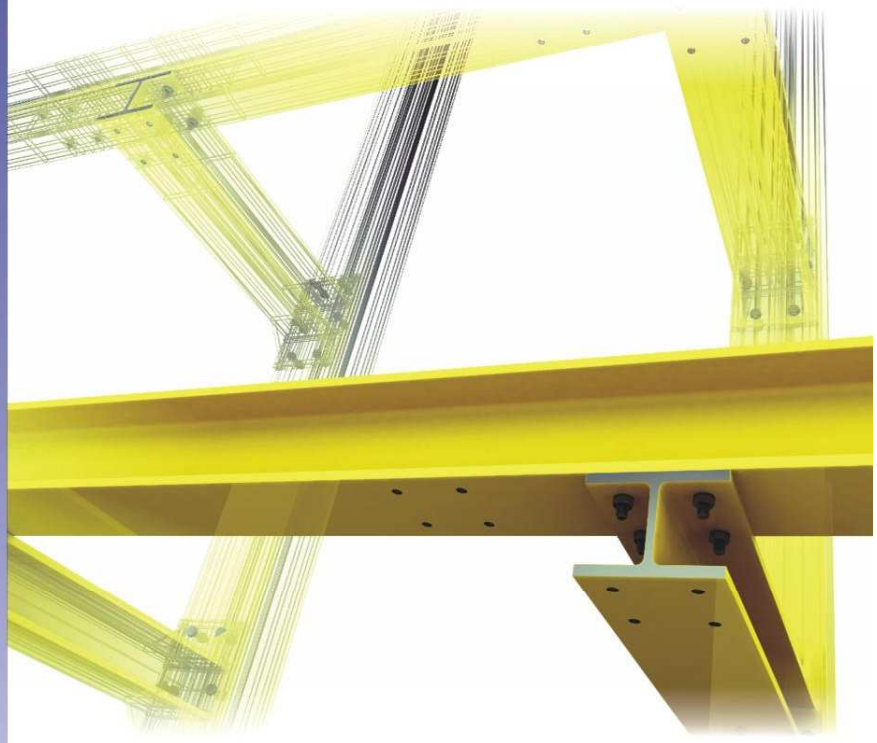
manuale
d'uso

SW STRUCTURE

Software per strutture ed elementi
in acciaio e legno



www.stacec.com

STACEC

INDICE

SWF Pag. 6
Steel & Wood Frames

UdF TM Pag. 124
Unioni di Forza per telai multipiano

SeMiSteel B-Plus Pag. 152
Analisi di ponti a sezione mista acciaio-cls

SoVar Pag. 196
Solai in acciaio, legno, lamiera grecata, predalles, a secco.

AS Concrete FRP Pag. 234
Rinforzo strutture con FRP

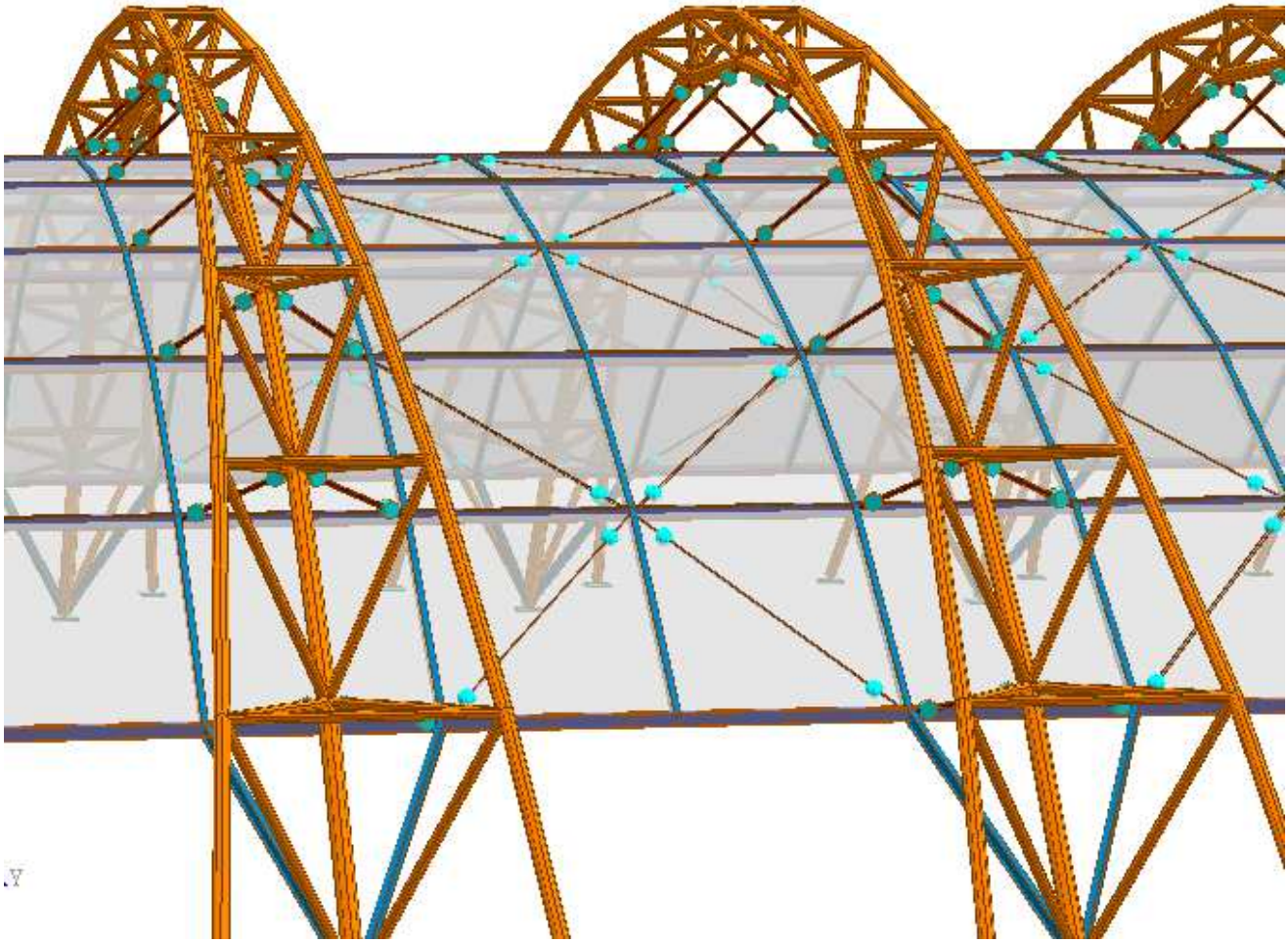
BeCAP Pag. 272
Verifica travi in CAP

TraRET Plus Pag. 306
Verifica travature reticolari

VerSeA Pag.338
Verifica elementi in acciaio

TS1 Pag.364
Verifica elementi in legno

Steel and Wood Frames



Premessa

Il presente manuale vuole dare una presentazione sintetica delle operazioni che si possono eseguire con il software SWF, Steel and Wood Frames aggiornato alla versione 3.6.0.

Dopo alcune informazioni introduttive sul software, viene fornita una breve descrizione della sua interfaccia grafica, e poi vengono date le specifiche sulle fasi di utilizzo del programma: input, calcolo, post-processing (visualizzazione risultati e redazione della relazione di calcolo).

Infine viene descritto un semplice esempio di applicazione, in cui si usa SWF per modellare un capannone in acciaio.

Sommario

Obiettivi Pag. 8

Caratteristiche Generali Pag. 8

Interfaccia Grafica Pag. 9

Operazioni di Input di SWF Pag. 56

Le operazioni di Calcolo di SWF Pag. 82

Le operazioni di visualizzazione dei Risultati Calcolo Pag. 82

Le operazioni di Verifiche delle Aste e dei Solai Pag. 83

Le operazioni di gestione delle tavole Pag. 86

Le operazioni di generazione della Relazione di SWF Pag. 86

Esporta Archivio Fondazioni Pag. 87

Un esempio di calcolo Pag. 88

Riferimenti Teorici Pag. 116

Convenzioni Tipografiche

Nel testo sono utilizzate le seguenti convenzioni tipografiche:

- Componenti dell'interfaccia grafica
- **`Operazioni`**
- Nomi di `software`

Obiettivi

Il software SWF consente di eseguire il calcolo della soluzione, in termini di spostamenti e sollecitazioni, di strutture costituite dall'assemblaggio di travi. [1]
Il software inoltre esegue la verifica dei seguenti elementi:

- aste in acciaio, aste in legno, aste in acciaio-calcestruzzo;
- solai in lamiera grecata, solai con profilati in acciaio, solai in legno, solai misti acciaio-cls, solai predalles.

I risultati dell'analisi e delle verifiche possono essere stampati in una dettagliata relazione di calcolo e si possono redigere delle tavole esecutive.

Caratteristiche Generali

SWF esegue l'analisi ad elementi finiti della struttura risolvendo i sistemi lineari, che sono associati alle azioni di carico non sismiche, ed effettuando l'analisi dinamica modale, per le azioni di carico sismiche.

I calcoli di verifica delle aste e dei solai vengono effettuati secondo le prescrizioni della vigente normativa di riferimento:

- D.M.14 gennaio 2008 : "Norme tecniche per le costruzioni"
- Eurocodice 3, UNI EN 1993-1-1 : 2005 "Progettazione delle strutture in acciaio"
- Eurocodice 4, UNI EN 1994-1-1 : 2005 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo"
- Eurocodice 5, UNI EN 1995-1-1 : 2005 "Progettazione delle strutture in legno"

[1] I materiali disponibili per le aste sono: l'acciaio, il legno, l'acciaio-calcestruzzo e il calcestruzzo armato.
Le travi in calcestruzzo armato possono essere caratterizzate da un eventuale letto di molle alla Winkler. Il calcolo delle armature e le verifiche delle travi in calcestruzzo armato non può essere fatto. La presenza delle travi in calcestruzzo armato ha infatti lo scopo di consentire la modellazione della struttura, le verifiche della sovrastruttura in legno e/o acciaio e l'eventuale esportazione di un modello di fondazione da calcolare con il software Fondazioni.
Le sezioni miste acciaio-calcestruzzo disponibili sono quelle incamiciate quadrate, rettangolari e circolari, che sono tipiche delle colonne composte.

Interfaccia Grafica

L'interfaccia grafica di SWF è caratterizzata da una finestra principale e da altre finestre secondarie.

Finestra principale

La Finestra Principale è dotata di un Pannello 3D e di vari menu e pulsanti da cui accedere alle varie funzioni del programma.

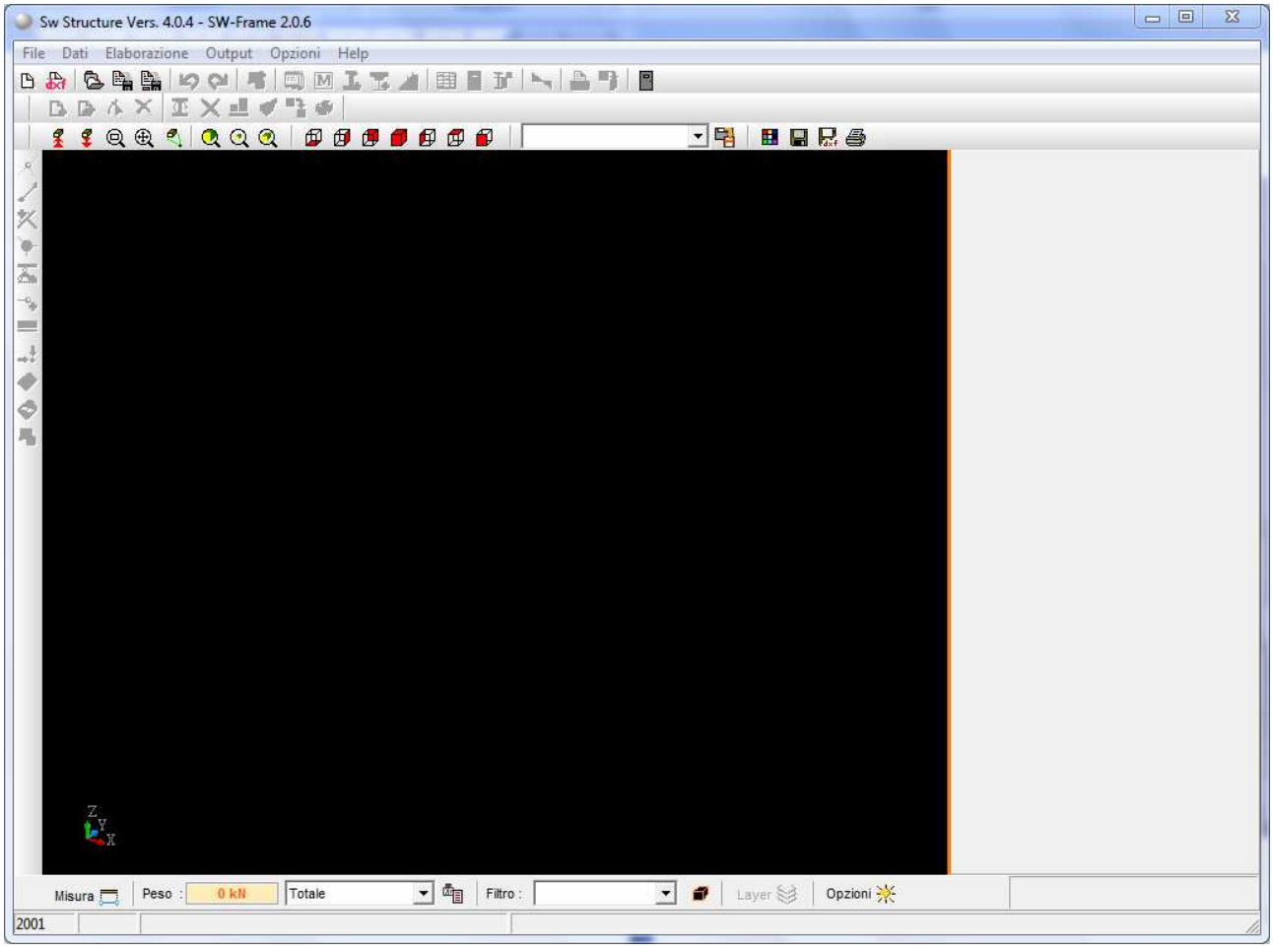


Figura 1 - Finestra Principale

La parte a destra della finestra principale è chiamata Area Operativa, e il suo contenuto varia a seconda dell'operazione attiva.

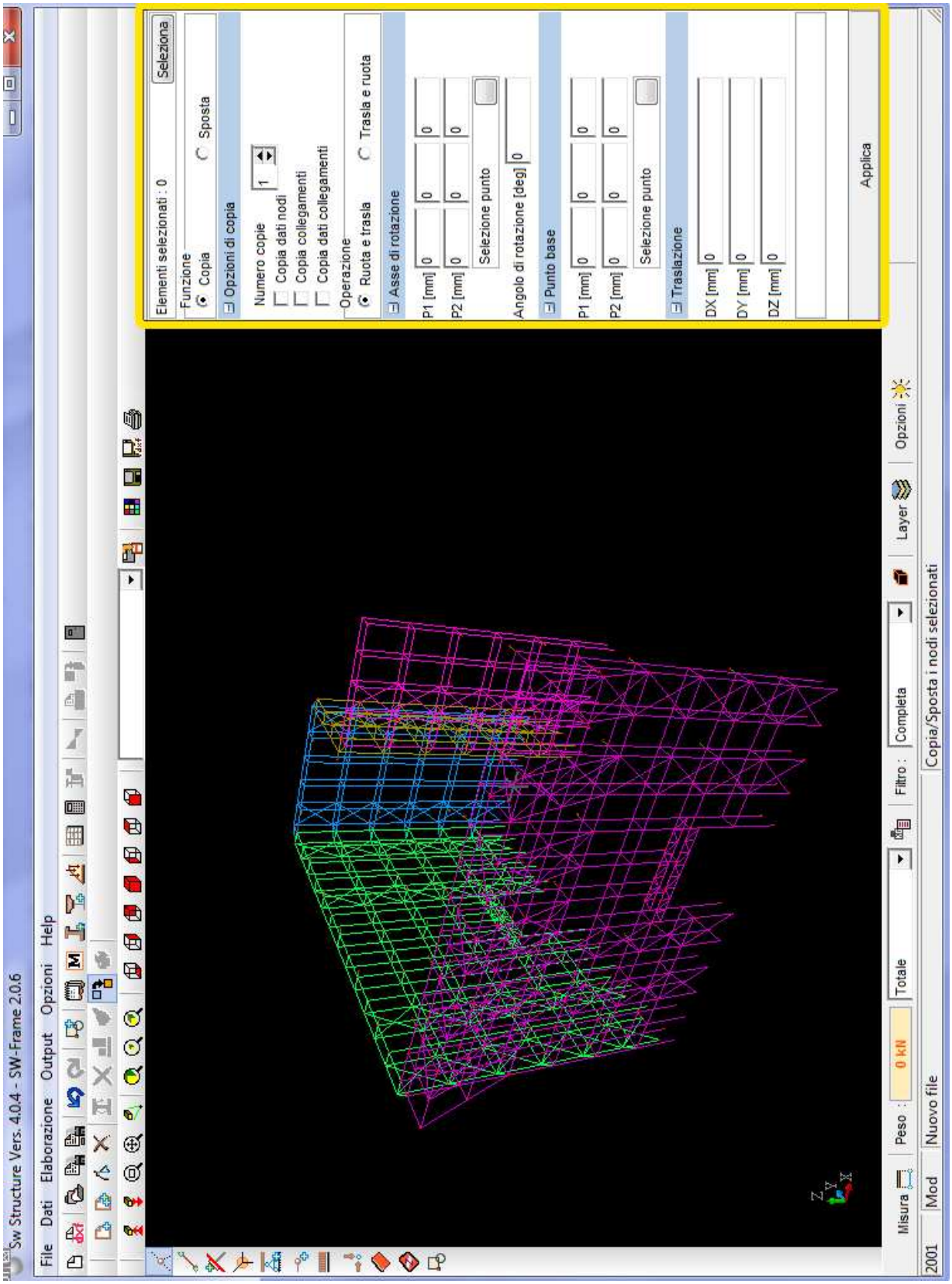


Figura 2 - Area Operativa della Finestra Principale

Di seguito sono elencati i pulsanti della finestra principale ed è indicata la loro funzione.

Prima Barra Orizzontale

- Nuovo Progetto consente di **Creare un nuovo progetto**, cioè un nuovo archivio da gestire con SWF secondo la modalità standard.
- Nuovo Progetto da file Dxf consente di **Creare un nuovo progetto a partire da un file .dxf**, cioè un nuovo archivio da gestire con SWF secondo la modalità di importazione da file .dxf.
- Apri Progetto serve per aprire un archivio esistente.
- Salva Progetto serve per salvare le modifiche effettuate al progetto corrente.
- Salva Progetto con Nome consente di salvare il progetto corrente specificando il nome dell'archivio in cui memorizzare il progetto.
- Annulla annulla l'ultima operazione compiuta.
- Ripristina ripristina l'ultima operazione annullata.
- Gestione dei blocchi serve per aprire la Finestra delle Tipologie di Plinti
- La finestra (vedi Figura 21 - Finestra delle tipologie di plintoFigura 21) consente la definizione delle tipologie di plinto che possono successivamente essere assegnate ai plinti nella struttura. La generica tipologia di plinto può essere dotata di incastro perfetto oppure essere dotata di molle.

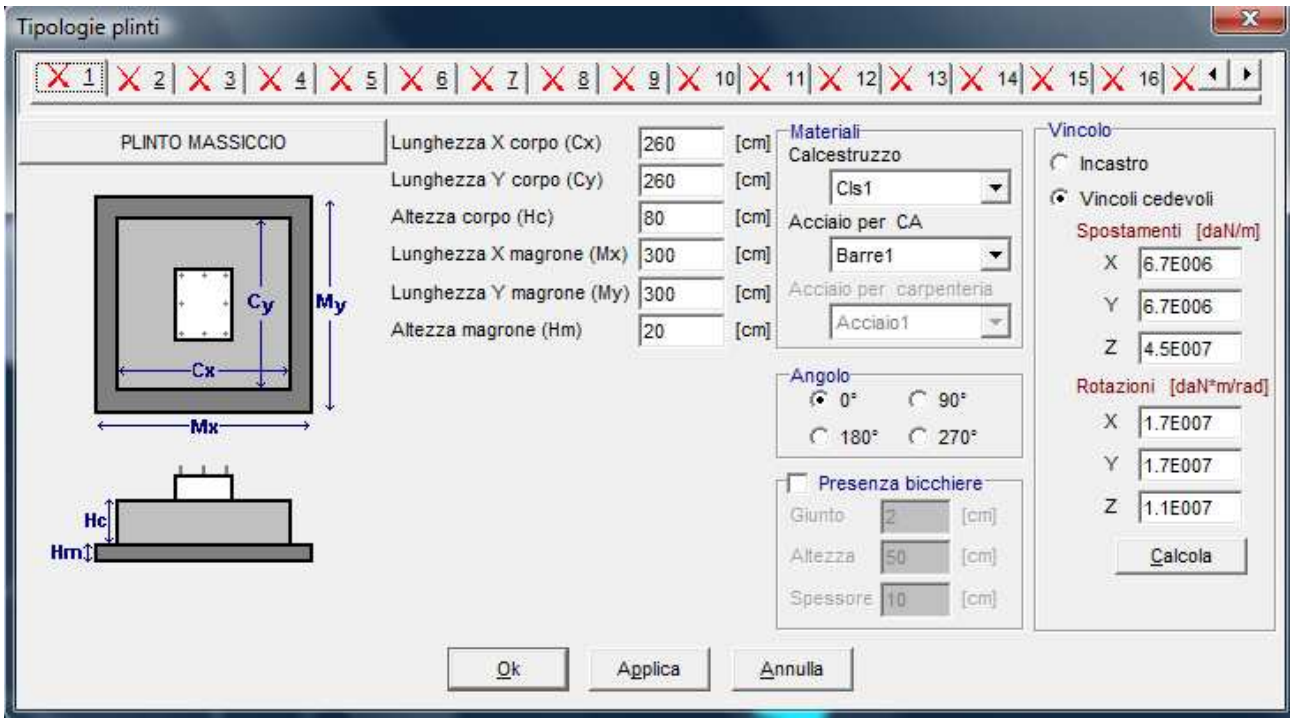


Figura 21 - Finestra delle tipologie di plinto

- **Finestra dei Modelli per i Blocchi**.
- Dati Generali serve per aprire la Editor per i filtri **di visualizzazione delle aste**

L'editor (vedi Figura 5) consente di definire un filtro nella visualizzazione delle aste. Il criterio si basa sulla tipologia trasversale. Le aste che rientrano nell'insieme specificato vengono evidenziate nel pannello 3D. Non è possibile salvare tali filtri: per una necessità di questo tipo usare i filtri di visualizzazione.

