall'utente**, che consente di specificare situazioni particolari da usare nel calcolo degli elementi strutturali del progetto.



Fig. 1.79

1.5.10.2. Situazioni di progetto inserite dall'utente

Tale opzione consente di configurare particolari situazioni di progetto ed è sviluppata nella stessa maniera per tutti i tipi di elementi strutturali (Calcestruzzo, Fondazioni, Acciaio, Alluminio, Legno, Tensione ammissibile del terreno e Spostamenti).

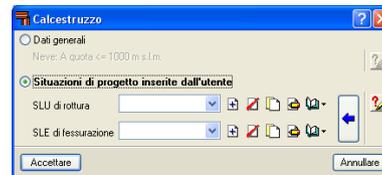


Fig. 1.80

Sono disponibili le seguenti opzioni per definire le situazioni di progetto inserite dall'utente:

-  Creare nuove situazioni
-  Cancellare situazioni inserite in precedenza
-  Copiare la situazione selezionata
-  Modificare la situazione selezionata
-  Amministrare la libreria da usare in altri progetti
-  Creare la situazione a partire dalle situazioni previste dalla norma

- **Creare nuove situazioni**

Cliccando sul bottone , si apre la finestra **Creare - [Situazioni]**:

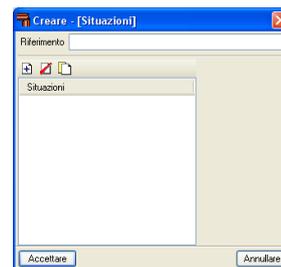


Fig. 1.81

Bisogna inserire un riferimento per indicare la situazione che si desidera definire e, in seguito, cliccare sul bottone **Aggiungere nuovo elemento alla lista** ; si aprirà la finestra **Coefficienti di combinazione**.

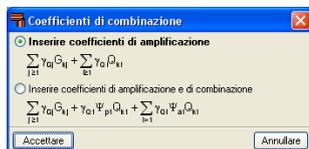


Fig. 1.82

Si devono qui definire le combinazioni in due modi differenti: attraverso i coefficienti di sicurezza o tramite i coefficienti di sicurezza e di combinazione.

Nel primo caso, i dati da inserire sono i seguenti:

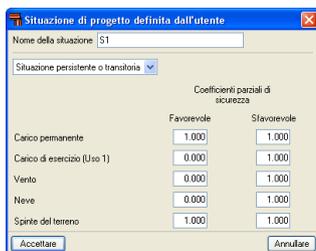


Fig. 1.83

Nel secondo caso:

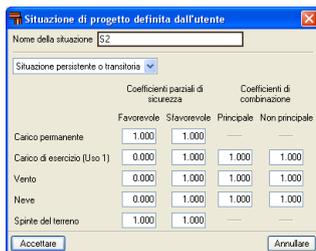


Fig.1.84

• Modificare situazioni:

Se questa opzione è attiva , compaiono finestre di dialogo simili a quelle che si mostrano quando si creano le situazioni:

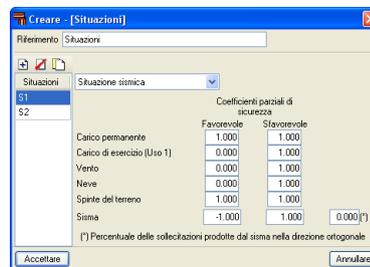


Fig. 1.85

Si possono modificare tutti i parametri relativi alla situazione definita in precedenza nella finestra di dialogo.

• Creare a partire dalle situazioni previste dalla norma

Selezionando questa opzione (bottone ) , è possibile importare situazioni di progetto del materiale selezionato e modificarle a seconda delle esigenze dell'utente; ciò riduce la possibilità di commettere errori quando si inseriscono i coefficienti.

Attenzione

Poiché è disponibile l'opzione che consente all'utente di creare situazioni di progetto, si concede all'utente stesso un certo grado di libertà per il calcolo della struttura. Bisogna pertanto prestare particolare attenzione nell'evitare di creare situazioni di progetto che potrebbero implicare che ai risultati finali siano applicati coefficienti di sicurezza inferiori rispetto a quelli richiesti dalla normativa selezionata.