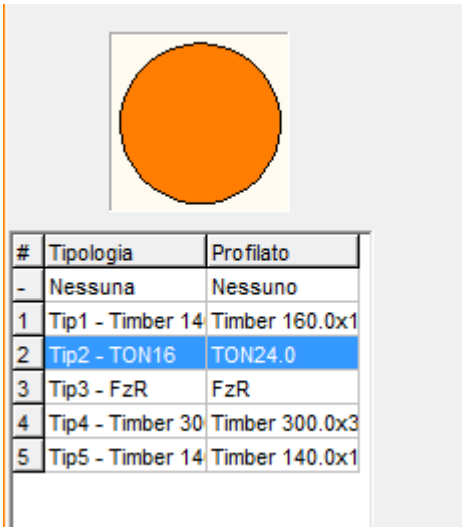


Figura 5 - Filtri di visualizzazione delle aste

- **Finestra dei Dati Generali**.
- Materiali consente di aprire la Finestra dei Materiali.

- Tipologie Profilati serve per aprire la Finestra .
- Tipologie Solai apre la Finestra delle Sezioni trasversali dei Solai.
- Carichi Pannellari permette di aprire la Finestra dei Carichi Pannellari.
- Combinazioni di Carico apre la Editor dei blocchi
- Per aggiungere un blocco alla struttura si utilizza l'apposito editor (vedi Figura 23 - Editor dei blocchi) dove scegliere il modello a partire da cui definire il blocco, il punto di applicazione del blocco (il punto dove verrà posto il punto base del blocco), il rollio (l'angolo di cui si vuole ruotare il blocco rispetto all'asse verticale passante per il punto di applicazione) e la scala (il fattore di scala delle ascisse).

La scelta del modello si fa' selezionandone uno all'interno del menu a discesa Lista Blocchi. La scelta della scala, del rollio e del punto di applicazione si fa' tramite il quadro Dati Blocco. Per memorizzare gli input in tale quadro occorre premere il pulsante Aggiorna Dati Anteprima.
Per inserire un blocco occorre premere il pulsante Inserisci.

Nella definizione di un modello di blocco secondo la modalità 2D, non è possibile definire il layer di appartenenza delle singole aste. Si può però creare un'istanza a partire da tale modello, definire i layer su tale istanza e a partire da essa definire un modello di blocco 3D. In questa maniera si avrà a disposizione un modello di blocco 2D con i layer pesonalizzati.

Per ciascuna asta è possibile visualizzare l'indice di istanza di blocco di appartenenza, tramite la finestra delle opzioni di visualizzazione. Si consiglia a tal fine di deselezionare la sezione delle aste nella finestra stessa.

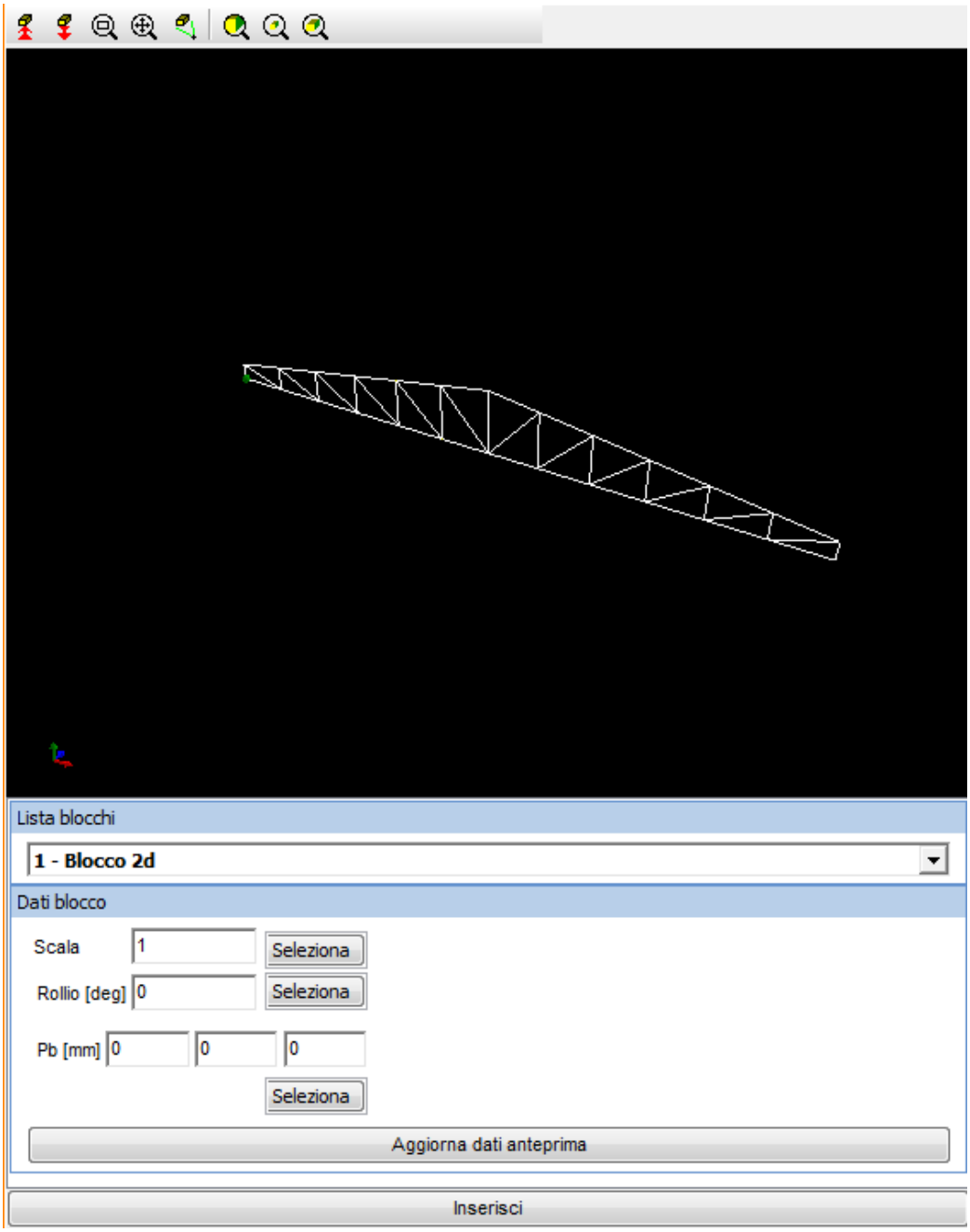


Figura 23 - Editor dei blocchi

- **Finestra delle Combinazioni di Carico**.
- Avvia Calcolo lancia il calcolo agli elementi finiti.
- Esegui Verifiche apre la

Finestra **di Visualizzazione dei Risultati del Calcolo**

La finestra (vedi Figura 26) contiene un pannello 3D con il modello della struttura e una serie di controlli sulla parte sinistra, che consentono di visualizzare informazioni di input (configurazione indeformata, carichi, etc) e informazioni di output (spostamenti, sollecitazioni, etc).

Nella parte in basso a destra della finestra c'è un menu a tendina che è scorribile se è stato effettuato un altro calcolo oltre a quello standard (ad esempio se si conduce anche il calcolo di linear buckling). In questa maniera possono essere visualizzati i risultati di tutti i calcoli effettuati.

Figura 26 - Finestra dei Risultati del Calcolo

- **Finestra delle Verifiche**. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.
- Esporta Fondazione apre la Finestra dell'Esportazione delle Fondazioni Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.
- Visualizzazione Diagrammi apre la

Finestra di **Visualizzazione dei Risultati del Calcolo**. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.

- Progettazione UdF apre la Finestra delle Unioni di **Forza**. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.
- Relazione di Calcolo apre la Finestra delle Unioni di **Forza**

La finestra (vedi Figura 28) viene aperta tramite l'omonimo pulsante.

Nella finestra è possibile selezionare un piano e gestire i relativi esecutivi e relazione di calcolo delle unioni.

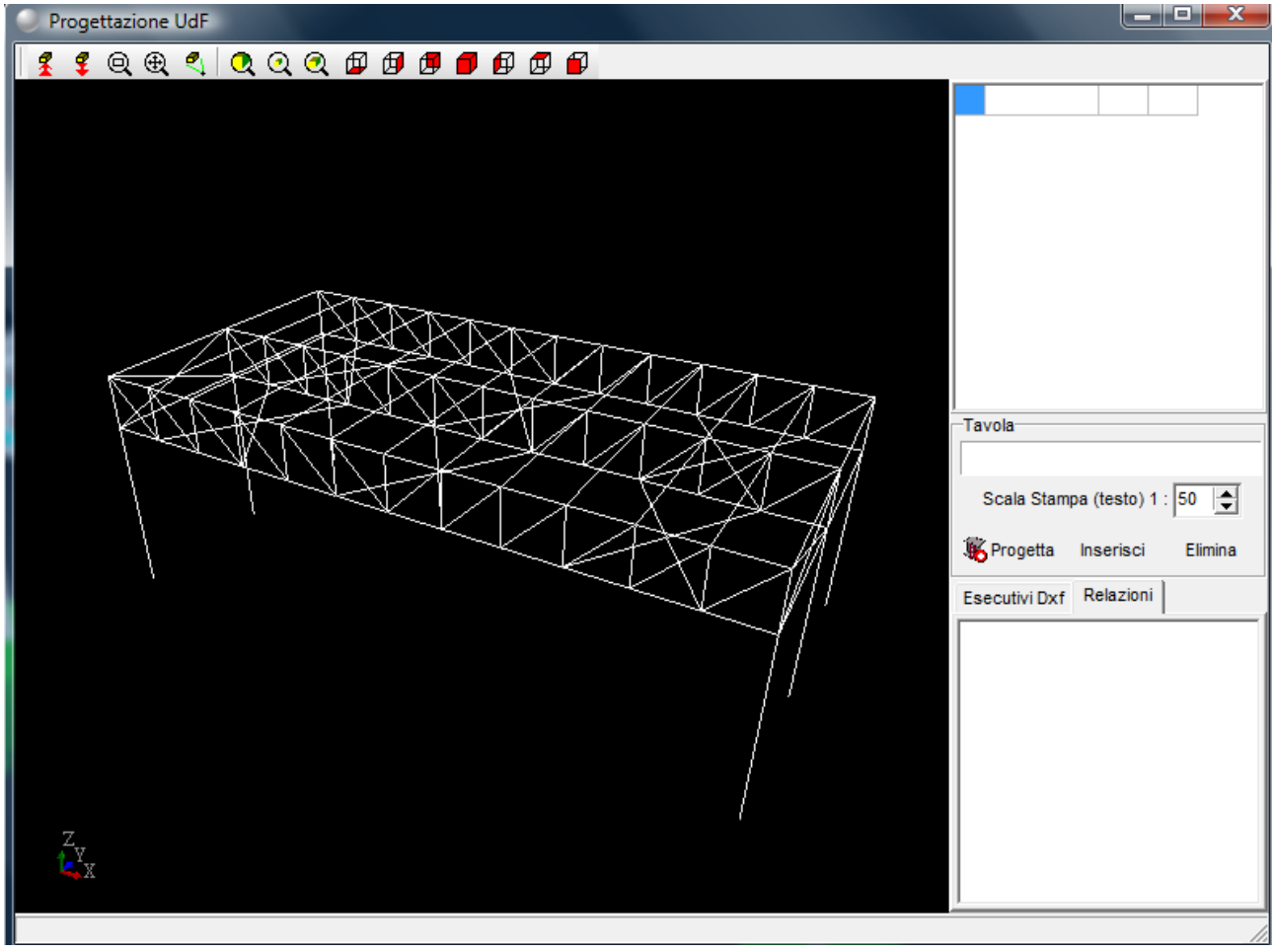


Figura 28 - Progettazione Unioni di Forza

- **Finestra della Relazione di Calcolo**. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.
- Tavole Dxf apre la Finestra delle **Tavole**. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo e finché non vengono fatte modifiche di input.

- Esci chiude SWF, previa richiesta all'utente del salvataggio di eventuali modifiche.

Barra verticale degli Oggetti

- Nodi attiva le operazioni relative ai nodi.
- Aste attiva le operazioni relative alle aste.
- Gruppi Aste Allineate attiva le operazioni relative ai gruppi di aste allineate.
- Nodi Master attiva le operazioni relative ai nodi master.
- Vincoli Esterni attiva le operazioni relative ai vincoli nodali.
- Vincoli Interni attiva le operazioni relative ai vincoli interni.
- Carichi Distribuiti su Aste attiva le operazioni relative ai carichi distribuiti su aste.
- Carichi Nodali attiva le operazioni relative ai carichi nodali.
- Pannelli di Carico attiva le operazioni relative ai pannelli di carico.
- Campi di solaio attiva le operazioni relative ai campi di solaio.
- Blocchi attiva le operazioni relative ai blocchi.

Barra orizzontale delle Operazioni

- Inserimento permette di accedere alle operazioni di inserimento.
- Inserimento Multiplo fa' accedere alle operazioni di inserimento multiplo.
- Modifica consente di entrare nelle operazioni di modifica.
- Elimina fa' entrare nelle operazioni di eliminazione.
- Ruota Asse permette di accedere all'operazione di **Ruota il sistema di riferimento locale di un'asta**
- Controventi consente di accedere alla definizione automatica di **Controventi**.
- Filtri visualizzazione apre l'Editor dei Editor per i filtri **di visualizzazione dei pannelli** o l'Finestra delle Tipologie di Plinti

La finestra (vedi Figura 21 - Finestra delle tipologie di plintoFigura 21) consente la definizione delle tipologie di plinto che possono successivamente essere assegnate ai plinti nella struttura. La generica tipologia di plinto può essere dotata di incastro perfetto oppure essere dotata di molle.

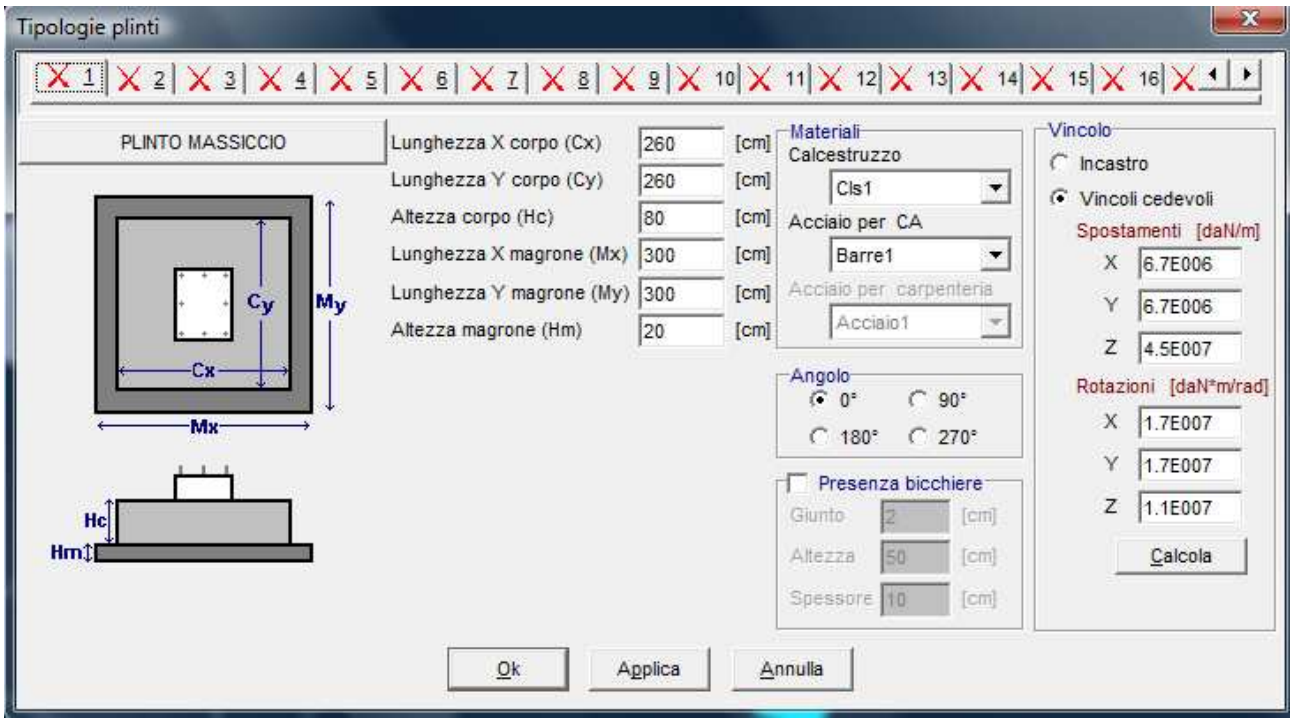


Figura 21 - Finestra delle tipologie di plinto

Finestra dei Modelli per i Blocchi

L'editor (vedi Figura 22) consente la definizione di modelli di blocco che possono successivamente essere usati per inserire uno o più blocchi nella struttura.

I modelli di blocco possono essere definiti secondo le seguenti modalità:

1. blocco 2D,
2. blocco 3D,
3. blocco da file .dxf,
4. ponteggio.

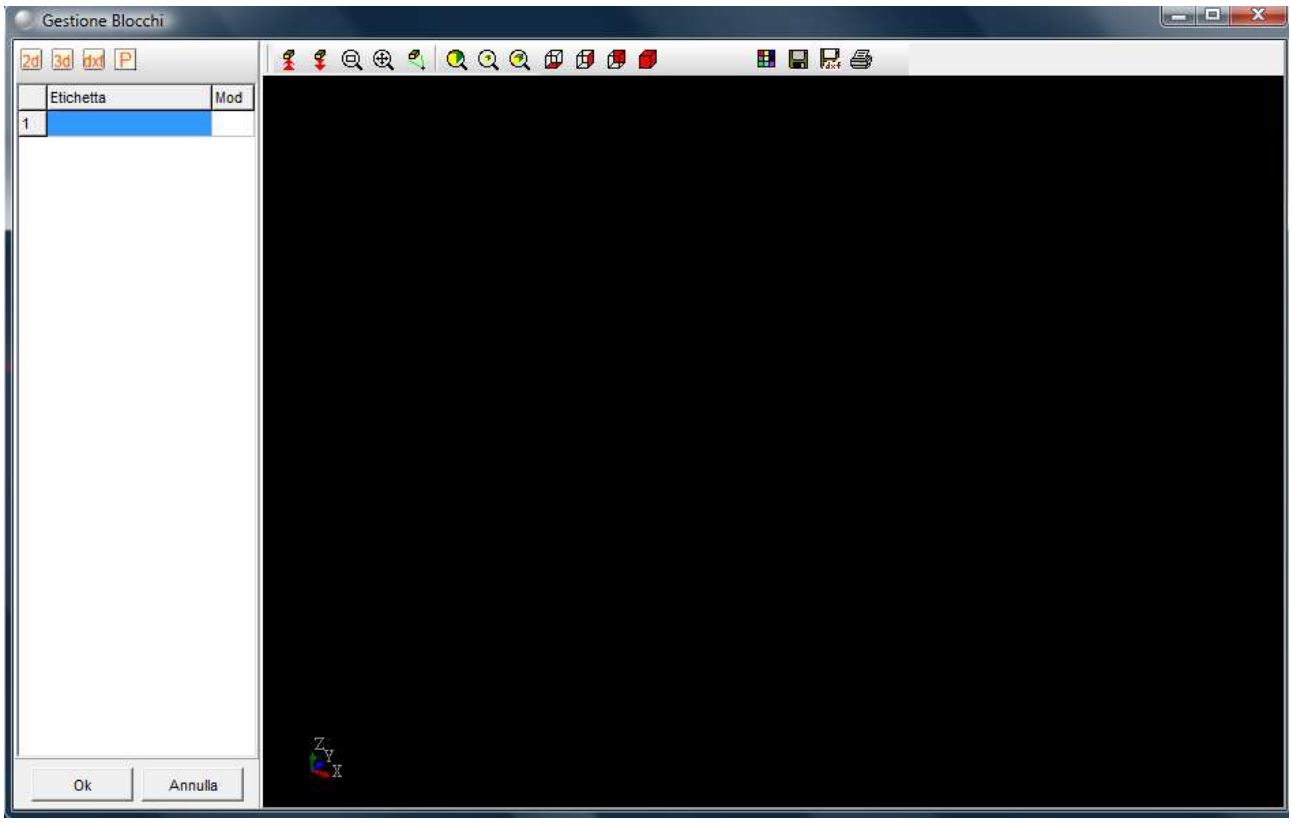


Figura 22 - Gestione dei blocchi

Editor dei blocchi

Per aggiungere un blocco alla struttura si utilizza l'apposito editor (vedi Figura 23 - Editor dei blocchi) dove scegliere il modello a partire da cui definire il blocco, il punto di applicazione del blocco (il punto dove verrà posto il punto base del blocco), il rollio (l'angolo di cui si vuole ruotare il blocco rispetto all'asse verticale passante per il punto di applicazione) e la scala (il fattore di scala delle ascisse).
La scelta del modello si fa' selezionandone uno all'interno del menu a discesa Lista Blocchi. La scelta della scala, del rollio e del punto di applicazione si fa' tramite il quadro Dati Blocco. Per memorizzare gli input in tale quadro occorre premere il pulsante Aggiorna Dati Anteprima.
Per inserire un blocco occorre premere il pulsante Inserisci.

Nella definizione di un modello di blocco secondo la modalità 2D, non è possibile definire il layer di appartenenza delle singole aste. Si può però creare un'istanza a partire da tale modello, definire i layer su tale istanza e a partire da essa definire un modello di blocco 3D. In questa maniera si avrà a disposizione un modello di blocco 2D con i layer pesonalizzati.

Per ciascuna asta è possibile visualizzare l'indice di istanza di blocco di appartenenza, tramite la finestra delle opzioni di visualizzazione. Si consiglia a tal fine di deselezionare la sezione delle aste nella finestra stessa.

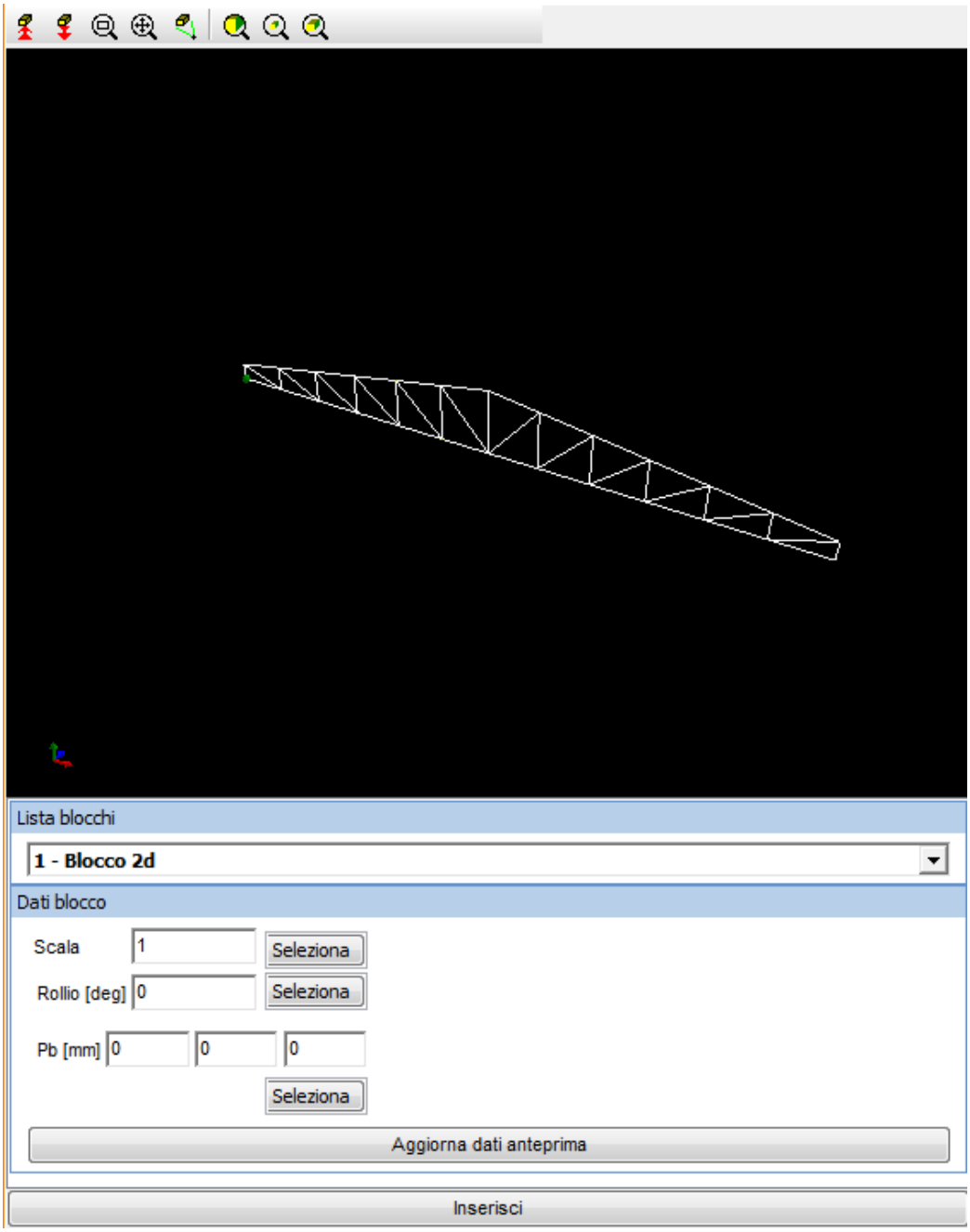
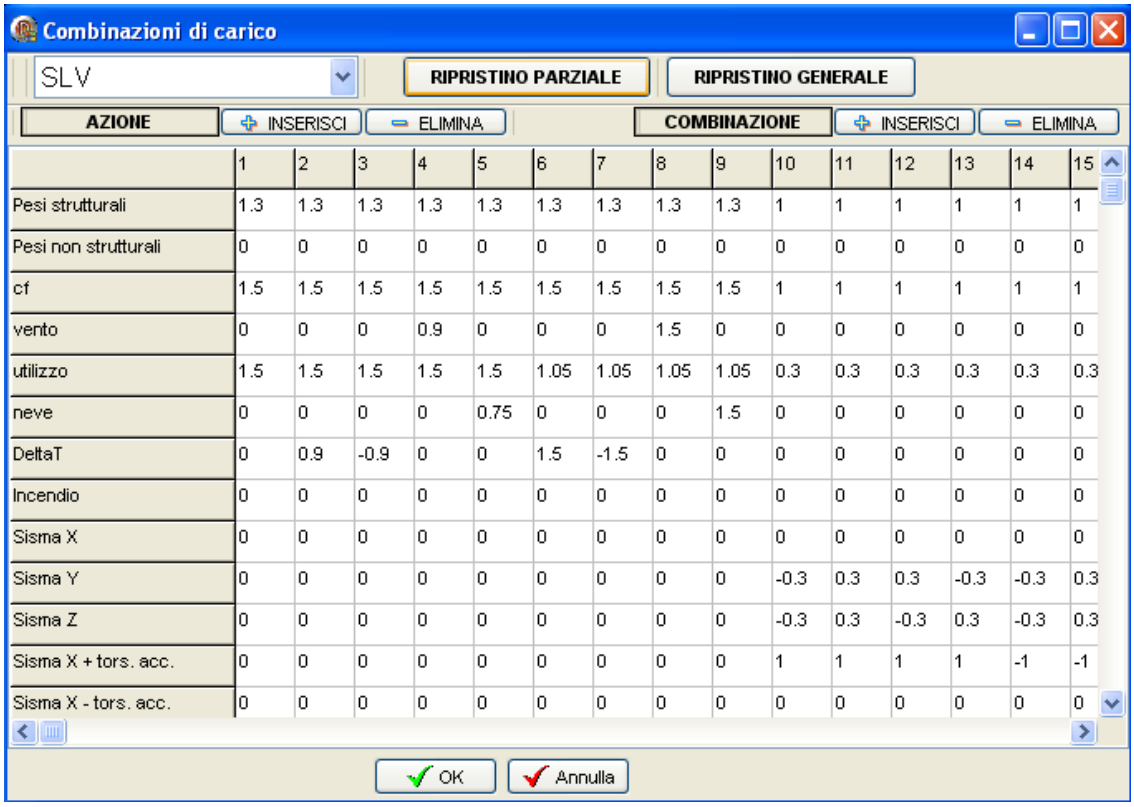


Figura 23 - Editor dei blocchi

Finestra delle Combinazioni di Carico

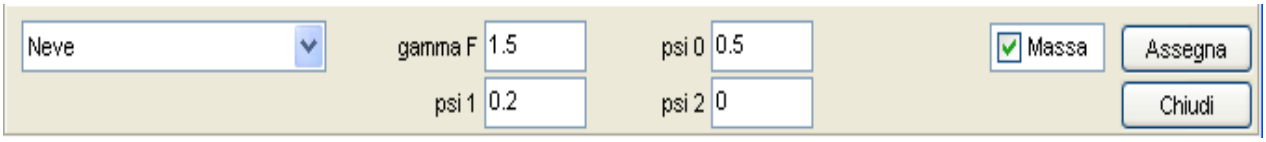
Nella finestra (vedi Figura 24) c'è una tabella che ha le righe che sono relative alle azioni di carico e le colonne relative alle combinazioni di carico. Clickando sull'etichetta dell'azione di carico, nella parte bassa della finestra si apre un piccolo editor tramite il quale è possibile specificare alcune informazioni sull'azione. In

particolare è possibile associare all'azione il tipo e i coefficienti per l'impostazione predefinita delle combinazioni ed inoltre è possibile scegliere se l'azione deve dare luogo a massa (tale scelta non è disponibile per tutte le azioni). La scelta del tipo di azione imposta i coefficienti che rimangono comunque editabili. Per alcune azioni di carico tale editor non è disponibile.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pesi strutturali	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1	1	1
Pesi non strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cf	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
vento	0	0	0	0.9	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0
utilizzo	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
neve	0	0	0	0	0.75	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0
DeltaT	0	0.9	-0.9	0	0	1.5	-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3
Sisma Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
Sisma X + tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
Sisma X - tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 24 – Finestra delle combinazioni di carico



- Figura 25 - Editor delle proprietà delle azioni di carico.
- Copia Proprietà fa' accedere all'operazione di **Copia le proprietà di un'asta e incollale su altre aste**.
- Copia/Sposta permette di entrare nell'operazione di **Copia/Sposta**.
- Esplodi blocco consente di rimuovere il riferimento al blocco di partenza e di assegnare definitivamente gli elementi alla struttura.

Barra orizzontale Inferiore

La barra orizzontale inferiore è situata nella parte inferiore della finestra principale di SWF. Contiene alcuni strumenti per interrogare il proprio modello (distanze lineari, pesi, computo materiali) e gli strumenti per la gestione dei filtri di visualizzazione. c'è un menu a discesa per la scelta dei filtri di visualizzazione. La barra è di seguito riportata

- Misura serve per misurare la distanza tra un nodo e un altro. Premuto il pulsante e selezionati due nodi infatti vengono fornite in una finestra di dialogo, informazioni relative alla distanza tra i due nodi.
- Peso

  offre un riepilogo del peso della struttura totale, per materiale, per visualizzazione.
- Filtri di Visualizzazione apre l'Finestra delle Preferenze sulle Verifiche
- La finestra si apre appena si preme il pulsante delle verifiche nella finestra principale. Essa contiene le informazioni da impostare a monte delle verifiche.

Premendo il pulsante Continua viene aperta la finestra delle verifiche e se le verifiche non sono state eseguite oppure se viene richiesto di rieseguire le verifiche, parte il ciclo delle verifiche su tutte le aste.

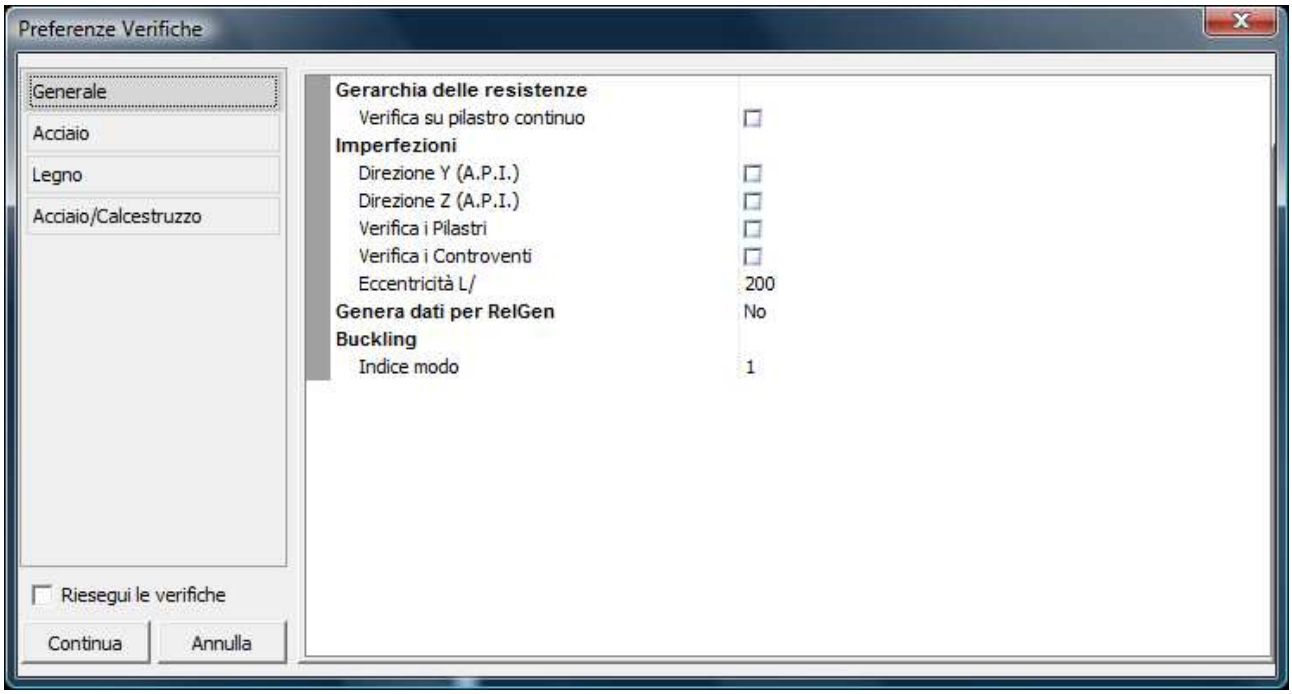
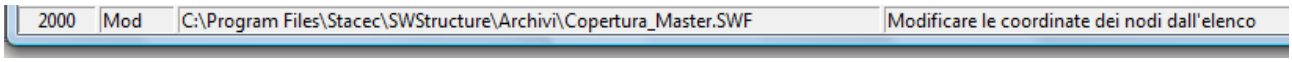


Figura 8 - Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

- **Editor dei filtri di Visualizzazione della Struttura**
- Gestione Layer permette di aprire la **Finestra dei Layer**.
- Opzioni apre la Finestra delle Opzioni di **Visualizzazione**.

Barra di stato

Offre un indicazione del numero di licenza attivo, il percorso del progetto corrente e indicazioni sull'operazione in corso.



Pannello 3D

La Finestra Principale di SWF è per default occupata principalmente da un pannello contenente la modellazione grafica 3D del progetto. Nel pannello possono essere effettuate le operazioni di selezione associate alle operazioni disponibili per la modellazione. I dettagli della visualizzazione degli oggetti nel pannello 3D sono gestibili tramite la **Finestra delle Opzioni di Visualizzazione**.
Immediatamente sopra al pannello c'è una barra degli strumenti per gestire le viste, salvarle in formato .bmp o .dxf e stamparle.

Inoltre per le operazioni di zoom e roto-traslazione del punto di vista, sono disponibili le seguenti scorciatoie da tastiera:

Zoom	tasti `Pagina Su/Giù`
Rotazione del punto di vista	tasti `Freccia Sinistra/Su/Giù/Destra`
Traslazione del punto di vista	tasti `CTRL` + `Freccia Sinistra/Su/Giù/Destra`
Zoom	scroll del mouse
Rotazione del punto di vista	hold click del mouse
Traslazione del punto di vista	hold click del mouse + `CTRL`

Finestre Secondarie

Editor dei Nodi

È costituito dall'elenco completo dei nodi con le coordinate spaziali dei nodi stessi. L'editor consente l'inserimento, la cancellazione e la modifica delle coordinate dei nodi.

L'inserimento di un nodo viene fatto premendo il pulsante di Inserimento dell'editor, settando le coordinate del nuovo nodo e premendo il pulsante Aggiorna dell'editor. L'operazione può essere fatta anche con più nodi: si usa il pulsante Inserimento per tanti quanti sono i nodi voluti, si settano le coordinate desiderate e si preme infine il pulsante Aggiorna. Quando si preme il pulsante Aggiorna vengono creati tutti i nuovi nodi specificati, tranne quelli che hanno coordinate coincidenti, a meno di una certa tolleranza, con un nodo già esistente.

La cancellazione dall' Editor dei Nodi viene fatta selezionando la riga corrispondente al nodo voluto e premendo il pulsante Rimuovi . Quando si cancella un nodo si cancellano anche le aste ad esso connesse e le informazioni (carichi, vincoli, pannelli, campi di solaio) associate al nodo e alle aste ad esso connesse.

Mentre l'Editor è visualizzato, selezionando una riga dall'elenco verrà evidenziato il nodo corrispondente sulla struttura , viceversa selezionando un nodo sulla struttura verrà evidenziata una riga dell'elenco.

Per visualizzare l' Editor dei Nodi dalla Finestra principale è sufficiente premere il pulsante Nodi e poi il pulsante Inserimento : l'editor verrà visualizzato nell'Area Operativa della Finestra Principale.

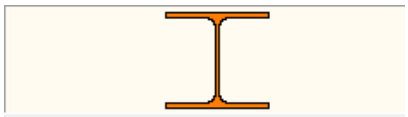
Cerca : 1

n	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	210	1390	0
2	210	1300	0
3	825	1390	0
4	825	1300	0
5	272	1300	0
6	334	1390	0
7	334	1425	0
8	700	1390	0
9	700	1425	0
10	-50	-199	0
11	1085	-199	0
12	1085	1425	0
13	-50	1425	0
14	-50	-199	12000
15	1085	-199	12000
16	1085	1425	12000
17	-50	1425	12000
18	1085	1425	13200
19	-50	1425	13200
20	-50	-199	14400
21	1085	-199	14400
22	1085	1425	14400
23	-50	1425	14400
24	762	1300	0
25	210	1390	12000

Riga 1

Aggiorna

Figura 3 - Editor dei Nodi



Geometria Asta n.3		
Nodo iniziale n.2		
Xini	0	
Yini	0	
Zini	3000	
Nodo finale n.4		
Xfin	5000	
Yfin	0	
Zfin	3000	
Lunghezza	5000	
Alzo [deg]	0	
Rollio [deg]	0	
Layer		
Nome	0	
Struttura		
Vincolo iniziale [0..1]		
Rotazione X	1	
Rotazione Y	1	
Rotazione Z	1	
Delta X	1	
Delta Y	1	
Delta Z	1	
Vincolo finale [0..1]		
Rotazione X	1	
Rotazione Y	1	
Rotazione Z	1	
Delta X	1	
Delta Y	1	
Delta Z	1	
Tipologia	Tip2 - HEA140	
Destinazione uso	Generico	
Rotazione asse	0	
Mensola	☐	
Carichi		
Nome	AccQ	
Tipo	Globale	
Qx iniziale	0	
Qy iniziale	0	
Qz iniziale	-2000	
Qx finale	0	
Qy finale	0	
Qz finale	-2000	
Delta T	0	°C
Coeff. Dilatazione Te...	0	1E-5/°C

Figura 4 - Editor delle proprietà dell'asta

Editor delle proprietà delle aste

È costituito dall'elenco completo delle proprietà delle aste. Ogni proprietà è caratterizzata da un nome e da un valore. Nel caso di selezione singola vengono visualizzate anche i dati geometrici dell'asta. L'assegnazione di una proprietà alle aste selezionate avviene modificandone il valore.

Editor per i filtri di visualizzazione delle aste

L'editor (vedi Figura 5) consente di definire un filtro nella visualizzazione delle aste. Il criterio si basa sulla tipologia trasversale. Le aste che rientrano nell'insieme specificato vengono evidenziate nel pannello 3D. Non è possibile salvare tali filtri: per una necessità di questo tipo usare i filtri di visualizzazione.

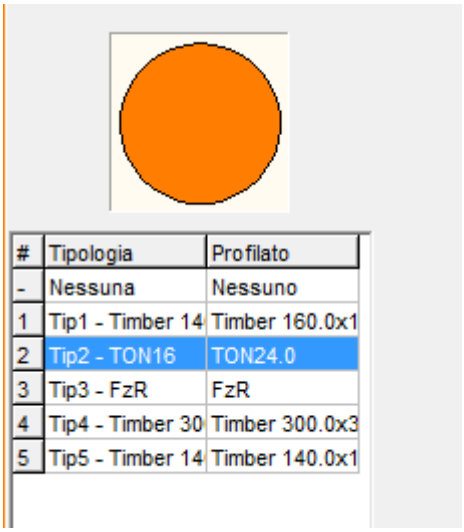


Figura 5 - Filtri di visualizzazione delle aste

Finestra dei Dati Generali

L'editor (vedi Figura 7) si apre tramite l'omonimo pulsante e consente di modificare i dati generali del progetto.
Sarà possibile personalizzare le operazioni di calcolo e verifica fornendo varie informazioni.
Ad esempio nella pagina generale è possibile attivare il calcolo di linear buckling e il calcolo per controventi s sola diagonale tesa attiva (vedi Riferimenti Teorici).
Nella pagina delle verifiche, invece ad esempio, si può scegliere quali stati limite attivare e specificare i parametri degli spettri di progetto del DM 14/01/2008. Per default sono attivi SLV, SLE-R, SLE-F, SLE-QP.