1.5.11. Vista 3D

La vista 3D della struttura può essere mostrata sia in proiezione isometrica sia in prospettiva.

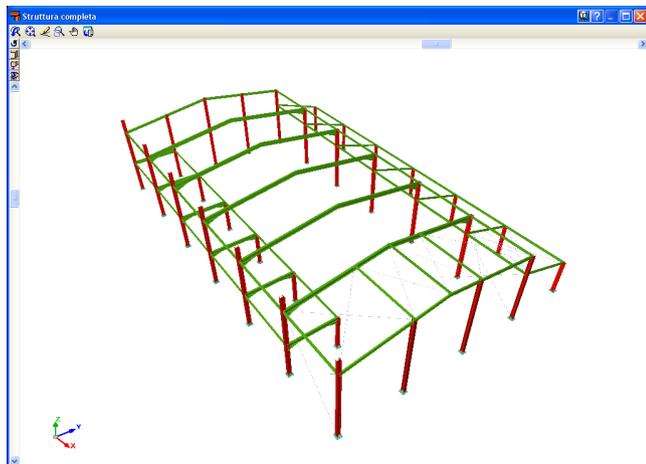


Fig. 1.86

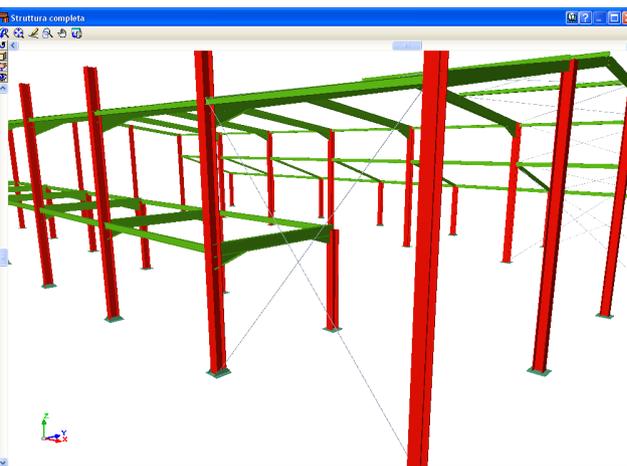


Fig. 1.88



Fig.1.87

Quando si visualizza la vista 3D della struttura, ci si può muovere liberamente al suo interno. È possibile modificare il punto di vista usando le barre di rotazione nella parte superiore e nella parte sinistra dello schermo. Se si esegue lo zoom della struttura (usando l'opzione zoom dalla barra degli strumenti), compaiono gli spostamenti delle aste nella parte superiore e nella parte destra dello schermo.

È possibile cambiare la modalità di visualizzazione della struttura cliccando sul bottone a forma di “occhio”  posizionato nella parte superiore sinistra della barra degli strumenti nella finestra relativa alla vista 3D.

Le viste 3D di Strutture 3D contengono inoltre un'opzione che mostra elementi con tessiture simili al colore reale del materiale di cui essi sono costituiti; è possibile scegliere se rappresentare la vista 3D con o senza i materiali.

- **Senza materiali**

Distingue gli elementi della vista 3D, anche se sono costituiti dallo stesso materiale.

- **Con materiali**

Mostra gli elementi della vista 3D con le tessiture che assomigliano ai loro colori reali.