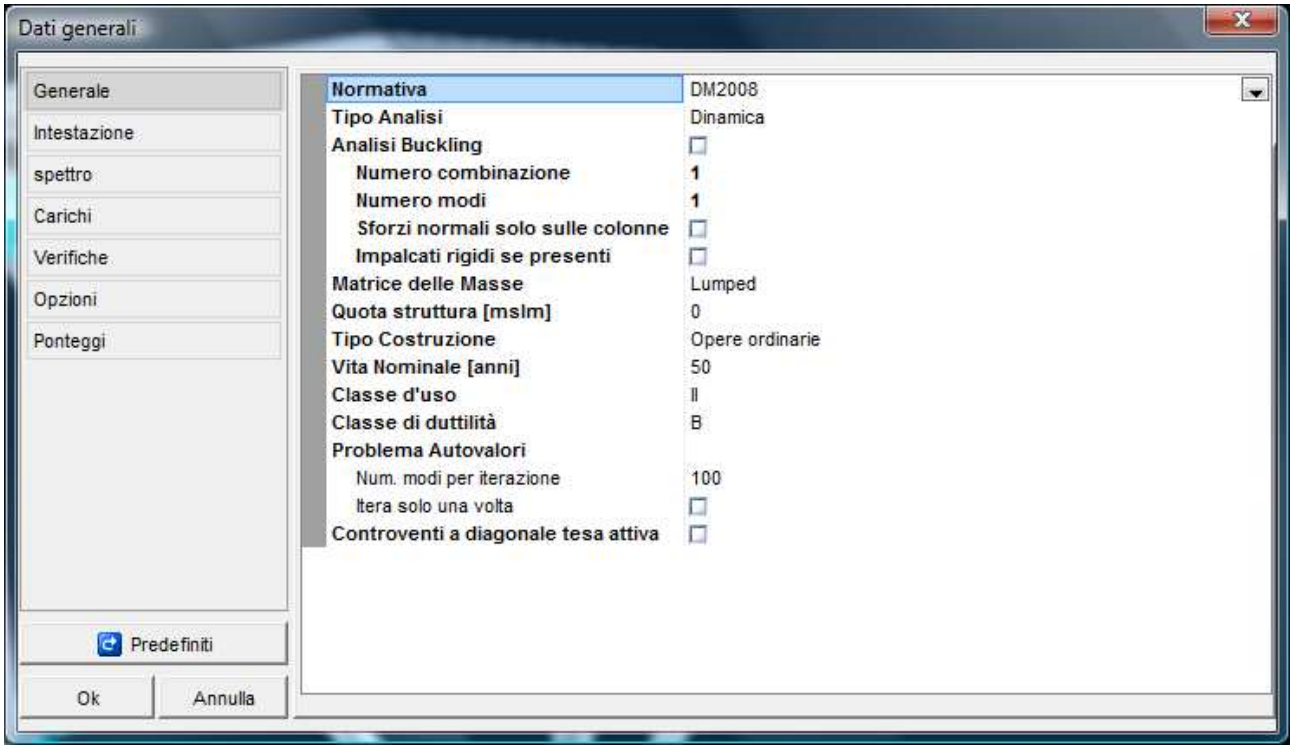


Figura 6 - Finestra dei dati generali, pagina generale

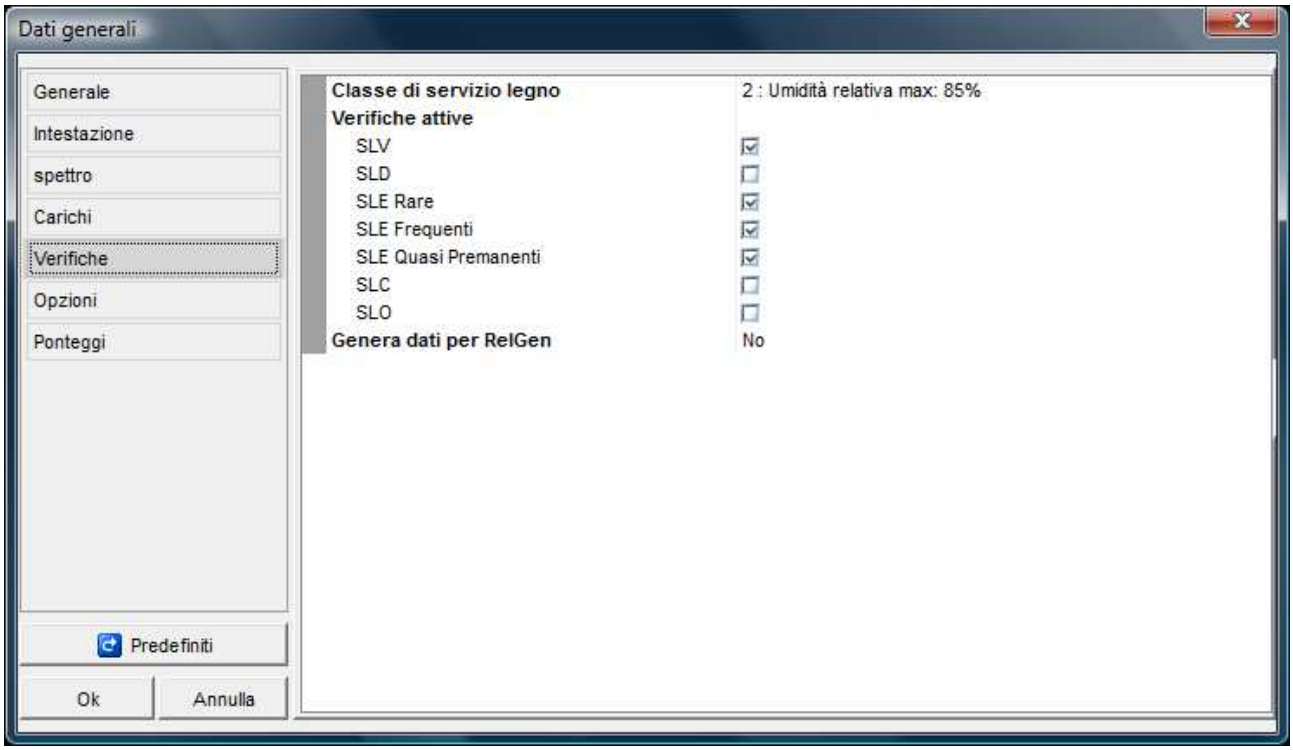


Figura 7 – Finestra dei dati generali, pagina delle verifiche

Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

La finestra si apre appena si preme il pulsante delle verifiche nella finestra principale. Essa contiene le informazioni da impostare a monte delle verifiche.

Premendo il pulsante Continua viene aperta la finestra delle verifiche e se le verifiche non sono state eseguite oppure se viene richiesto di rieseguire le verifiche, parte il ciclo delle verifiche su tutte le aste.

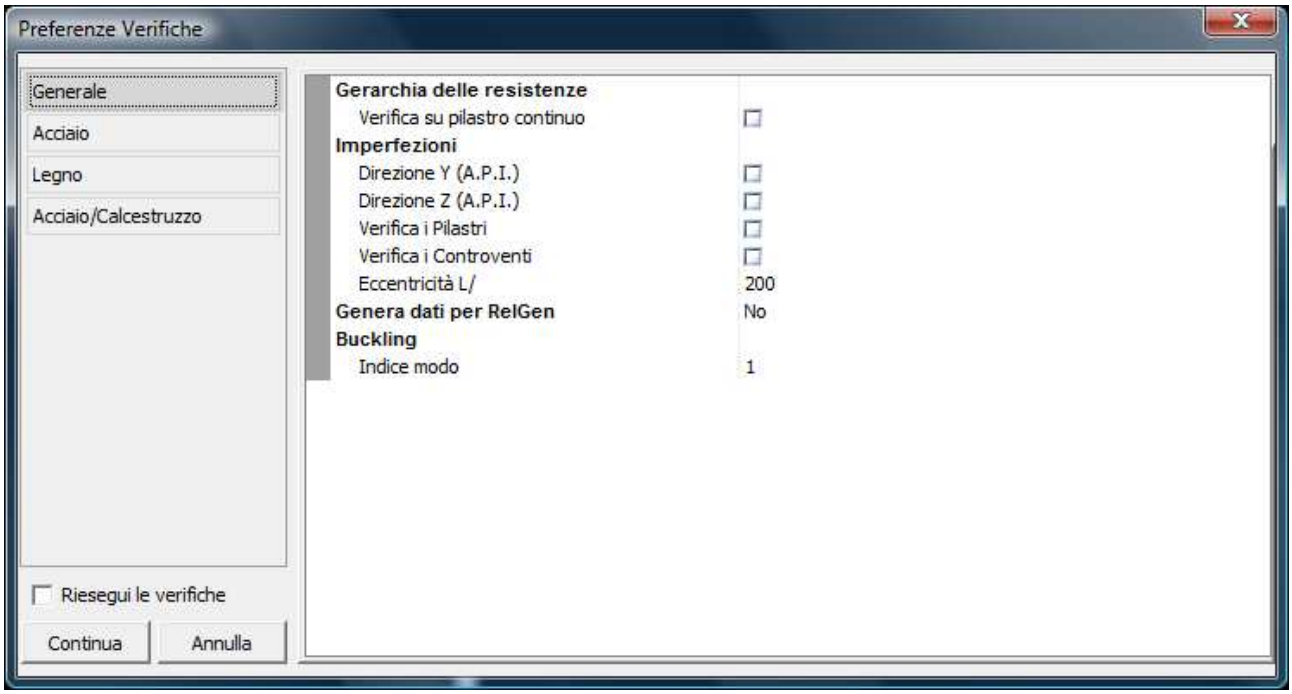


Figura 8 - Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

Editor dei filtri di Visualizzazione della Struttura

Si accede all'editor (vedi Figura 9) tramite il pulsante .
La scelta di quello corrente si fa' tramite un menu a discesa sempre disponibile a fianco del pulsante. Il filtro si definisce specificando una regione a forma di parallelepipedo rettangolo con le direzioni principali parallele alle direzioni del sistema di riferimento: in particolare tramite un rettangolo in pianta, una quota iniziale e una quota finale. Si possono inoltre specificare una tipologia di sezione trasversale, un layer d'appartenenza e una destinazione d'uso. Il filtro così definito consentirà di visualizzare le aste (e se l'opzione di visualizzazione dei pannelli è attiva, i pannelli ad esse associati) ricadenti nella regione specificata ed eventualmente (se sono state specificate delle proprietà) con le proprietà pari a quelle specificate.

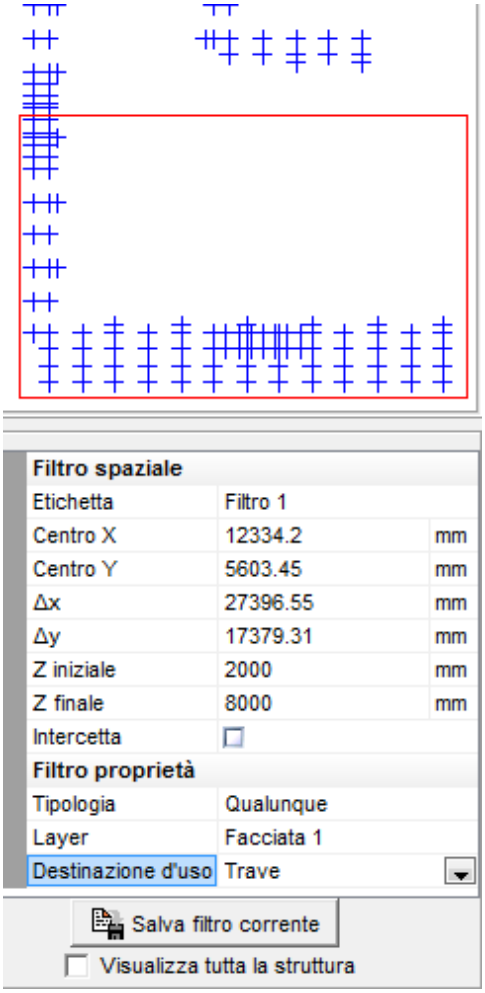


Figura 9 - Editor dei Filtri di Visualizzazione della Struttura

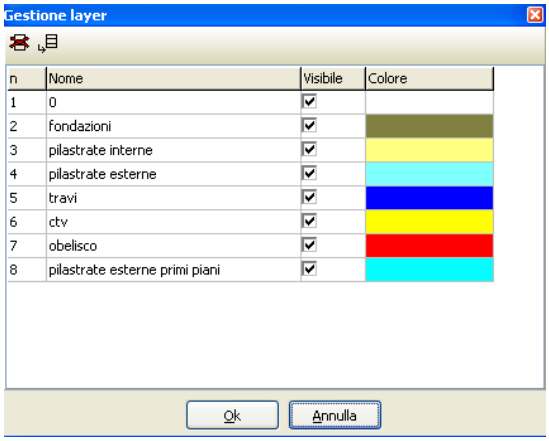


Figura 10 – Finestra dei Layer

Figura 11 - Finestra delle Opzioni di Visualizzazione

Finestra dei Layer

Nella finestra (vedi Figura 10) c'è l'elenco completo dei layer definiti. Per default esiste un solo layer denominato layer 0. La finestra consente l'inserimento, la modifica e la cancellazione dei layer. L'inserimento viene fatto premendo il pulsante di Inserimento . L'editor consente di scegliere il nome, la visibilità e il colore del layer. La cancellazione viene fatta con il pulsante Rimuovi dell'editor. Quando si cancella un layer, le aste ad esso appartenenti vengono assegnate al layer 0. Il layer 0 può essere rinominato ma non può essere cancellato.

I layer sono molto utili nella definizione del modello: costituiscono infatti dei sottoinsiemi o gruppi non sovrapposti (un'asta può appartenere ad uno e un solo layer) in cui si può suddividere l'insieme di tutte le aste. Il criterio di suddivisione delle aste può essere vario: ad es. per tipologia trasversale o per destinazione d'uso etc. Tale raggruppamento può essere usato per gestire la visibilità delle porzioni della struttura in modo da rendere più agevole la selezione ai fini della modifica e della visualizzazione degli input assegnati.
Per creare altri gruppi, trasversali a quelli usati con i layer e sovrapponibili fra di loro, si possono usare i

Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

La finestra si apre appena si preme il pulsante delle verifiche nella finestra principale. Essa contiene le informazioni da impostare a monte delle verifiche.
Premendo il pulsante Continua viene aperta la finestra delle verifiche e se le verifiche non sono state eseguite oppure se viene richiesto di rieseguire le verifiche, parte il ciclo delle verifiche su tutte le aste.

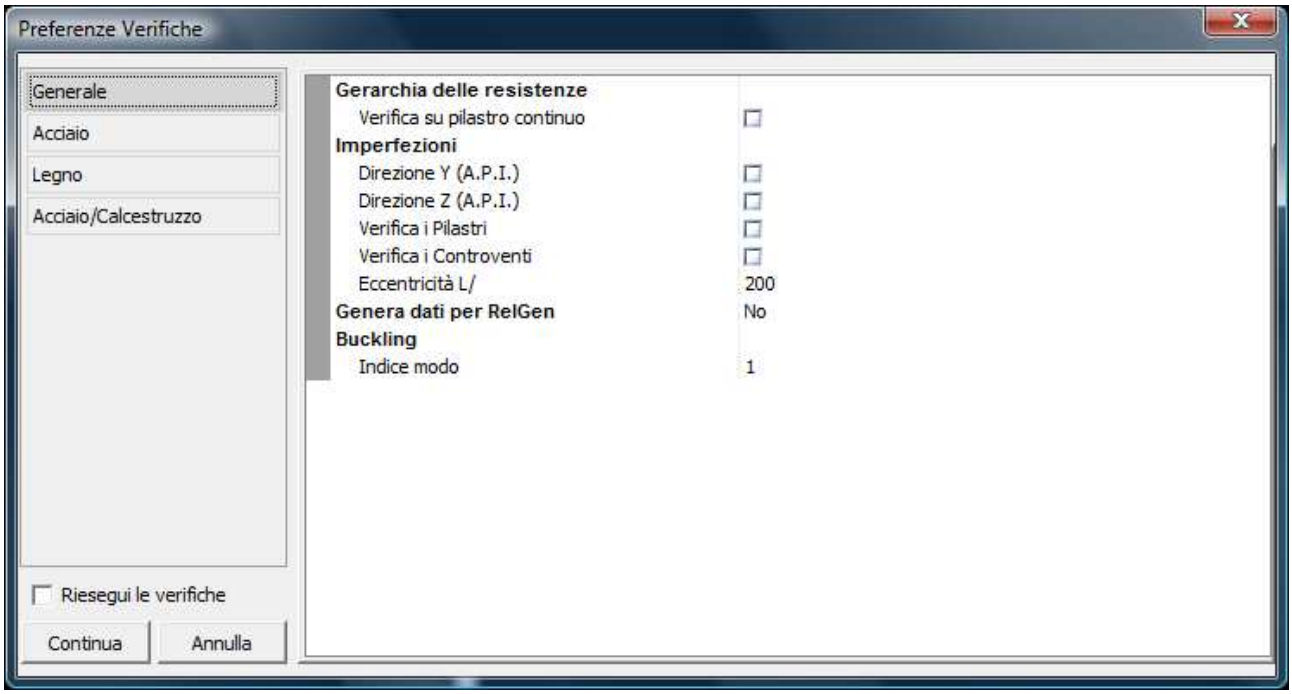


Figura 8 - Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

Editor dei filtri di Visualizzazione della Struttura.

Finestra delle Opzioni di Visualizzazione nel Pannello 3D

La finestra (vedi Figura 11) viene aperta premendo l'omonimo pulsante. Le opzioni disponibili sono:

1. visualizzazione assonometria/prospettica
2. visualizzazione/non visualizzazione numeri nodi
3. visualizzazione/non visualizzazione numeri aste
4. visualizzazione/non visualizzazione sezioni aste
5. visualizzazione/non visualizzazione vincoli interni
6. visualizzazione/non visualizzazione vincoli esterni
7. visualizzazione/non visualizzazione pannelli di carico (aree di influenza)
8. scala dei nodi
9. scala dei vincoli
10. gestione visibilità layer

La scala dei vincoli esterni serve pure per scalare l'indicazione di nodo iniziale di ogni asta. Tale indicazione compare ogni volta che si compie un operazione che richiede la distinzione fra nodo iniziale e finale di un'asta, quali la definizione di pannelli non coinvolti in solai o l'inserimento di carichi ripartiti diretti (in cui l'informazione per definire un carico trapezoidale).

Finestra dei Materiali

L'editor (vedi Figura 12) contiene l'elenco completo dei materiali definiti. Per default c'è un materiale per ciascuna delle categorie disponibili. Attraverso il pulsante Aggiungi è possibile aggiungere un nuovo materiale. Non si possono eliminare materiali.

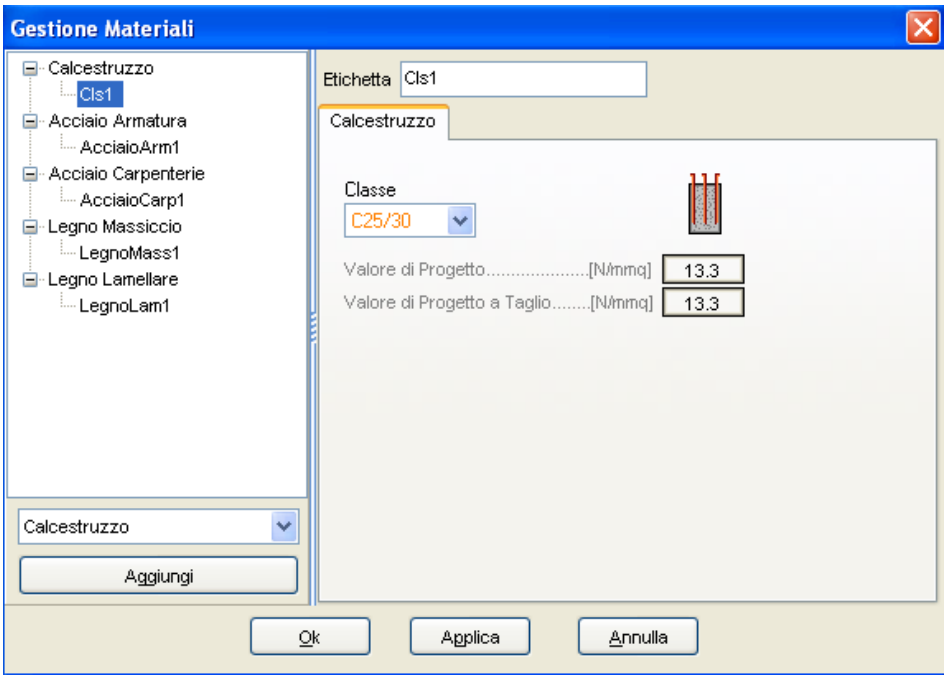


Figura 12 - Gestione dei Materiali

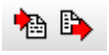
Finestra delle Sezioni Trasversali delle Aste

L'editor (vedi Figura 13) contiene le sezioni trasversali delle aste che sono state definite. Per default nell'archivio non ci sono sezioni trasversali delle aste. Attraverso i pulsanti è possibile aggiungere una nuova sezione trasversale per le aste.

- Inserimento sezione standard
- Inserimento sezione personalizzata
- Inserimento sezione composta
- Inserimento sezione Carel
- Inserimento sezione generica

- o Inserimento sezione acciaio-calcestruzzo

Tramite l'elenco è possibile modificare le proprietà delle singole sezioni. Non si possono eliminare profilati. Ciascuna sezione è dotata di un nome che viene assegnato di default a seconda della scelta della sezione geometrica ma che comunque è editabile. Nell'ultima colonna della tabella, ci sono i pulsanti per la definizione dei coefficienti di Winkler per il corrispondente profilato. I coefficienti sono disponibili solo per sezioni con primo materiale di tipo calcestruzzo.

L'intera lista può essere importata/esportata tramite il pulsante 

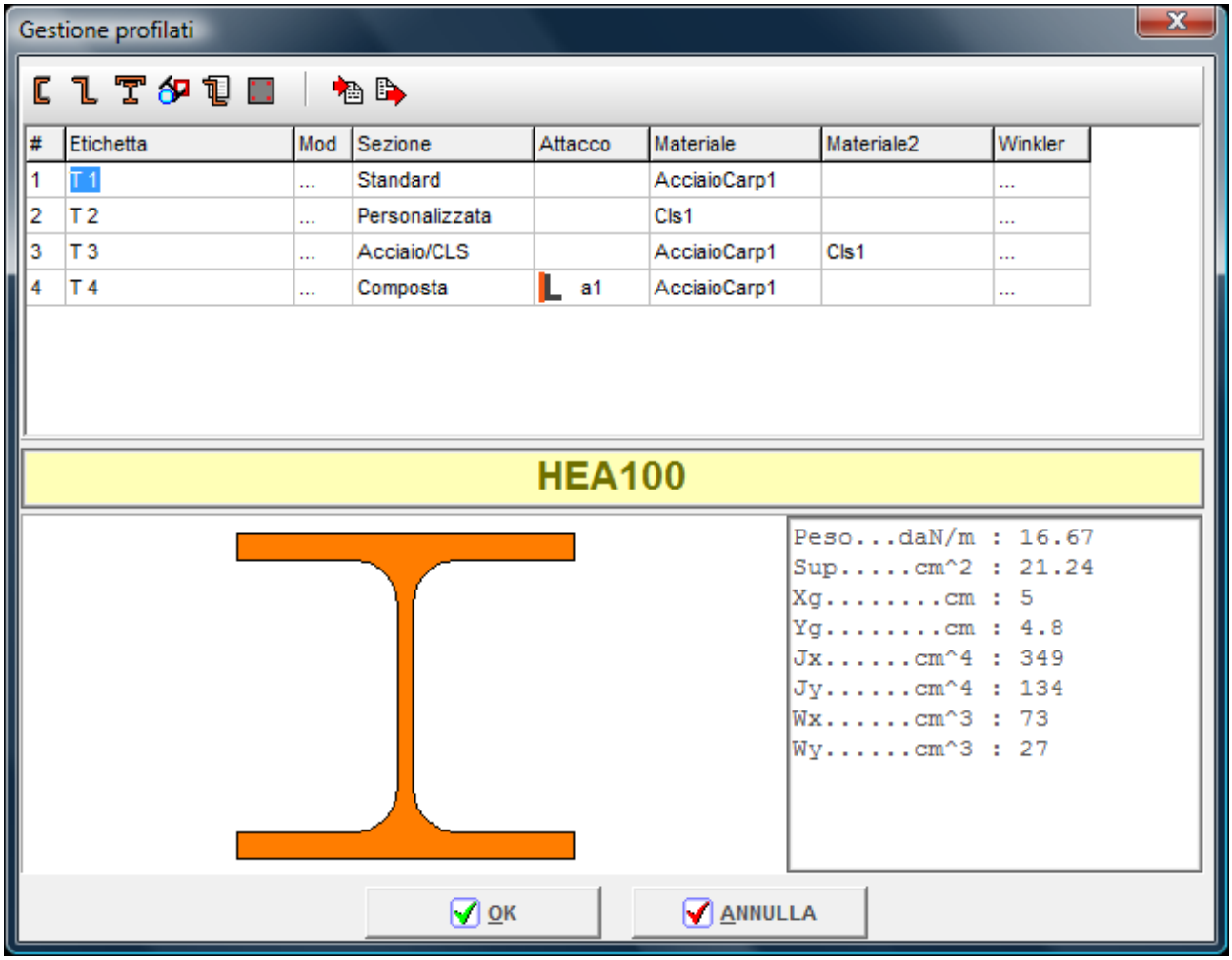


Figura 13 - Gestione delle sezioni trasversali delle aste. Nella parte inferiore della finestra vengono visualizzate informazioni relative alla voce selezionata nell'elenco che si trova nella parte superiore.

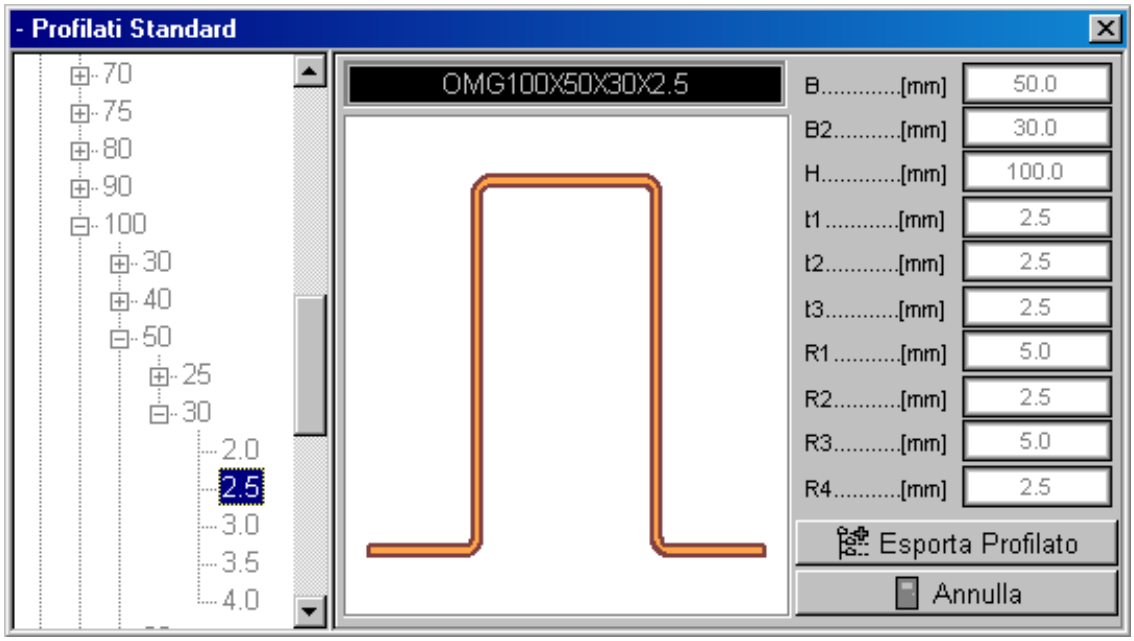


Figura 14 - Profilati standard

Finestra delle Sezioni trasversali dei Solai

L'editor (vedi Figura 15) contiene le sezioni trasversali di solaio definite. Per default non ci sono sezioni trasversali di solaio. Attraverso i pulsanti è possibile aggiungere una nuova sezione trasversale di solaio. Non si possono eliminare sezioni trasversali di solaio.

Aggiungi tipologia solaio collaborante :

- Lamiera Grecata rif. A;
- Lamiera Grecata rif. B;
- Predalles
- Predalles double

Aggiungi tipologia solaio a secco :

- Lamiera Grecata rif. A;
- Lamiera Grecata rif. B;
- Profilati affiancati
- Putrelle e tavelloni
- Travi in legno e Tavolato

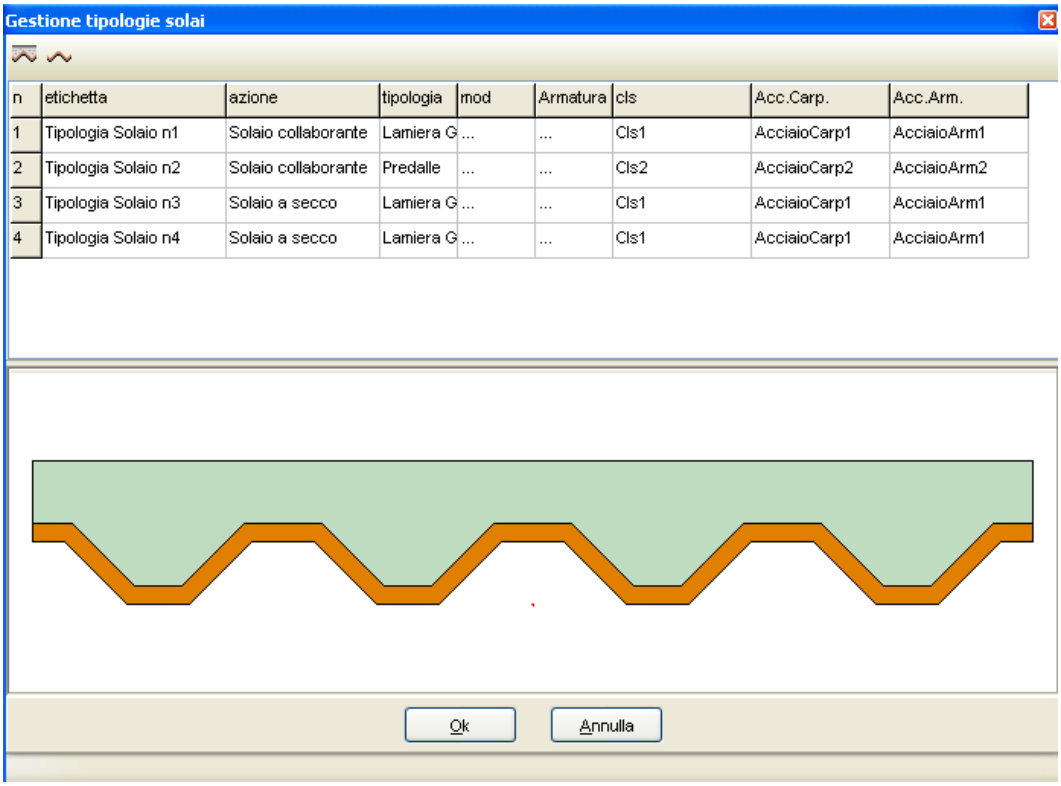


Figura 15 - Gestione delle sezioni trasversali dei solai

Finestra dei Carichi Pannellari

L'editor (vedi Figura 16) si apre tramite l'omonimo pulsante e consente di definire le proprietà dei carichi pannellari. I primi carichi contenuti nell'elenco non sono editabili. I successivi sono editabili. La scelta del tipo determina l'abilitazione/disabilitazione del campo Valore 2 (disponibile solo per azioni di tipo Vento). Ovviamente non sono disponibili i tipi che non sono congruenti con azioni di tipo pannellare.

NB : La modifica di un tipo di carico o la variazione della lunghezza dell'elenco comporta il reset dei coefficienti delle combinazioni di carico con la conseguente perdita dei dati inseriti.

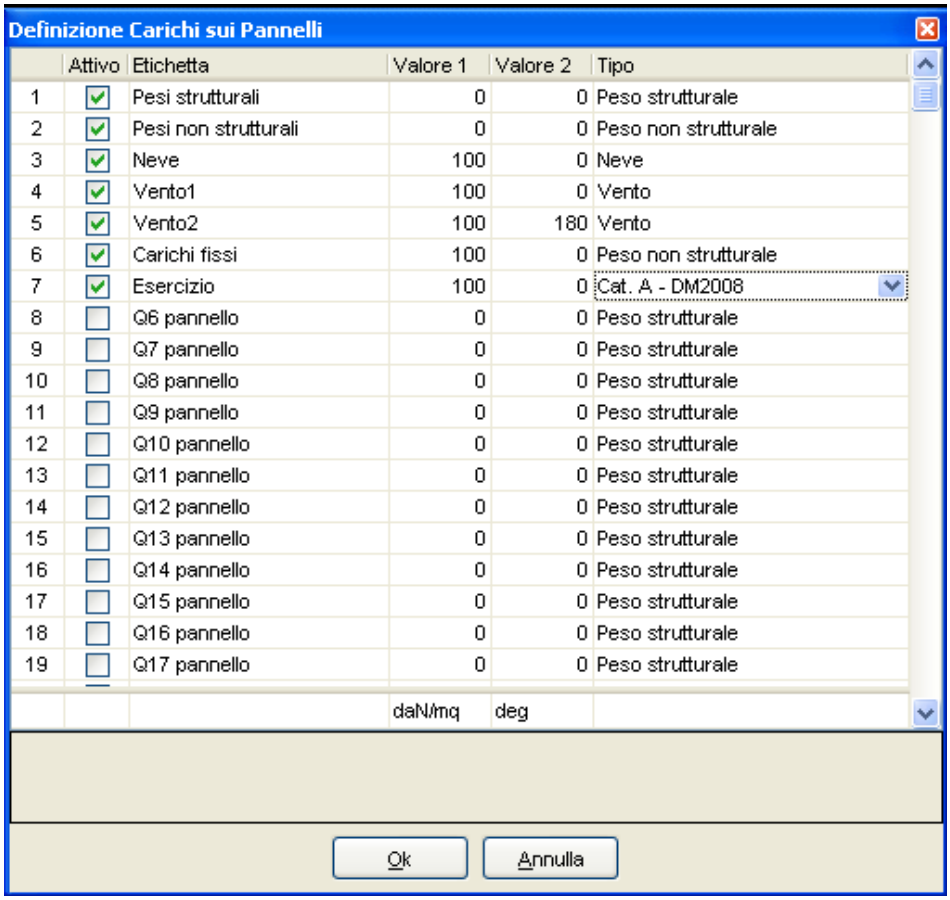


Figura 16 - Carichi agenti sui pannelli

Editor delle proprietà dei pannelli di carico

L'editor (vedi Figura 17) serve per modificare le proprietà dei pannelli di carico. Nella parte superiore c'è l'elenco completo dei pannelli con alcune loro proprietà, e nella parte inferiore ci sono le altre proprietà dei pannelli, cioè la tipologia sezione e le informazioni sui carichi attivi. I valori nella parte inferiore si riferiscono al pannello selezionato (cioè il pannello la cui riga risulta evidenziata in blu) nella parte superiore.

Figura 17 - Editor proprietà pannello di carico

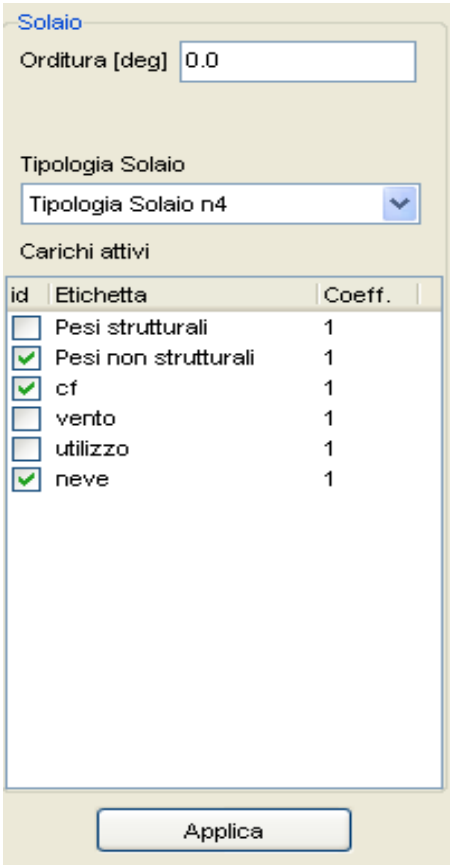


Figura 18 - Editor proprietà dei solaio

Nella parte superiore la colonna Iniziale si riferisce alla dimensione del pannello in corrispondenza del nodo iniziale dell'asta, e analogamente la colonna Finale si riferisce alla dimensione del pannello in corrispondenza del nodo finale. Premendo il pulsante Applica si assegnano alle aste selezionate (in particolare al pannello selezionato nella parte superiore dell'editor) i valori specificati nella parte inferiore dell'editor.

Editor delle proprietà dei campi di solaio

L'editor (vedi Figura 18) serve per modificare le proprietà di un campo di solaio: orditura, tipologia solaio e carichi attivi.
L'assegnazione avviene premendo il pulsante Applica.

Editor per i filtri di visualizzazione dei pannelli

L'editor (vedi Figura 19) consente di definire un filtro nella visualizzazione dei pannelli di carico (ovviamente sia per i pannelli isolati che per quelli inclusi in un campo di solaio). Il criterio si basa sulla tipologia trasversale e sui carichi attivi: in particolare è dato dall'unione (OR) o intersezione (AND) dei pannelli che hanno una delle tipologie trasversali selezionate e dei pannelli che hanno attivo uno dei carichi pannellari selezionati.
Si accede all'editor sia premendo campi di solaio che premendo pannelli di carico

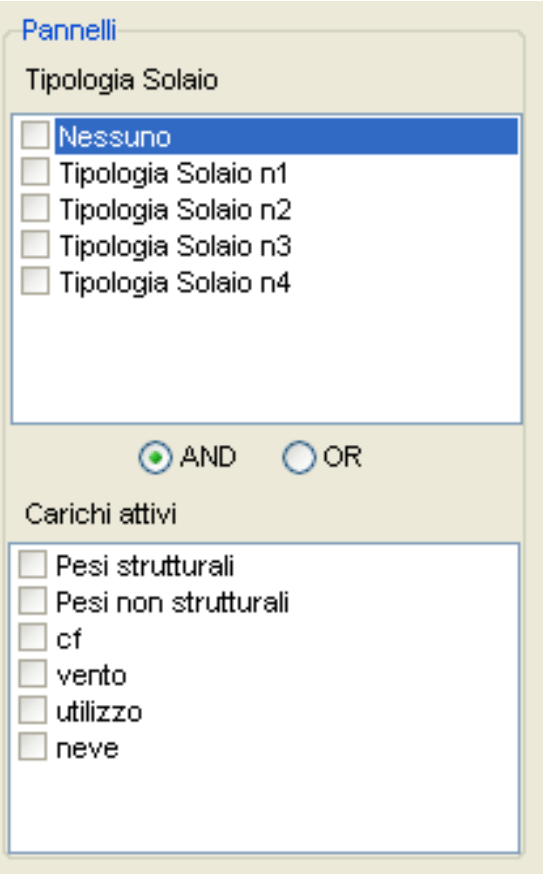


Figura 19 - Editor filtri di visualizzazione pannelli

Ecco un esempio su come utilizzare i Filtri di visualizzazione dei Pannelli.
Sia data la situazione in Figura 20, dove sul pannello 1 sono applicati i carichi pannellari Q1, Q2 e Q3, mentre sul pannello 2 sono applicati i carichi pannellari Q1 e Q4.

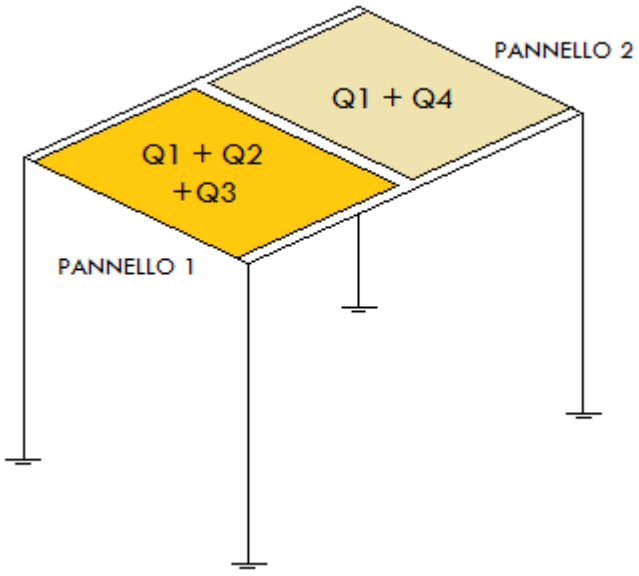


Figura 20 - Esempio di utilizzo dei Filtri di visualizzazione dei Pannelli di Carico

Carichi selezionati	Operatore logico	Criterio adottato	Risultati della ricerca	Note
Q2 , Q4	AND	Vengono ricercati tutti i pannelli di carico che sono associati ***contemporaneamente*** ai carichi Q2 e Q4	NESSUN PANNELLO	Il pannello 1 possiede Q2 ma non Q4 mentre il pannello 2 possiede Q4 ma non Q2
Q2 , Q4	OR	Vengono ricercati tutti i pannelli di carico che sono associati ***o*** al carico Q2 ***o*** al carico Q4	PANNELLO 1 PANNELLO 2	Il pannello 1 possiede Q2 e il pannello 2 possiede Q4
Q2	OR	Vengono ricercati tutti i pannelli di carico che sono associati al carico Q2	PANNELLO 1	Il pannello 1 possiede Q2 mentre il pannello 2 non possiede Q2
Q1 , Q3	AND	Vengono ricercati tutti i pannelli di carico che sono associati ***contemporaneamente*** ai carichi Q1 e Q3	PANNELLO 1	Il pannello 1 possiede Q1 e Q3 mentre il pannello 2 possiede Q1 ma non Q3

Tabella 1 - Esempio di utilizzo dei Filtri di visualizzazione dei pannelli di Carico

Finestra delle Tipologie di Plinti

La finestra (vedi Figura 21 - Finestra delle tipologie di plintoFigura 21) consente la definizione delle tipologie di plinto che possono successivamente essere assegnate ai plinti nella struttura. La generica tipologia di plinto può essere dotata di incastro perfetto oppure essere dotata di molle.

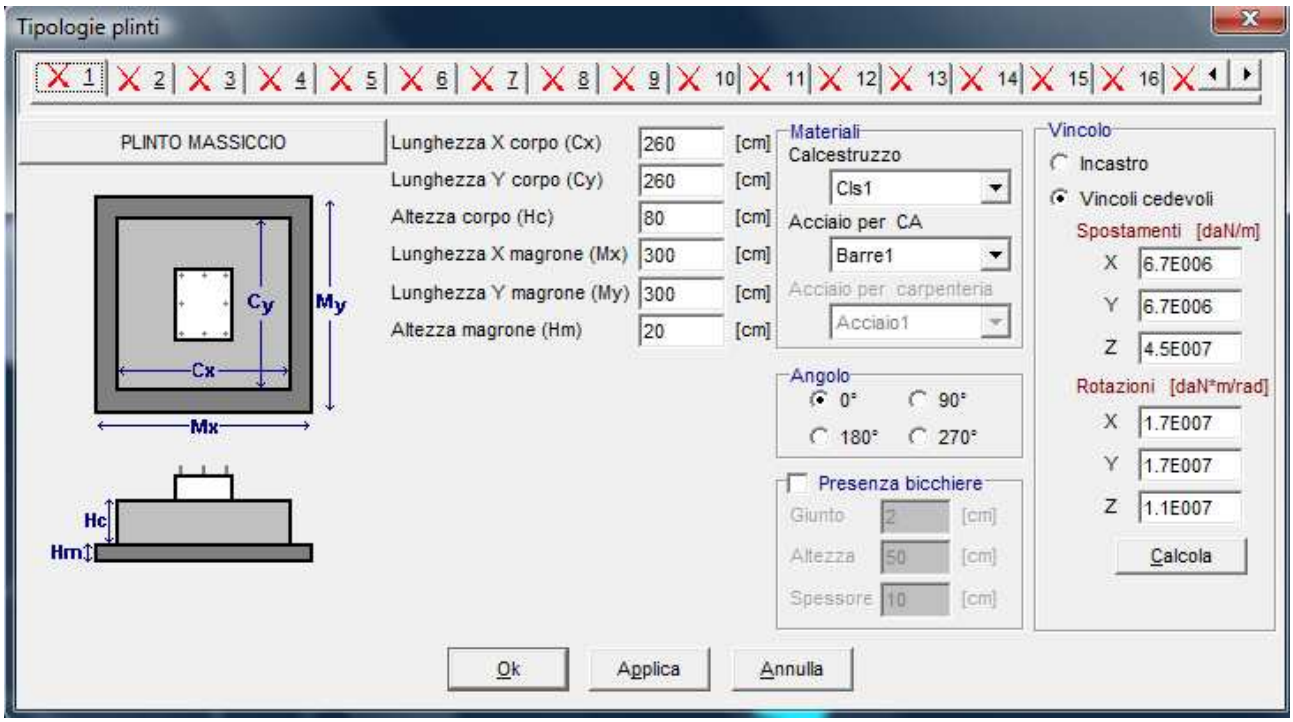


Figura 21 - Finestra delle tipologie di plinto

Finestra dei Modelli per i Blocchi

L'editor (vedi Figura 22) consente la definizione di modelli di blocco che possono successivamente essere usati per inserire uno o più blocchi nella struttura.

I modelli di blocco possono essere definiti secondo le seguenti modalità:

5. blocco 2D,
6. blocco 3D,
7. blocco da file .dxf,
8. ponteggio.