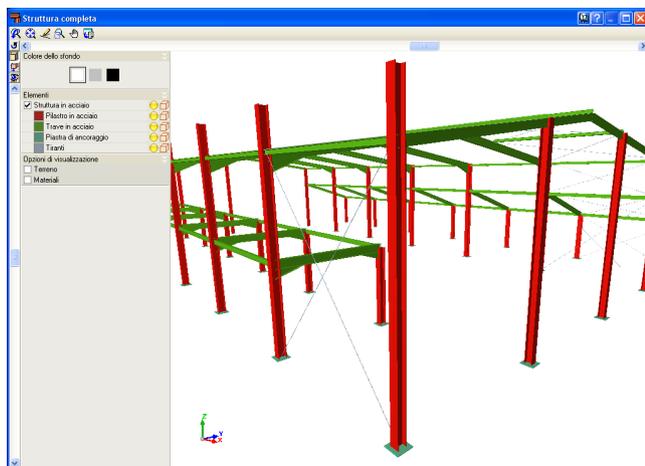


Fig. 1.89

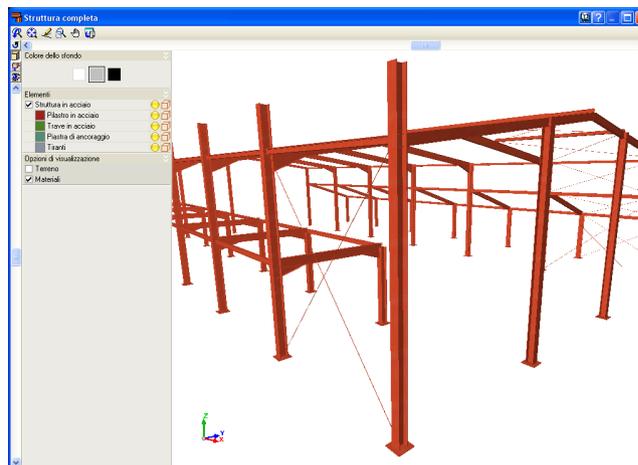


Fig. 1.90

1.5.12. Esportazione in altri programmi

Strutture 3D consente di esportare strutture progettate in acciaio in modo tale da poterle visualizzare e modificare in altri programmi. Le opzioni relative all'esportazione sono situate in **File > Esportare**.

Si può inoltre esportare la struttura in formato CIS/2 (CIM-steel Integration Standards), che è un **formato di scambio standard** per agevolare il flusso di dati tra le applicazioni informatiche coinvolte nel processo di calcolo, progetto e fabbricazione di **strutture in acciaio**. Strutture 3D è in grado di esportare le strutture calcolate e progettate in formato CIS/2, promosso dal NIST (National Institute of Standards and Technology) in modo tale da poterlo usare in seguito in programmi quali Graitec Advance Steel.

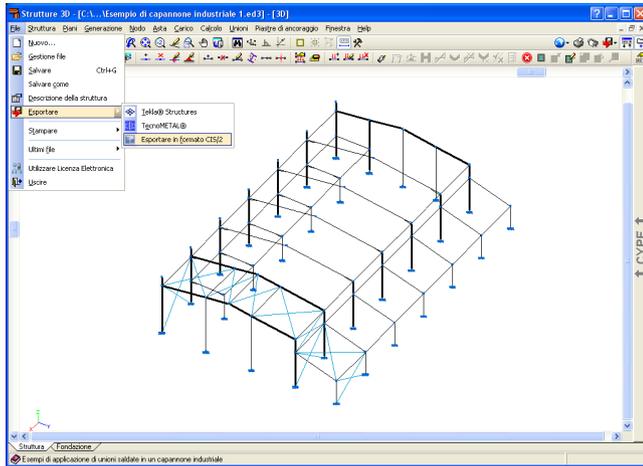


Fig. 1.91

Si possono inserire nel programma i carichi esterni agenti sulla struttura, in modo tale da ricavare il suo dimensionamento ottimale conformemente alla normativa selezionata. Si possono inoltre esportare in altri programmi i dettagli costruttivi generati dalle unioni saldate e bullonate delle sezioni a doppio T in acciaio laminato e saldato, ed è possibile ottenere un modello 3D delle stesse in quel programma.

Esistono due opzioni nel momento in cui si esegue l'esportazione:

- **Solo geometria e caratteristiche di nodi e aste.**

Consente di esportare la geometria e i profilati in acciaio riconosciuti dal programma in cui si stanno esportando. Non è necessario calcolare e dimensionare la struttura prima di eseguire la sua esportazione. Tale opzione non include l'esportazione di unioni, per cui non bisogna dimensionarle prima di esportarle.