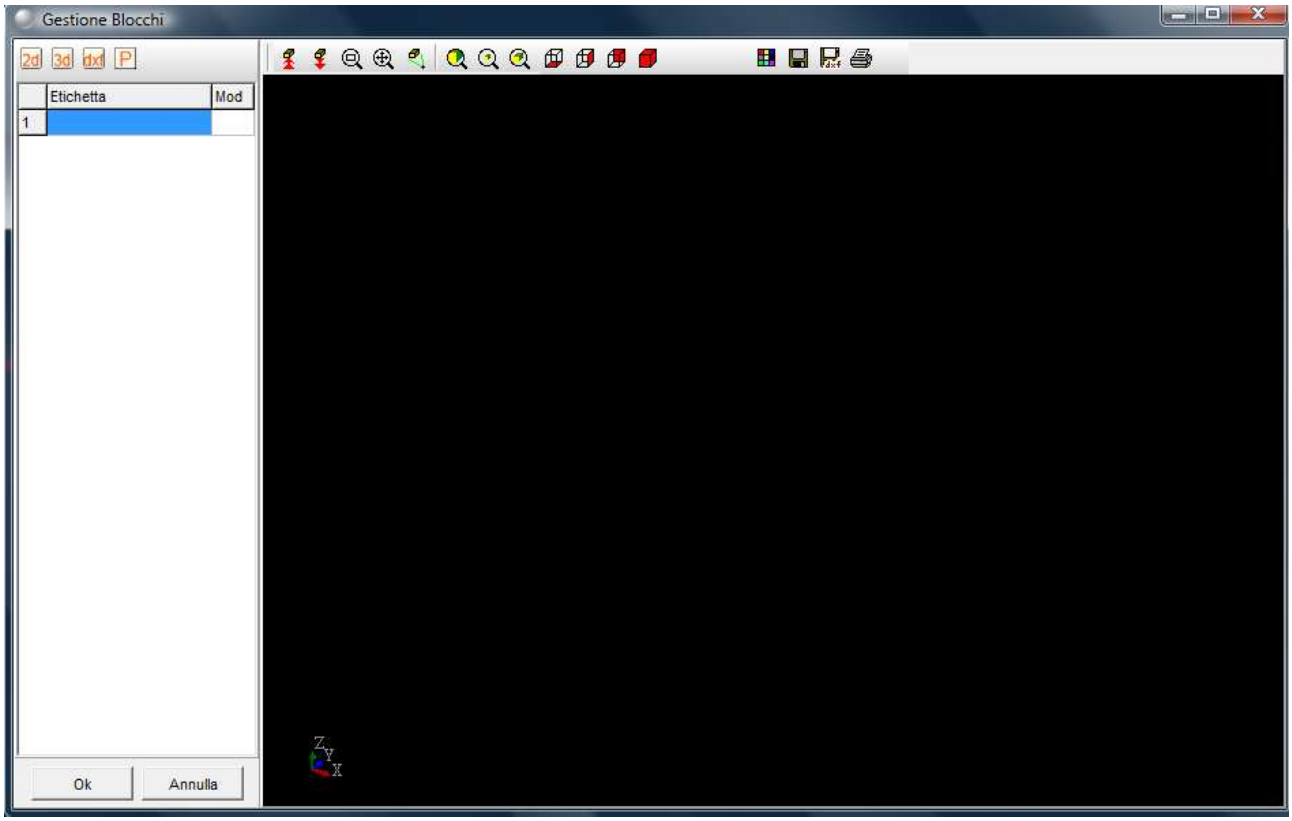


Figura 22 - Gestione dei blocchi

Editor dei blocchi

Per aggiungere un blocco alla struttura si utilizza l'apposito editor (vedi Figura 23 - Editor dei blocchi) dove scegliere il modello a partire da cui definire il blocco, il punto di applicazione del blocco (il punto dove verrà posto il punto base del blocco), il rollio (l'angolo di cui si vuole ruotare il blocco rispetto all'asse verticale passante per il punto di applicazione) e la scala (il fattore di scala delle ascisse).
La scelta del modello si fa' selezionandone uno all'interno del menu a discesa Lista Blocchi. La scelta della scala, del rollio e del punto di applicazione si fa' tramite il

quadro Dati Blocco. Per memorizzare gli input in tale quadro occorre premere il pulsante Aggiorna Dati Anteprima.
Per inserire un blocco occorre premere il pulsante Inserisci.

Nella definizione di un modello di blocco secondo la modalità 2D, non è possibile definire il layer di appartenenza delle singole aste. Si può però creare un'istanza a partire da tale modello, definire i layer su tale istanza e a partire da essa definire un modello di blocco 3D. In questa maniera si avrà a disposizione un modello di blocco 2D con i layer pesonalizzati.

Per ciascuna asta è possibile visualizzare l'indice di istanza di blocco di appartenenza, tramite la finestra delle opzioni di visualizzazione. Si consiglia a tal fine di deselezionare la sezione delle aste nella finestra stessa.

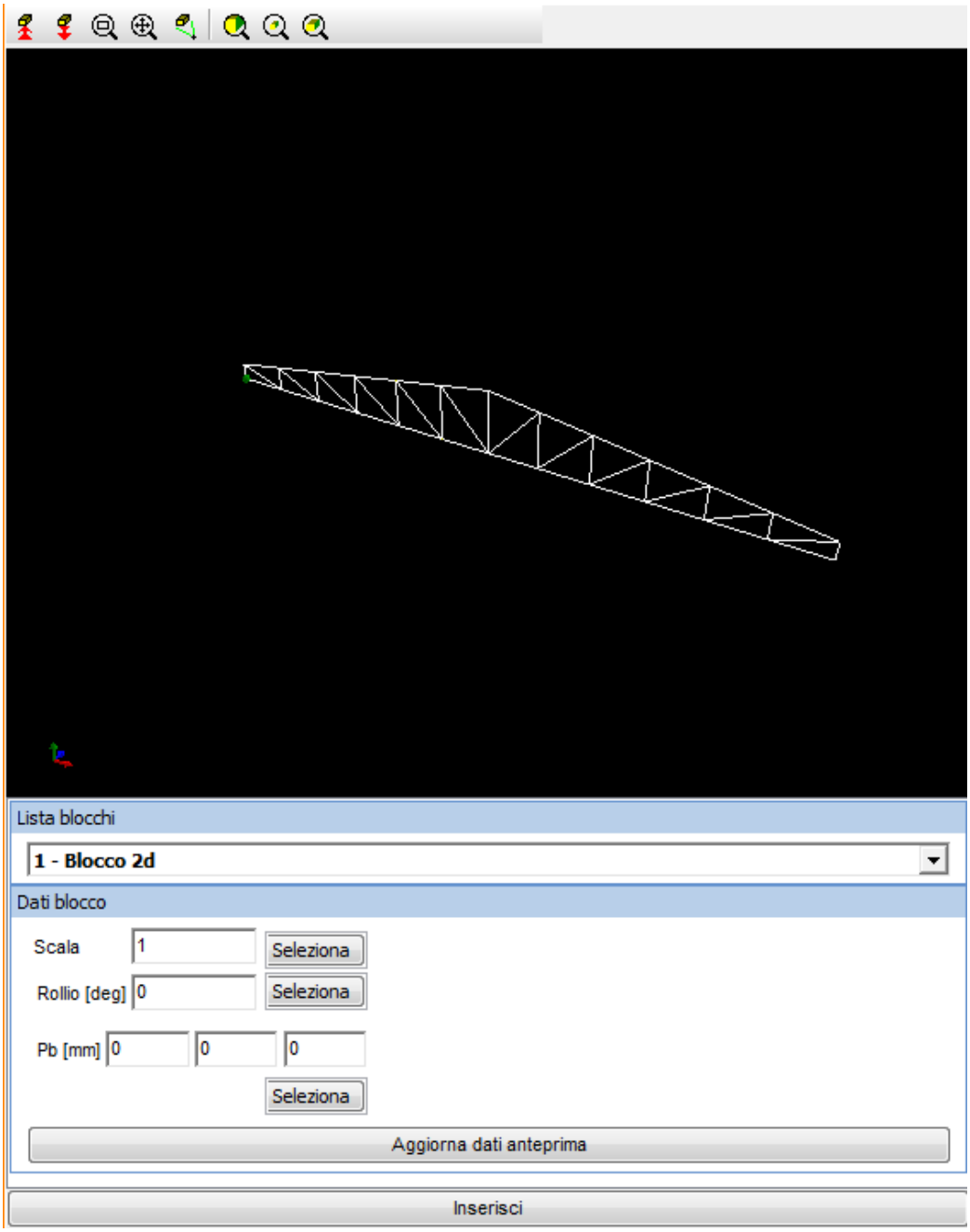
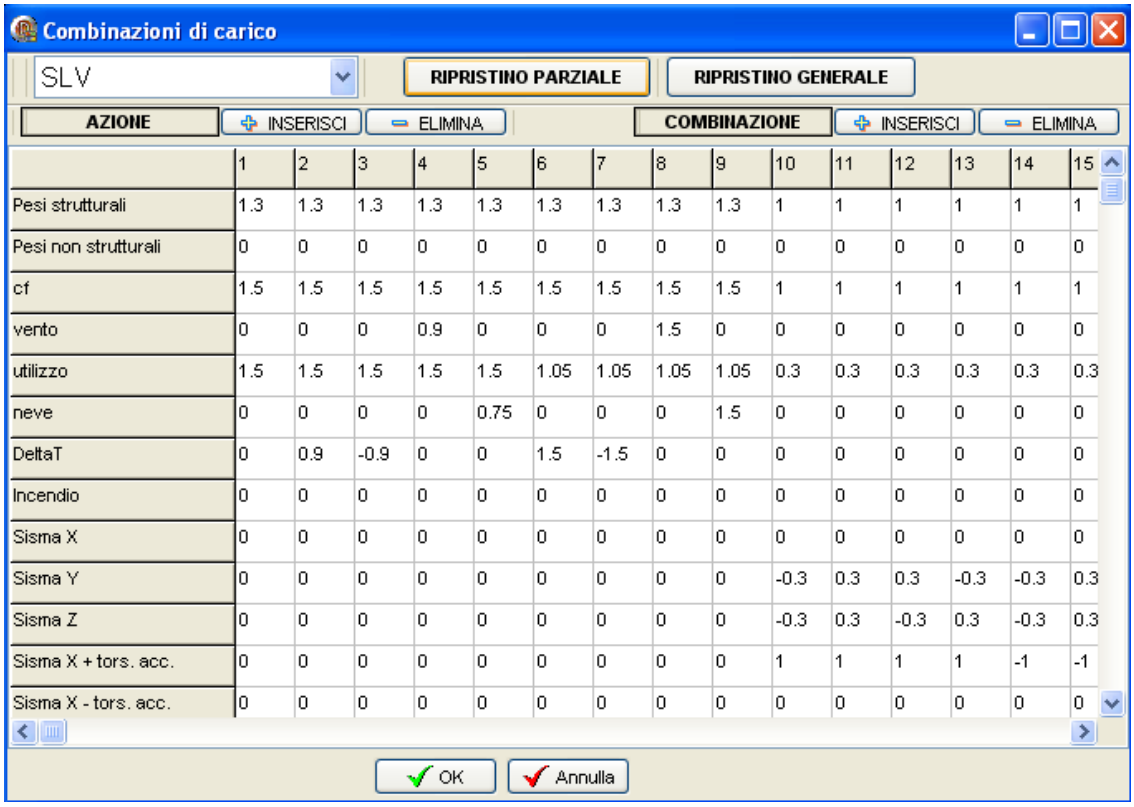


Figura 23 - Editor dei blocchi

Finestra delle Combinazioni di Carico

Nella finestra (vedi Figura 24) c'è una tabella che ha le righe che sono relative alle azioni di carico e le colonne relative alle combinazioni di carico. Clickando sull'etichetta dell'azione di carico, nella parte bassa della finestra si apre un piccolo editor tramite il quale è possibile specificare alcune informazioni sull'azione. In particolare è possibile associare all'azione il tipo e i coefficienti per l'impostazione predefinita delle combinazioni ed inoltre è possibile scegliere se l'azione deve dare luogo a massa (tale scelta non è disponibile per tutte le azioni). La scelta del tipo di

azione imposta i coefficienti che rimangono comunque editabili. Per alcune azioni di carico tale editor non è disponibile.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pesi strutturali	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1	1	1
Pesi non strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cf	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
vento	0	0	0	0.9	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0
utilizzo	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
neve	0	0	0	0	0.75	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0
DeltaT	0	0.9	-0.9	0	0	1.5	-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3
Sisma Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
Sisma X + tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
Sisma X - tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 24 – Finestra delle combinazioni di carico

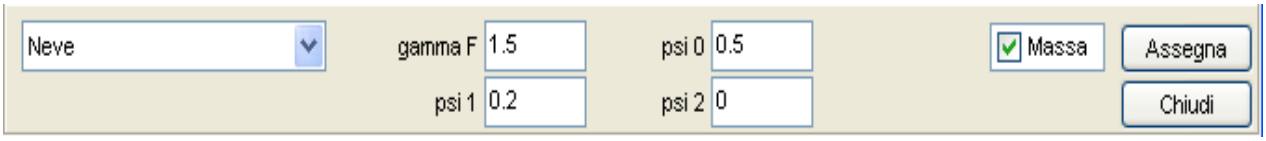


Figura 25 - Editor delle proprietà delle azioni di carico

Finestra di Visualizzazione dei Risultati del Calcolo

La finestra (vedi Figura 26) contiene un pannello 3D con il modello della struttura e una serie di controlli sulla parte sinistra, che consentono di visualizzare informazioni di input (configurazione indeformata, carichi, etc) e informazioni di output (spostamenti, sollecitazioni, etc).

Nella parte in basso a destra della finestra c'è un menu a tendina che è scorribile se è stato effettuato un altro calcolo oltre a quello standard (ad esempio se si conduce anche il calcolo di linear buckling). In questa maniera possono essere visualizzati i risultati di tutti i calcoli effettuati.

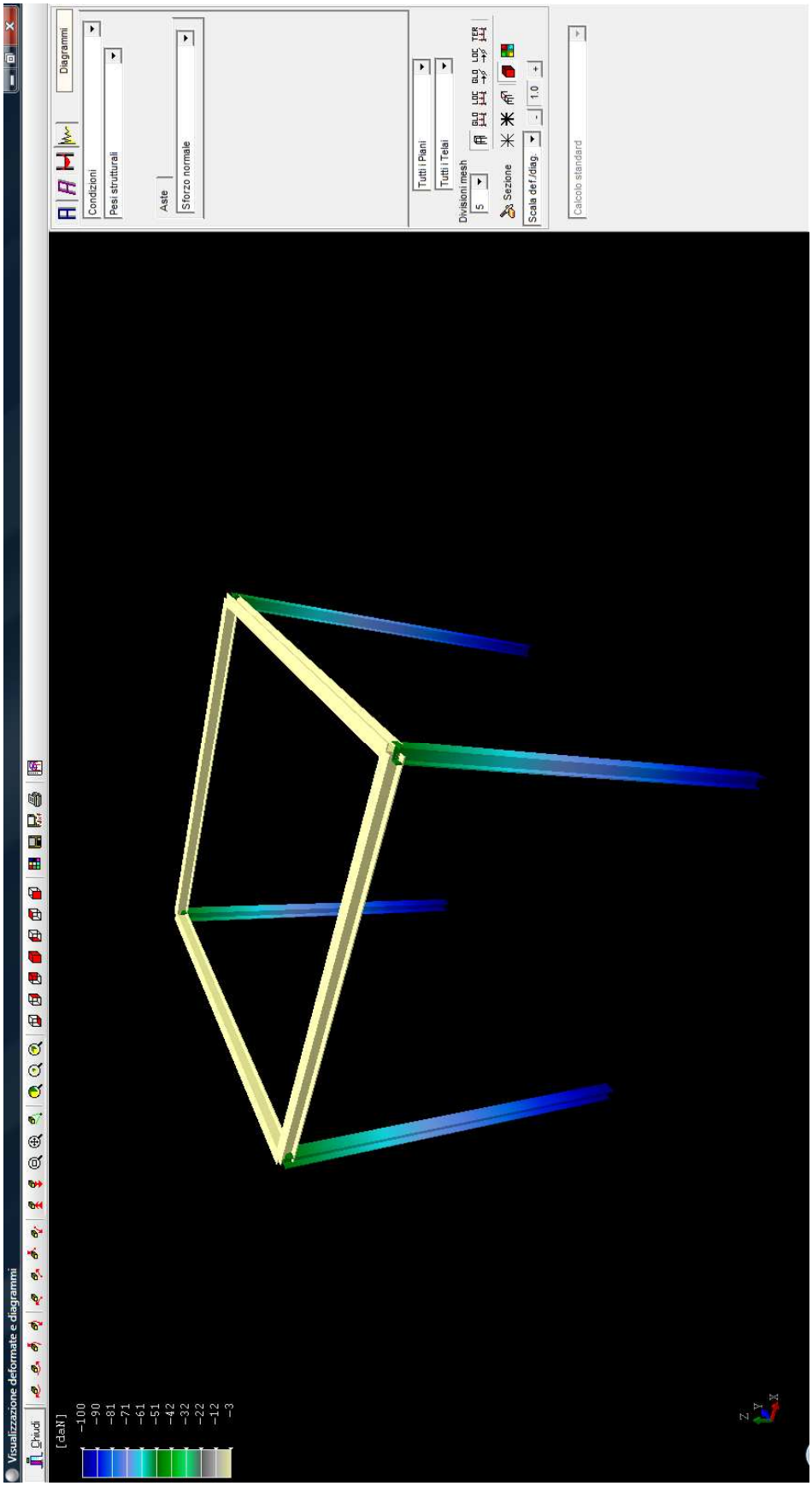


Figura 26 - Finestra dei Risultati del Calcolo

Finestra delle Verifiche

La finestra (vedi Figura 27) si apre dopo aver premuto il pulsante Continua nella finestra delle preferenze sulle verifiche (finestra che si apre tramite il pulsante Esegui Verifiche della Finestra Principale).

Alla prima apertura della finestra dopo il calcolo, partono in automatico le verifiche di tutte le aste. I risultati delle verifiche vengono conservati finché non si modifica l'input o si rifà il calcolo.

La parte principale della finestra è occupata da un pannello 3D dove è possibile selezionare un'asta o uno dei travetti in cui vengono discretizzati i solai.

A destra c'è un quadro in cui vengono stampate le informazioni sintetiche sui risultati delle verifiche.

Sotto a tale quadro nel caso di operazione di verifica di tutte le aste o di operazione di verifica di tutti i solai compare una barra che indica il progresso di tale operazioni.

Durante tali operazioni sotto al pannello 3D vengono stampate in successione il numero dell'asta che si sta verificando e l'esito di tale verifica.

Sempre a destra c'è il pulsante Verifiche avanzate che consente di convertire l'elemento selezionato in un archivio equivalente VerSeA / TS1 / SoVar / SeMiSteel.

In basso a destra c'è un quadro con i controlli per selezionare quali verifiche condurre e c'è l'indicazione dell'esito delle verifiche (non eseguite, ok, fallite):

- verifiche dei solai,
- verifiche SLE per le combinazioni caratteristiche degli spostamenti laterali in sommità e di interpiano degli elementi in acciaio (DM 2008, 4.2.4.2.2),
- verifiche SLD o SLO degli spostamenti di interpiano degli elementi strutturali per il contenimento del danno agli elementi non strutturali (DM 2008, 7.3.7.2),
- verifiche delle prescrizioni relative alle classi di sezioni trasversali di elementi in acciaio dissipativi in funzione della classe di duttilità e del fattore di struttura q_0 (DM 2008, 7.5.3.1),
- verifiche delle aste.

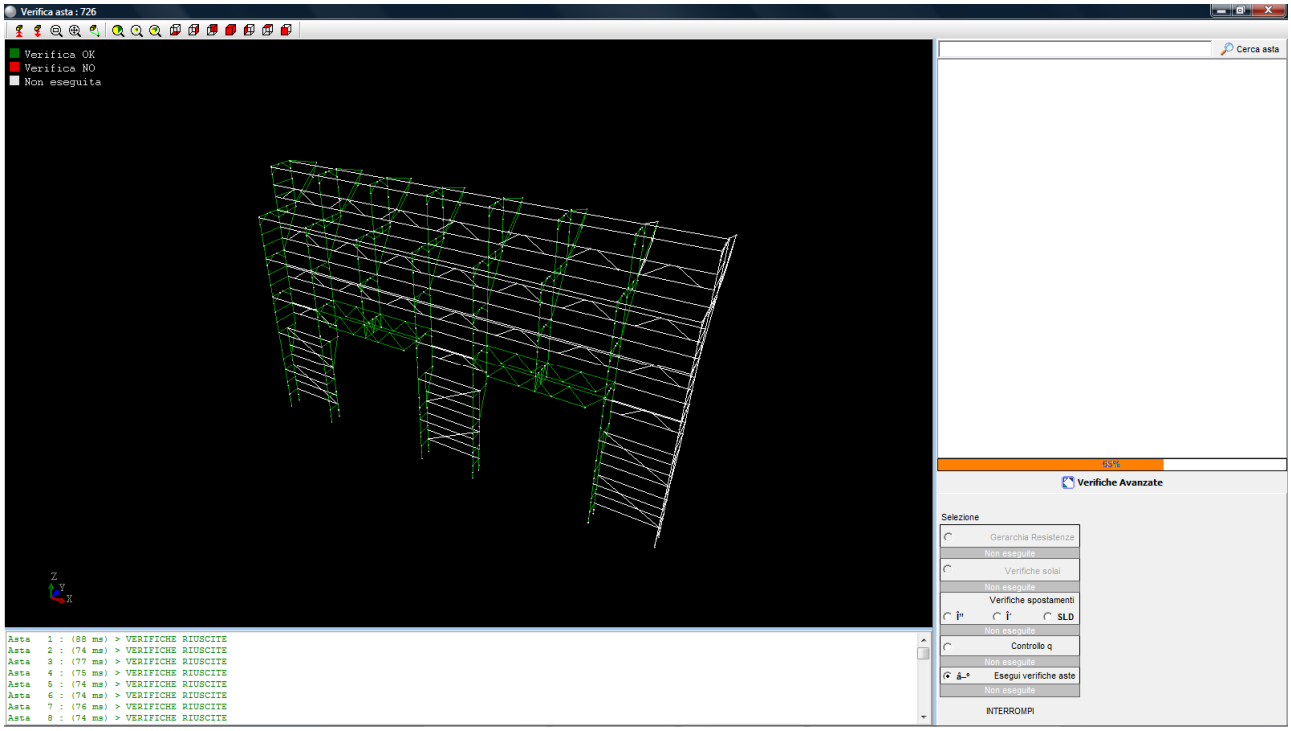


Figura 27 - Finestra delle Verifiche

Finestra delle Unioni di Forza

La finestra (vedi Figura 28) viene aperta tramite l'omonimo pulsante.
Nella finestra è possibile selezionare un piano e gestire i relativi esecutivi e relazione di calcolo delle unioni.