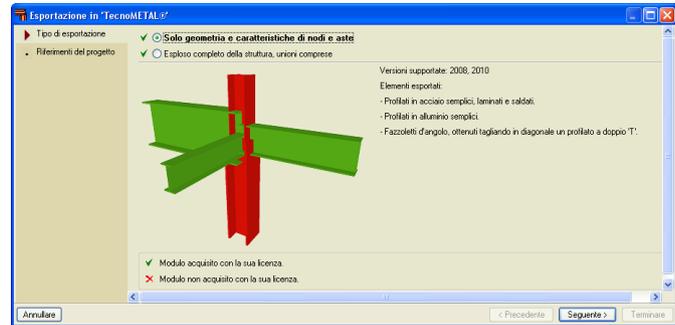


Fig. 1.92

- **Esploso complete della struttura, unioni comprese.**

Consente di esportare la geometria della struttura, i profilati in acciaio riconosciuti dal programma in cui si stanno esportando e l'esploso delle unioni corrispondenti agli elementi in acciaio. È necessario in tal caso calcolare la struttura e le unioni prima di eseguire la loro esportazione.

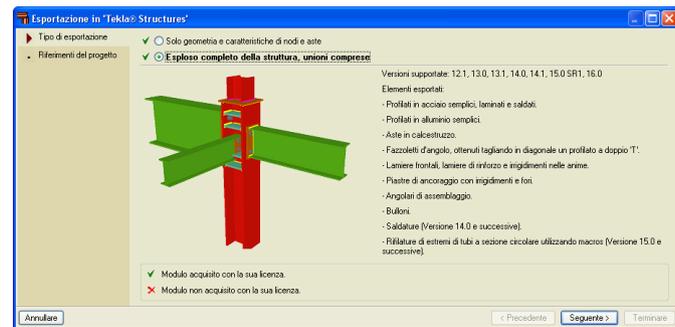


Fig. 1.93

1.6. Help su schermo

I programmi di CYPE possiedono icone di help sullo schermo che forniscono all'utente informazioni circa i menu dei programmi, le finestre di dialogo e le opzioni.

È possibile accedere alle opzioni di help in quattro modi differenti:

1.6.1. Tasto F1

Per ottenere help relativamente a un'opzione del menu, si deve premere F1; tutte le icone che incorporano spiegazioni di help disponibili si evidenziano in blu. Se si desidera ottenere help circa un'opzione interna al menu, una volta premuto il tasto F1, bisogna aprire il menu e cliccare sull'opzione desiderata.

1.6.2. Icona punto interrogativo

È possibile visualizzare un'icona con il simbolo del punto interrogativo  nell'angolo superiore destro della barra del titolo. Si può ottenere help specifico mediante un'opzione del programma cliccando sull'icona con il simbolo del punto interrogativo, aprendo successivamente il menu contenente l'opzione per la quale si è ricercato l'help e cliccando su di essa. Compare una finestra contenente l'informazione richiesta. Questa opzione fornisce la stessa informazione di quella che si mostra quando si preme il tasto **F1**.

È possibile disattivare questo help in tre modi: cliccando sul tasto destro del mouse, cliccando sull'icona con il simbolo del punto interrogativo o premendo il tasto **Esc**.

Allo stesso modo, si possono ottenere informazioni circa le icone della barra degli strumenti. Una volta selezionata l'icona  con il simbolo del punto interrogativo, le icone

si evidenziano in blu; cliccando in seguito sull'icona, si mostrerà l'informazione desiderata.

Anche tutte le finestre delle opzioni che si aprono all'interno del programma contengono l'icona con il simbolo del punto interrogativo nella loro barra del titolo. Cliccando su di essa, è possibile ottenere l'informazione desiderata.

1.6.3. Icona libro

All'interno della barra del titolo di alcune finestre, è possibile trovare un'icona con il simbolo del libro aperto; una volta cliccato su di essa, si mostrano informazioni generali circa il contenuto della finestra stessa.

1.6.4. Guida rapida

È possibile consultare e stampare un riassunto di tutte le opzioni contemplate nel programma cliccando su **Help > Guida rapida**.

1.6.5. A proposito di...

Mostra informazioni circa il programma, il suo nome e la sua versione. Un bottone nell'angolo inferiore destro mostra il numero di licenza della chiave hardware; una volta cliccato su di esso si mostra una lista di tutti i moduli e normative acquistati. È possibile trovare la configurazione della chiave hardware di rete nella parte inferiore della finestra di dialogo, che consente alla chiave hardware di essere configurata nella macchina dell'utente.