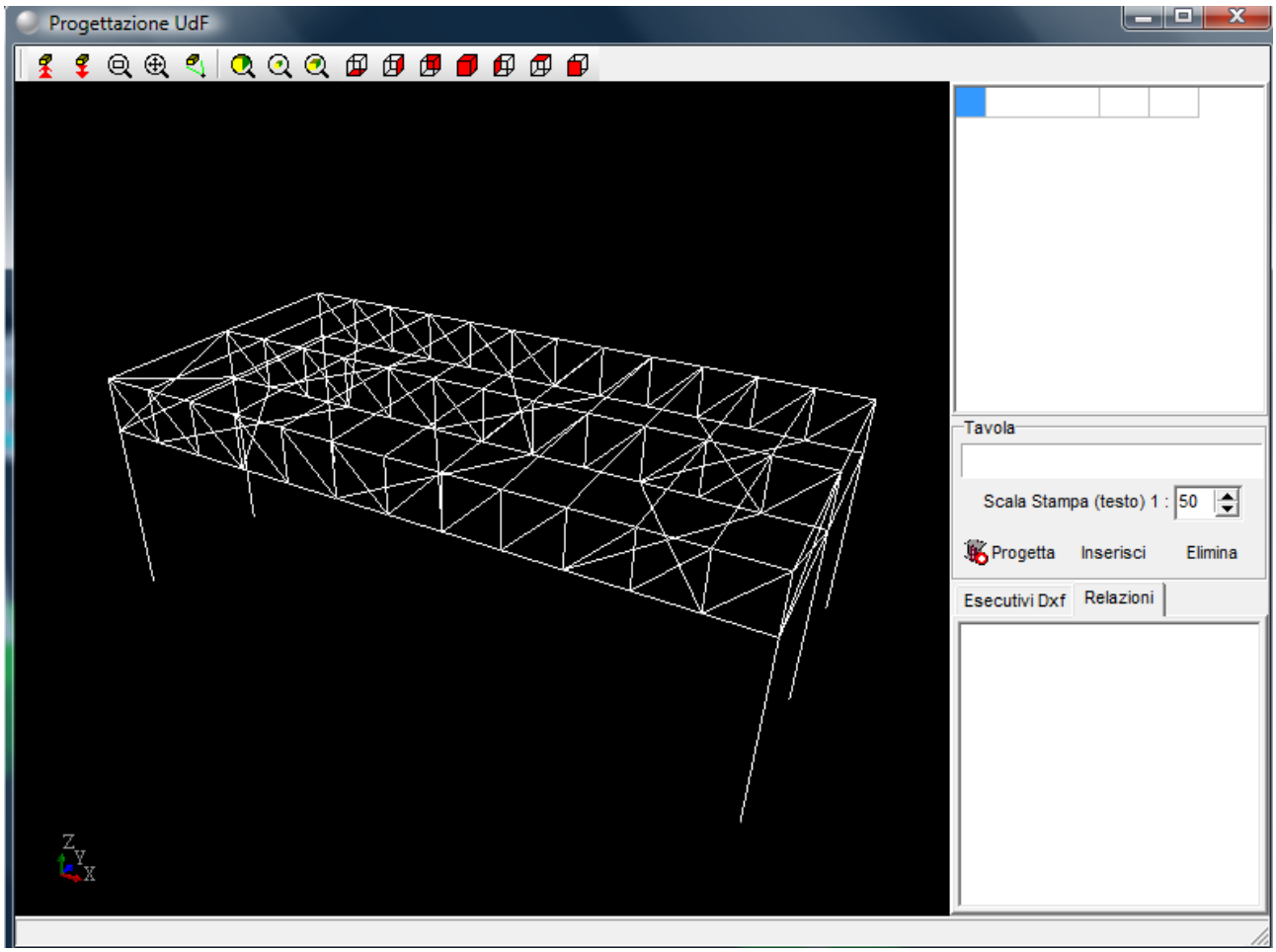


Figura 28 - Progettazione Unioni di Forza

Finestra della Relazione di Calcolo

La finestra (vedi Figura 29) contiene una serie di controlli per stabilire le impostazioni volute della relazione che poi si ottiene premendo il pulsante Genera.

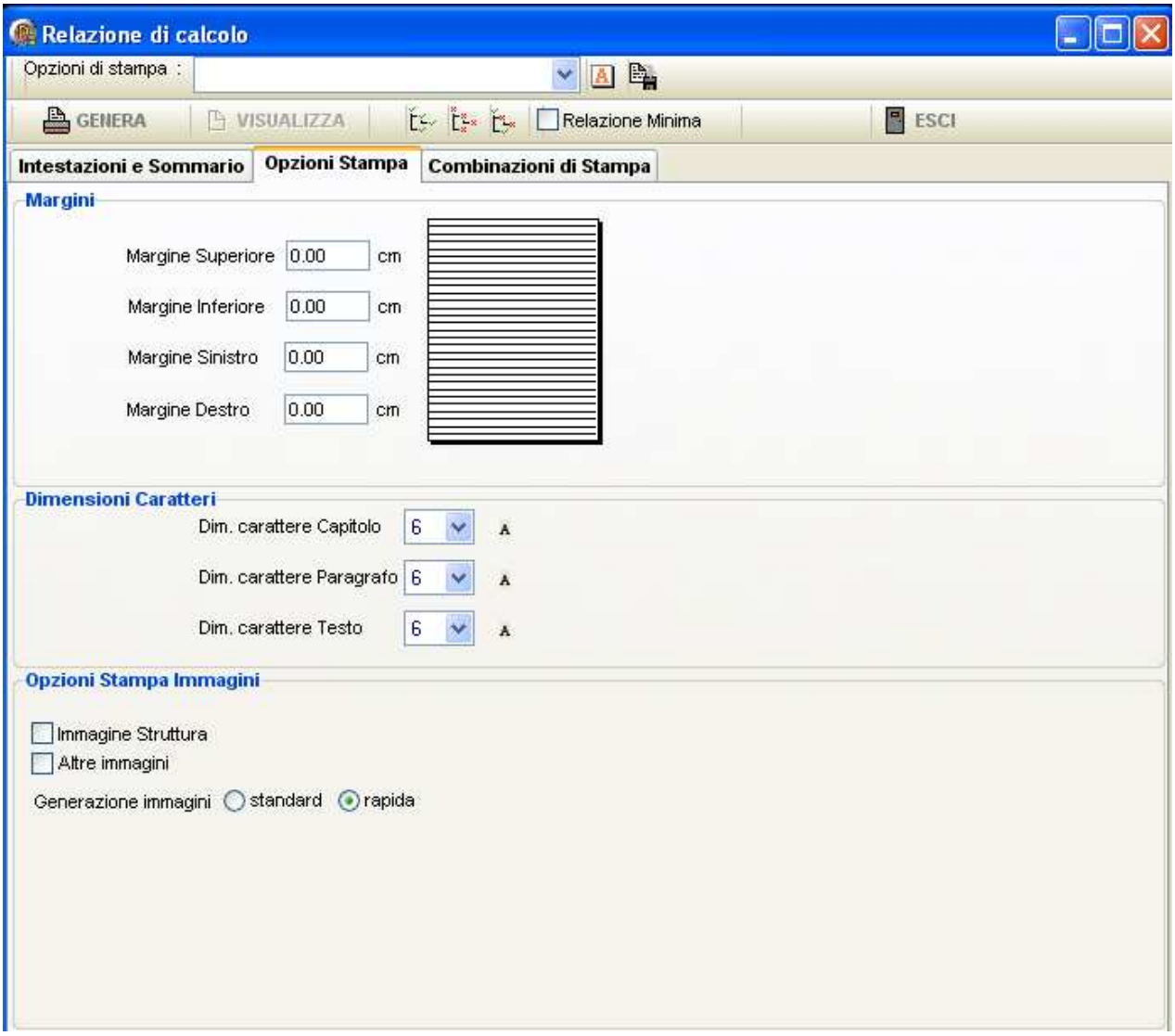


Figura 29 - Finestra della Relazione

Finestra delle Tavole

La finestra (vedi Figura 30) serve per gestire le tavole del progetto. E' possibile definire una tavola secondo le seguenti modalità:

1. pianta di un impalcato
2. telaio verticale
3. elementi
4. ponteggi

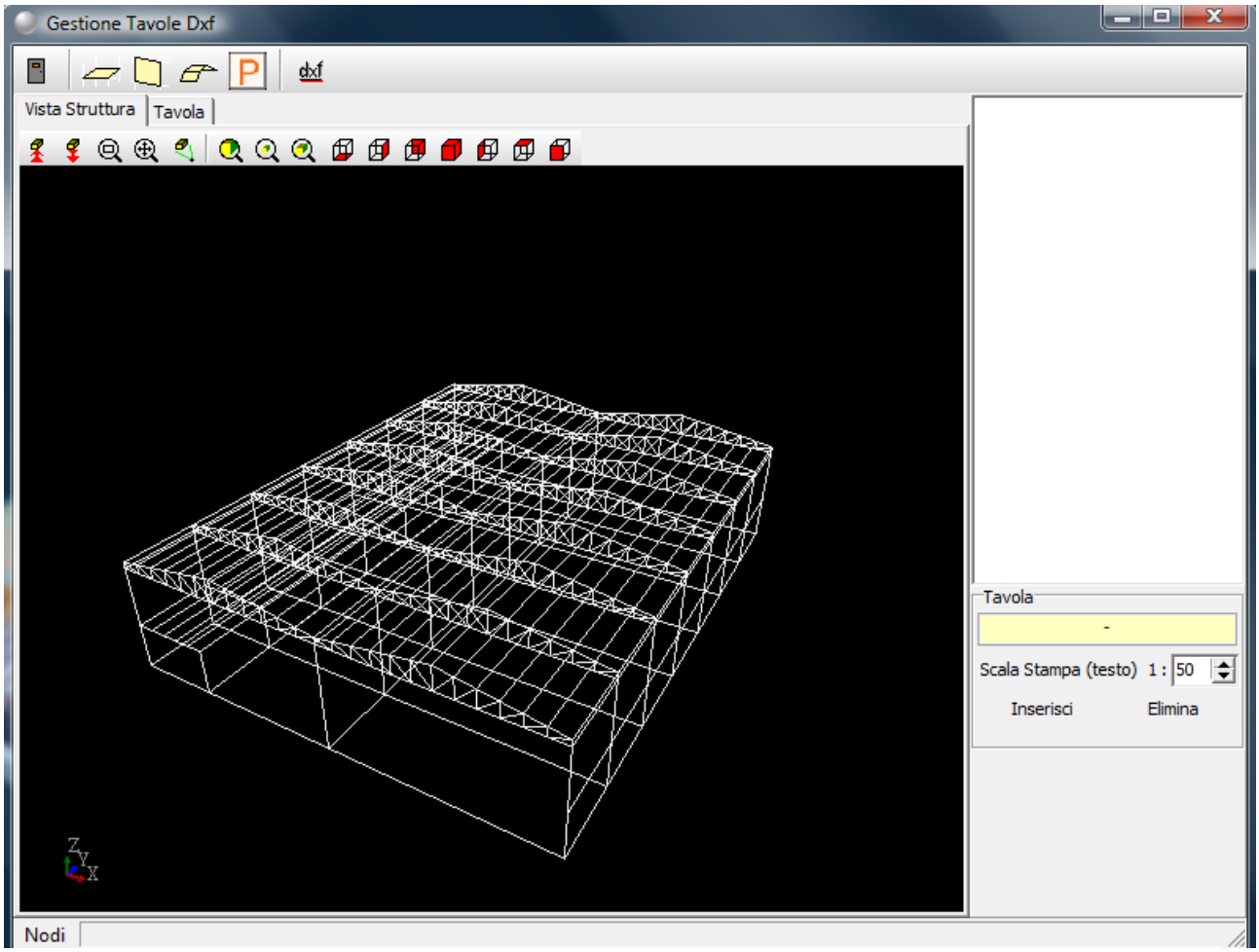


Figura 30 - Gestione Tavole

Finestra dell'Esportazione delle Fondazioni

La finestra (vedi Figura 31) è dotata di un pannello 2D che contiene il modello equivalente alla fondazione del progetto. Premendo il pulsante Esporta Fondazione viene generato l'archivio equivalente da elaborare poi con il programma Fondazioni.

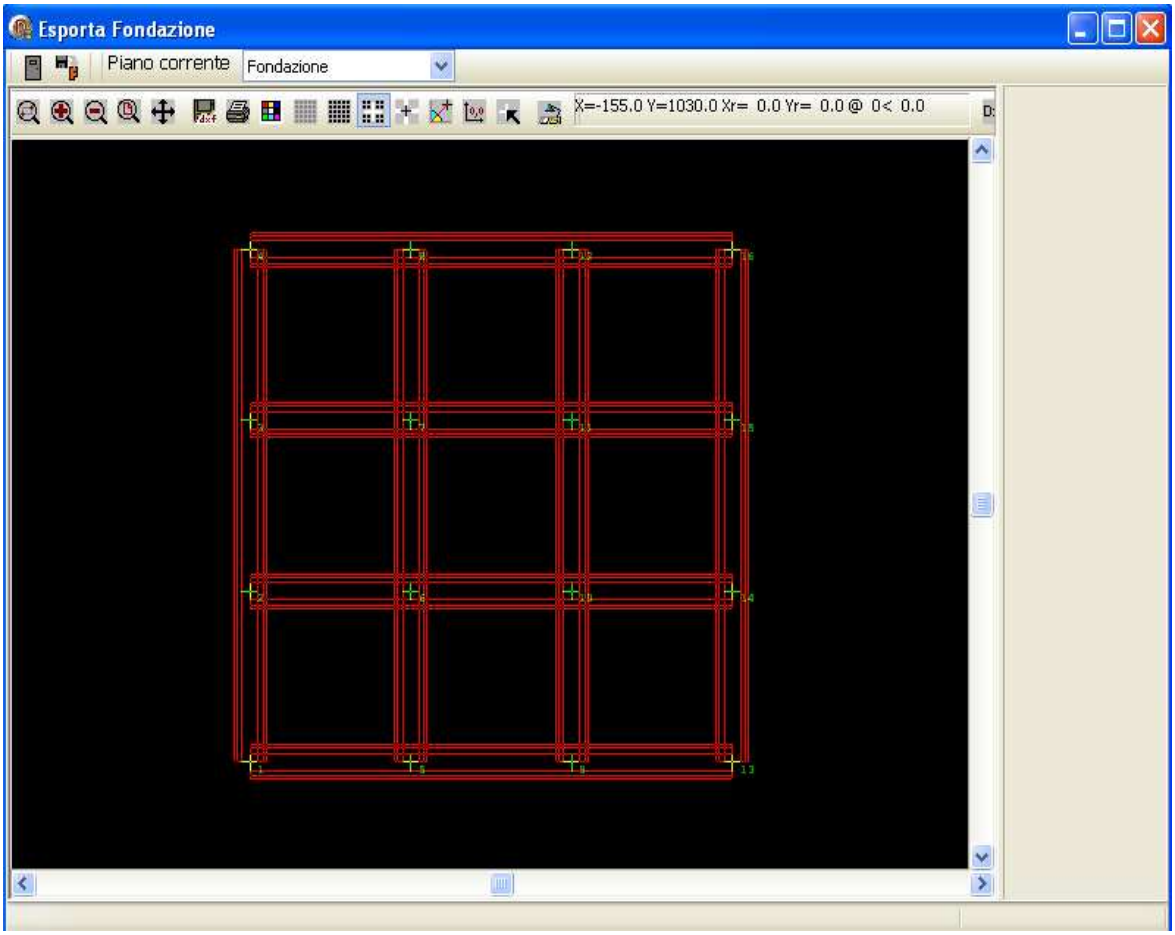


Figura 31 - Finestra Esportazione Fondazioni

Operazioni di Input di SWF

L'input di SWF consiste nella definizione dei nodi e delle aste che costituiscono la discretizzazione della struttura, delle proprietà interne della struttura stessa e delle azioni esterne. Sono necessarie inoltre alcune informazioni di carattere generale (i parametri per la definizione delle accelerazioni spettrali normative, gli sbalzi termici per le aste di fondazione e le aste di elevazione, etc).

Per iniziare un nuovo progetto sono disponibili due strade: la creazione generica (pulsante Nuovo Progetto) e l'importazione da file Dxf (pulsante Nuovo Progetto da file Dxf).

Gli elementi essenziali per la definizione di un progetto sono nodi, aste, tipologie sezioni trasversali aste, materiali, azioni di carico, vincoli esterni.
La definizione dei nodi e delle aste può essere fatta in maniera diretta o tramite l'ausilio di alcuni strumenti automatici, quali l'importazione da .dxf, la generazione di una griglia regolare, la funzione di copia/sposta, etc.

La definizione di un nodo consiste nella specifica delle sue coordinate spaziali. Il nodo è dotato inoltre di altre proprietà. Le proprietà dei nodi sono:

- Vincoli esterni nodali
- Carichi esterni nodali

La definizione di un'asta consiste nella specifica dei nodi ai quali l'asta è connessa. Le aste sono dotate inoltre di altre proprietà.
Le proprietà editabili di un'asta sono:

- Layer
- Vincoli interni nodo iniziale
- Vincoli interni nodo finale
- Rotazione Assi di Riferimento. Ogni asta è dotata di un sistema di riferimento locale. Tale sistema per default è dato da quello che si otterrebbe ruotando il sistema globale in modo da far coincidere il primo versore con il versore dell'asta stessa. Nel caso di aste verticali la trasformazione va effettuata ruotando il primo e terzo versore intorno al secondo versore. I vincoli interni e i carichi locali sono assegnati tenendo conto di tale sistema di riferimento. Il secondo e terzo versore del sistema locale possono essere ruotati di un angolo intorno al primo versore seguendo come convenzione sul segno la regola della

mano destra. L'angolo sarà comunque nullo (la scelta dell'utente viene ignorata) se l'asta è di calcestruzzo.
- Tipologia Sezione Trasversale. All'asta viene assegnata una tipologia di sezione trasversale fra quelle disponibili definite tramite l'Editor delle tipologie di sezioni trasversali d'asta.
- Tipo strutturale o destinazione d'uso
- Carichi distribuiti sull'asta: per ogni azione di carico utente

Le aste inoltre sono dotate di 5 pannelli di carico. I pannelli di carico sono aree di carico a forma di trapezio rettangolo che hanno come lato retto l'asta stessa e che possono essere orientate con un qualsiasi angolo intorno all'asta. L'angolo è utilizzato ai fini del calcolo per carichi la cui direzione dipende dall'orientamento del pannello (esempio il vento che è ortogonale al pannello). L'angolo è utile nella visualizzazione dell'input per facilitare l'interpretazione intuitiva dell'input.
I pannelli hanno come proprietà:
- attiva/disattiva
- dimensioni
- angolo
- carichi attivi con coefficienti
- tipologia sezione trasversale

I pannelli di carico possono essere coinvolti in campi di solaio. I campi di solaio hanno come proprietà:
- orditura
- aste coinvolte
- tipologia sezione trasversale
- carichi attivi con coefficienti

Le azioni di carico del progetto si distinguono fra quelle predefinite e quelle definite dall'utente. Quelle predefinite sono:
- Pesi Strutturali. Tale azione comprende i pesi propri delle aste e i pesi propri dei pannelli per i quali viene attivato il carico pannellare Pesi Strutturali.
- Pesi Non Strutturali. Tale azione comprende i pesi propri dei pannelli per i quali viene attivato il carico pannellare Pesi Non Strutturali.
- Carico Termico. Variazione termica delle aste.
- Sisma X. Sisma lungo la prima direzione sismica.
- Sisma Y. Sisma lungo la seconda direzione sismica.

- Sisma Z. Sisma lungo la terza direzione sismica.
- Sisma XpMx. Sisma lungo la prima direzione sismica più torsione accidentale positiva dovuta al Sisma X
- Sisma XmMx. Sisma lungo la prima direzione sismica più torsione accidentale negativa dovuta al Sisma X
- Sisma YpMy. Sisma lungo la seconda direzione sismica più torsione accidentale positiva dovuta al Sisma Y
- Sisma YmMy. Sisma lungo la seconda direzione sismica più torsione accidentale negativa dovuta al Sisma Y

Le azioni di carico utente si distinguono fra quelle pannellari e quelle per i carichi diretti su aste e nodi. Le azioni di carico pannellari si definiscono tramite l'Editor dei Carichi Pannellari, mentre le azioni dirette si definiscono tramite l'Editor delle Combinazioni di Carico.

Per poter effettuare l'analisi con successo tutte le aste devono essere dotate di tipologia sezione trasversale. Di default nel progetto non sono contenute tipologie di sezioni trasversali di aste, perciò l'utente per fare l'analisi deve definirne almeno una. Di default alle aste create per via diretta è assegnata l'ultima tipologia assegnata. Quando non sono ancora state assegnate tipologie viene assegnata Nessuna Tipologia, perciò per fare l'analisi l'utente deve assegnare una tipologia.

Per poter effettuare l'analisi con successo inoltre la struttura deve essere opportunamente vincolata esternamente. Possono essere definiti come vincoli esterni un qualsiasi vincolo nodale perfetto tramite la specifica di flag di vincolo per ciascuno dei sei gradi di libertà nodali e possono anche essere messi letti di molle alla Winkler associati ad aste.

Creare un nuovo progetto

Clickando Nuovo Progetto si apre la finestra per le generazione di una griglia iniziale 3D. La griglia iniziale consiste in una griglia regolare di nodi, opzionalmente con aste, generata in maniera automatica. Tale operazione può essere ignorata. In tal caso si va' direttamente alla fase di libera definizione del progetto.

Creare un nuovo progetto a partire da un file .dxf

La creazione di un Nuovo progetto da file Dxf consente di scegliere un qualsiasi file Dxf contenente delle linee assegnate a dei layer e di realizzare a partire da questo un

progetto in maniera molto veloce. La procedura genera aste corrispondenti alle linee nel Dxf e i nodi ad esse connessi e assegna ad essi le proprietà di default tranne per quanto riguarda il layer di appartenenza delle aste che sarà quello impostato nel file Dxf. Per creare il progetto cliccare Nuovo Progetto da file Dxf , scegliere il file dxf sorgente e confermare. Si apre una piccola finestra di dialogo che richiede il fattore di scala. Il modello che viene generato avrà dimensioni geometriche scalate secondo il fattore inserito. L'unità del modello contenuto nel dxf viene fatta corrispondere a 1mm. L'origine del sistema di riferimento del modello coincide con quella del modello contenuto nel dxf. Confermato il fattore di scala viene creato il nuovo progetto.

Inserimento diretto dei nodi

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Nodi e poi il pulsante Inserimento . Si apre quindi l'Editor dei Nodi con il quale si possono aggiungere i nodi in maniera diretta. Le proprietà del nodo creato direttamente vengono settate secondo valori di default al momento della creazione, ma possono essere modificate subito dopo.

Eliminazione dei Nodi

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Nodi e poi il pulsante Elimina . Si selezionano i nodi da eliminare. Confermata la selezione i nodi vengono eliminati.

ModifiCa di un nodo

La procedura si può usare in congiunzione con Inserimento Multiplo Nodi e serve per spostare un nodo connesso a sole 2 aste allineate**.** La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Nodi e poi il pulsante Modifica . Si seleziona il nodo da spostare (la selezione avviene clickando il nodo desiderato, senza confermare con il tasto destro del mouse). Confermata la selezione si apre un editor dove un campo di distanza e la scelta di un riferimento (nodo iniziale o nodo finale) specifica una nuova posizione del nodo che diventa effettiva clickando il pulsante OK. Un pulsante Centra è inoltre disponibile per risistemare il nodo al centro dei due nodi di riferimento.

Inserimento diretto delle aste

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Aste e poi il pulsante Inserimento . Quindi si selezionano i nodi connessi all'asta e si preme il tasto destro del mouse per confermare. Oppure si possono selezionare più di due nodi e alla conferma con il tasto destro si inseriscono le aste corrispondenti alla spezzata che ha per vertici i nodi selezionati. Le proprietà al momento dell'inserimento vengono settate secondo valori di default. I valori di default delle proprietà semplici e cioè layer, tipologia, rotazione, destinazione d'uso sono gli ultimi assegnati. I default per le proprietà composte e cioè vincoli interni e carichi sono i valori iniziali. I valori di default iniziali sono tutti nulli.
L'utente può modificare tali proprietà tramite l'Editor delle Proprietà dell'Asta che compare subito dopo l'inserimento e che può essere richiamato in qualsiasi momento successivo.

Eliminazione delle Aste

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Aste e poi il pulsante Elimina . Si selezionano le aste da eliminare. Confermata la selezione le aste vengono eliminate.
Se si elimina un'asta che ha un pannello coinvolto in un campo di solaio, si eliminano tutto il campo di solaio.

Gestione dei Layer

Fra le proprietà delle aste c'è il layer di appartenenza. I layer sono gruppi di aste. Quando definisci un'asta ad essa viene assegnata un layer di default e l'utente al momento dell'inserimento o in qualsiasi altro momento richiamando l'editor delle proprietà può modificare tale appartenenza.
I layer, come i filtri di visualizzazione, possono essere usati per gestire la visualizzazione delle aste. La gestione della visualizzazione delle aste può risultare molto utile in fase di input. I layer costituiscono infatti dei sottoinsiemi o gruppi non sovrapposti (un'asta può appartenere ad uno e un solo layer) in cui si può suddividere l'insieme di tutte le aste. Il criterio di suddivisione delle aste può essere vario: ad es. per tipologia della sezione trasversale o per destinazione d'uso etc. Per creare altri gruppi anche trasversali e sovrapponibili fra di loro si possono usare i filtri di visualizzazione della struttura.

Filtri di visualizzazione della struttura

I filtri di visualizzazione possono essere definiti per visualizzare solo una porzione isolata di struttura a forma di un generico parallelepipedo orientato secondo le direzioni di riferimento. La loro definizione viene fatta tramite l'Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

La finestra si apre appena si preme il pulsante delle verifiche nella finestra principale. Essa contiene le informazioni da impostare a monte delle verifiche.

Premendo il pulsante Continua viene aperta la finestra delle verifiche e se le verifiche non sono state eseguite oppure se viene richiesto di rieseguire le verifiche, parte il ciclo delle verifiche su tutte le aste.

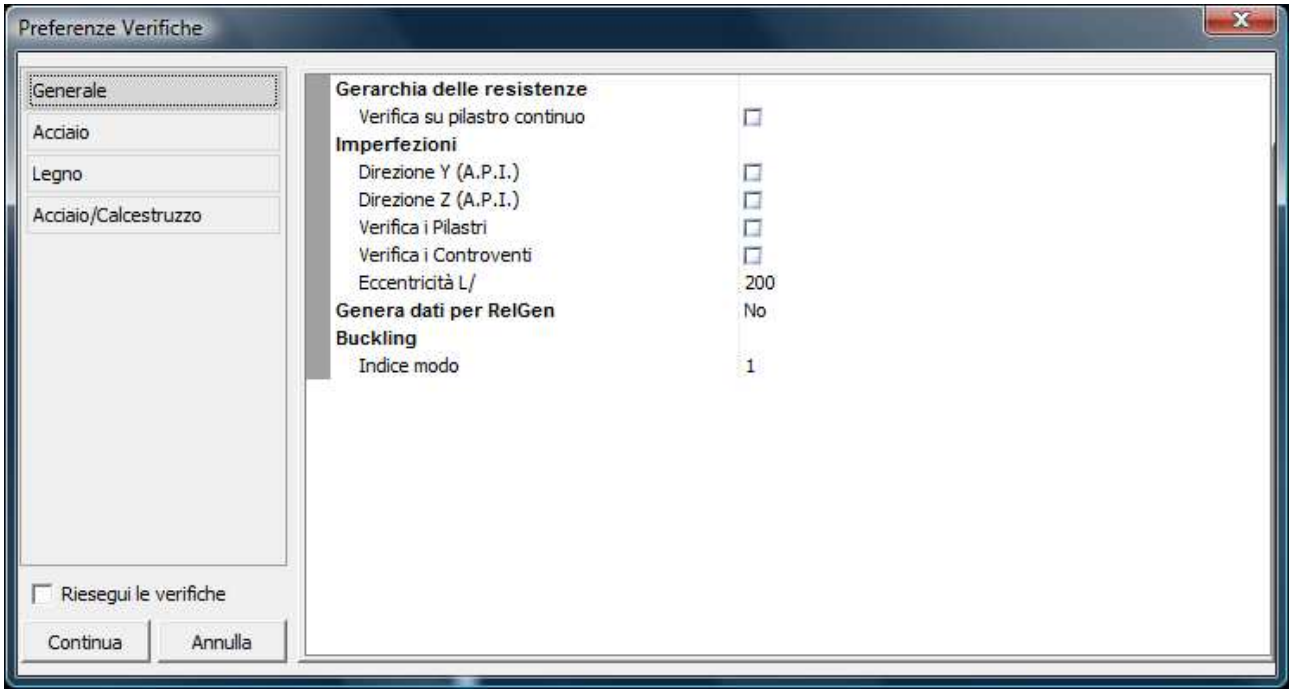


Figura 8 - Finestra delle Preferenze sulle Verifiche

Editor dei filtri di Visualizzazione della Struttura. Il generico filtro può essere limitato ad una tipologia di sezione trasversale e/o ad un layer e/o ad una destinazione d'uso.

Selezione degli oggetti su cui operare

Nelle operazioni sugli oggetti, è necessario effettuare la selezione degli oggetti su cui eseguire l'operazione. Che si tratti di operazioni su nodi, aste, etc, le modalità di selezione sono le seguenti.

Una volta che si è entrati nella procedura dell'operazione desiderata la selezione può essere effettuata puntualmente e/o tramite riquadri di selezione. Durante la fase di selezione è possibile fare la deselezione tenendo però premuto il tasto CTRL: scegliendo puntualmente o tramite un riquadro di selezione un oggetto già selezionato

mentre si tiene premuto il tasto CTRL, lo si deseleziona; scegliendo puntualmente o tramite un riquadro di selezione un oggetto non selezionato mentre si tiene premuto il tasto CTRL, lo si seleziona. Una volta che tutti gli oggetti voluti sono stati selezionati, occorre cliccare il tasto destro del mouse per confermare la selezione. I riquadri di selezione si effettuano con un click sul primo vertice del riquadro e un secondo click per definire il vertice opposto. Tutti gli oggetti contenuti per intero nel riquadro vengono selezionati. In alcune operazioni non è disponibile la selezione multipla ma solo quella singola puntuale.
Per qualsiasi selezione può essere comodo usare la gestione layer o i filtri di visualizzazione per isolare porzioni della struttura e facilitare la selezione.

Dati Generali dell'archivio .swf

Il progetto è caratterizzato da alcuni dati generali che all'inizio sono settati secondo valori di default, ma che possono essere modificati in qualsiasi momento tramite la Finestra dei Dati Generali. Fra tali dati è possibile scegliere, in particolare, per quali stai limite ottenere i risultati dell'analisi ed effettuare le verifiche.

Visualizza/Modifica le proprietà delle aste

Per visualizzare o modificare le proprietà delle aste occorre premere il pulsante Aste e poi il pulsante Modifica . A questo punto si seleziona e confermata la selezione si apre l'Editor delle Proprietà delle Aste e viene visualizzato l'elenco completo delle proprietà delle aste. Se c'è una selezione multipla vengono visualizzate i valori iniziali di default di inserimento asta. Appena si modifica uno dei valori delle proprietà contenute nell'editor si modificano le proprietà delle aste selezionate.
L'editor inoltre nel caso di selezione singola visualizza le proprietà non modificabili: nodo iniziale, nodo finale, rollio, alzo, lunghezza.

Copia le proprietà di un'asta e incollale su altre aste

Con questa procedura è possibile copiare parzialmente o totalmente le proprietà di un'asta e incollarle su altre aste. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Aste e poi il pulsante Copia Proprietà . Si clicca l'asta sorgente e (senza confermare con il tasto destro del mouse) viene visualizzato l'elenco delle proprietà editabili dell'asta. Si scelgono le proprietà da copiare. Si selezionano le aste su cui incollare le proprietà. Confermata la selezione viene effettuata l'assegnazione.

Filtri di visualizzazione delle aste

Per accedere alla procedura occorre premere preme il pulsante Aste e poi il pulsante Filtri visualizzazione . A questo punto si apre a destra un frame con l'elenco delle sezioni trasversali di asta definite nel progetto. Selezionando una delle sezioni nell'elenco, vengono evidenziate in giallo nel pannello 3D le aste che possiedono tale sezione.

Ruota il sistema di riferimento locale di un'asta

Con questa procedura è possibile modificare il sistema di riferimento locale delle aste in modo che il terzo versore locale sia ortogonale ad un piano dato. Il verso del terzo versore segue una specifica convenzione: è fissato in modo che il suo prodotto scalare con il terzo versore globale sia positivo, a meno che tale prodotto non sia nullo. In tal caso il verso è fissato in modo che il suo prodotto scalare con il primo versore globale sia positivo, a meno che tale prodotto non sia nullo. In quest'ultimo caso il verso è fissato in modo che il suo prodotto scalare con il secondo versore globale sia positivo. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Aste e poi il pulsante Ruota Asse . Si selezionano le aste su cui lavorare. Confermata la selezione viene visualizzato un apposito frame a destra. Si scelgono i punti che definiscono il piano e si clicca il pulsante Applica.

Controventi

Con questa procedura è possibile inserire automaticamente aste che abbiano destinazione d'uso di Controventi e abbiano vincoli interni secondo un prescelto schema di controventatura. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Aste e poi il pulsante Controventi . Si selezionano le due aste alle quali si riferisce la controventatura e si sceglie il tipo di controventatura.

Inserimento multiplo di nodi

Con questa procedura è possibile inserire un numero di nodi equidistanti su un'asta e spezzare l'asta stessa secondo la nuova configurazione di nodi ottenuti. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante Nodi e poi il pulsante Inserimento Multiplo . Si seleziona un'asta e si specifica il numero di nodi da inserire.

Copia/Sposta

L'operazione di copia/sposta consente di generare una copia degli oggetti selezionati, ed eventualmente delle proprietà ad essi associate, in una nuova posizione, o di spostare gli oggetti stessi in una nuova posizione. La nuova posizione viene definita a partire dalla posizione di partenza secondo una trasformazione di roto traslazione.

Si accede all'operazione di copia/sposta premendo prima il pulsante Nodi e dopo il pulsante Copia/Sposta . Per eseguire l'operazione occorre selezionare i nodi sui quali si vuole operare, definire la trasformazione geometrica e specificare alcuni dettagli. In particolare si può scegliere se fare una copia o uno spostamento. Nel caso di copia, si può scegliere se copiare anche le proprietà dei nodi, e/o le aste che hanno la connettività contenuta nella selezione e/o le proprietà delle aste copiate. Se si sceglie di copiare le proprietà delle aste, vengono copiati anche eventuali campi di solaio che hanno l'incidenza contenuta nelle aste selezionate. Nel caso di sposta i nodi manterranno le proprietà originarie e si porteranno appresso tutte le aste connesse e le proprietà di tali aste e gli eventuali campi di solaio. Effettuate tutte queste scelte occorre premere il pulsante Applica. Premuto il pulsante Applica l'operazione viene eseguita rispettando alcuni criteri. Nello specifico si seguono le seguenti regole. Nel caso di copia qualora la trasformazione genera nodi con coordinate coincidenti con nodi già esistenti non vengono creati nuovi nodi. In tal caso, se è attiva l'opzione di Copia Dati Nodi, le proprietà dei nodi vengono soprascritte; se è attiva l'opzione di Copia Collegamenti, vengono aggiunte le aste solo se non esistono già aste con la stessa connettività; se sono attive l'opzione di Copia Collegamenti e Copia Proprietà Collegamenti, vengono aggiunte le aste con le proprietà solo se non esistono già aste con la stessa connettività, altrimenti vengono soprascritte le proprietà, tranne per quanto riguarda i pannelli che vengono aggiunti solo se c'è almeno un pannello disattivato e se non c'è già un pannello attivo con le stesse dimensioni e lo stesso angolo. Nel caso di sposta qualora la trasformazione genera nodi con coordinate coincidenti con quelle dei nodi già esistenti esclusi gli spostandi, la trasformazione non viene effettuata. In effetti nel caso che la nuova posizione di uno spostando coincida con un nodo non coinvolto nella trasformazione si possono creare aste sconnesse dal resto della struttura e quindi generare un modello falsato, senza contare il fatto che se le aste sconnesse non sono opportunamente vincolate danno labilità del sistema. Nel caso invece che la nuova posizione di uno spostando coincida con la posizione originaria di uno spostando, essendo lo

spostamento rigido, non c'è rischio di coincidenza di nodi e quindi la trasformazione viene effettuata.

Vincoli assoluti

Di default tutti i nodi creati direttamente sono liberi. È possibile successivamente inserire e modificare i vincoli nodali secondo tutti i possibili vincoli perfetti oppure attribuire al nodo una tipologia di plinto.
Nella definizione dei vincoli nodali sono disponibili inoltre come predefiniti quelli più usati e cioè l'incastro, la cerniera cilindrica, i carrelli lungo le direzioni in pianta, il nodo libero.
Per accedere all'operazione di `inserimento` dei vincoli esterni occorre cliccare il pulsante Vincoli Esterni e poi il pulsante Inserimento . L'operazione si esegue scegliendo il tipo di vincolo prima ed effettuando dopo la selezione dei nodi. Inoltre è disponibile l'operazione di `modifica` dei vincoli nodali per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante Vincoli Esterni e poi il pulsante Modifica . Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati gli eventuali vincoli in comune dei nodi selezionati. Dopo di che si può scegliere un tipo di vincolo e clickando il pulsante Applica Vincolo si assegnano i nuovi vincoli ai nodi selezionati.

Vincoli relativi

Di default tutte le aste create direttamente hanno come vincoli interni incastri perfetti. È possibile successivamente inserire e modificare i vincoli interni secondo un decimale contenuto nell'interavallo chiuso [0,1] per ogni grado di libertà. Per accedere all'operazione di *inserimento* dei vincoli interni occorre cliccare il pulsante Vincoli Interni e poi il pulsante Inserimento . L'operazione si esegue scegliendo il tipo di vincolo prima ed effettuando dopo la selezione delle aste. A questo punto si può modificare il vincolo, scegliendo un vincolo e clickando il pulsante Applica. Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei vincoli interni per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante Vincoli Interni e poi il pulsante Modifica . Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i massimi gradi di vincolo delle aste selezionate. Dopo di che si può scegliere un tipo di vincolo e clickando il pulsante Applica si assegnano i nuovi vincoli alle aste selezionati. I

vincoli relativi delle aste possono inoltre essere settati tramite l'Editor delle proprietà delle aste.

Letti di molle alla Winkler

Le tipologie di sezioni trasversali di asta con materiale di tipo calcestruzzo sono dotate di coefficienti di Winkler. Di default le tipologie di sezioni trasversali di asta con materiale di tipo calcestruzzo hanno un letto di molle di Winkler con coefficiente normale 5 daN/cm^3 e coefficiente tangenziale 2.5 daN/cm^3. I coefficienti possono essere modificati tramite l'Editor delle tipologie sezioni aste.
Le tipologie di plinto possono essere caratterizzate da incastro oppure da molle.

Carichi distribuiti sulle aste

Di default tutte le aste create direttamente hanno carichi distribuiti nulli per ciascuna delle eventuali azioni di carico utente. È possibile successivamente inserire e modificare diversi carichi. Per accedere all'operazione di inserimento occorre cliccare il pulsante Carichi Distribuiti su Aste e poi il pulsante Inserimento. L'operazione si esegue scegliendo i carichi da assegnare prima ed effettuando dopo la selezione delle aste. Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei carichi per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante Carichi Distribuiti su Aste e poi il pulsante Modifica. Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i minimi carichi delle aste selezionate per la prima azione di carico utente nel sistema globale. Dopo di che si possono scegliere carichi e clickando il pulsante Applica si assegnano i nuovi carichi alle aste selezionati. I carichi distribuiti delle aste possono inoltre essere settati tramite l'Editor delle proprietà delle aste. I carichi distribuiti sulle aste devono essere associati ad un'azione di carico definita dall'utente. Di conseguenza se si accede alle operazioni relative ai carichi distribuiti, quando non sono state definite azioni di carico utente, si viene immessi nella finestra delle combinazioni dove si possono definire azioni di carico utente.

Carichi nodali

Di default tutti i nodi creati direttamente hanno carichi nulli per ciascuna delle eventuali azioni di carico utente. È possibile successivamente inserire e modificare diversi carichi. Per accedere all'operazione di inserimento occorre cliccare il pulsante Carichi Nodali e poi il pulsante Inserimento. L'operazione si esegue scegliendo i carichi da assegnare prima ed effettuando dopo la selezione dei nodi.

Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei carichi per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante Carichi Nodali e poi il pulsante Modifica **.** Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i minimi carichi dei nodi selezionati per la prima azione di carico utente. Dopo di che si possono scegliere i carichi e clickando il pulsante Applica si assegnano i nuovi carichi ai nodi selezionati. I carichi nodali devono essere associati ad un'azione di carico definita dall'utente. Di conseguenza se si accede alle operazioni relative ai carichi concentrati, quando non sono state definite azioni di carico utente, si viene immessi nella finestra delle combinazioni dove si possono definire azioni di carico utente.

Carichi pannellari

I carichi pannellari sono carichi uniformi distribuiti su superfici piane associate alle aste, i carichi pannellari. Di default sono attivi solo i carichi pannellari non editabili, e cioè i Pesi Strutturali e i Pesi Non Strutturali.

Pesi Strutturali comprende i pesi propri dei pannelli di carico per cui è attivo tale carico pannellare.
Analogamente Pesi Non Strutturali comprende i pesi propri dei pannelli di carico per cui è attivo tale carico pannellare.
Rimane dunque all'utente la possibilità di interpretare il peso proprio del solaio come strutturale o non strutturale con tutto ciò che ne consegue in termini di coefficienti γ e di ψ utilizzati per le combinazioni di carico (per giustificata tale possibilità basti pensare alla differenza tra solai collaboranti e solai a secco).
E' chiaro che nel caso in cui sia il peso strutturale che il peso non strutturale risultano contemporaneamente attivati il peso proprio del solaio viene considerato due volte.

Per modificare gli altri carichi pannellari occorre usare l'editor dei Carichi Pannellari**.** Le proprietà dei carichi pannellari sono:

- attiva/disattiva. L'attivazione determina l'inserimento nell'elenco delle azioni di carico del progetto.
- Nome. Il nome consente di individuare l'azione nelle operazioni che coinvolgono i carichi pannellari (definizione delle combinazioni di carico e definizione delle proprietà dei pannelli di carico).
- Valore1. Il valore1 è l'intensità del carico.

- Valore2. Il valore2, disponibile solo nel caso di carico di tipo Vento, è il rollio della direzione del vento.
- Tipo. Il tipo segue la classificazione delle azioni di carico del progetto.

Tutti i carichi pannellari sono gravitazionali, tranne il Vento. Il contributo di un carico pannellare attivo su un pannello è dato dal carico distribuito sulla asta madre del pannello, equivalente in termini di risultanti al carico distribuito sul pannello. Il carico distribuito sul pannello, nel caso di carico pannellare gravitazionale, è dato dall'intensità del carico pannellare moltiplicato per il coefficiente specifico del pannello (un coefficiente negativo sarebbe però fuori luogo, in quanto darebbe come versore l'antigravità). Il carico distribuito sul pannello, nel caso di carico pannellare Vento, è dato dalla componente lungo la proiezione orizzontale della normale al pannello, del vettore, che ha versore individuato dal rollio del carico pannellare e intensità quella del carico pannellare, moltiplicata per il coefficiente specifico del pannello (il segno del coefficiente influenza ovviamente il verso del carico). È nullo nel caso di pannello orizzonatale.

Modifica dei pannelli di carico

I pannelli di carico sono superfici trapezoidali, rettangolari o triangolari associate alle aste. Su tali superfici possono esserci dei carichi distribuiti uniformi, i carichi pannellari, le cui risultanti scaricano sulle aste. Di default, le aste hanno i pannelli tutti disattivati, privi di tipologia sezione trasversale di solaio, con i carichi pannellari tutti disattivati, tranne Pesi Non Strutturali e con i coefficienti dei carichi pannellari tutti unitari. Successivamente le proprietà dei pannelli possono essere visualizzate o modificate tramite l'Editor delle proprietà dei Pannelli di Carico. Per accedere all'Editor occorre premere il pulsante Pannelli di Carico e poi il pulsante Modifica . Dopo di che si selezionano le aste desiderate e confermata la selezione si apre l'Editor.

In caso di selezione multipla vengono visualizzati i valori relativi alla prima asta selezionata. Per modificare le proprietà dei pannelli di carico occorre cliccare il pulsante Applica.
Se disattivi un pannello, finché non premi il pulsante Applica, le altre sue proprietà non vengono modificate. Se disattivi un pannello e clicki il pulsante Applica senza averlo riattivato, il pannello viene azzerato, cioè le sue proprietà vengono settate secondo i default iniziali.

La posizione del pannello di carico quando il suo angolo è pari a zero è tale che il lato retto del trapezio coincide con l'asta e le basi del trapezio sono dirette nel verso opposto al secondo versore locale dell'asta[2]. La posizione del pannello di carico quando il suo angolo è diverso da zero è ottenuta ruotando la configurazione a riposo intorno al versore dell'asta dell'angolo stesso con convenzione sul segno quella contraria a quella della mano destra.

Modifica dei campi di solaio

Se la selezione comprende solo un insieme di aste che definiscono una maglia chiusa compare l'Editor nella modalità per la gestione dei pannelli di carico coinvolti in un campo di solaio. Se il campo di solaio associato alle aste selezionate è stato già definito, l'editor mostra le proprietà di tale campo di solaio (lettura delle informazioni relative ad un campo di solaio esistente), altrimenti se ciascuna delle aste ha almeno un pannello disattivo, viene definito un nuovo campo di solaio (definizione di un nuovo campo di solaio) e un pannello di carico di ciascuna asta viene attivato e coinvolto in tale campo di solaio. Le proprietà di un campo di solaio appena creato sono quelle di default (che vengono visualizzate nell'editor alla creazione), ma possono essere modificate in qualsiasi momento tramite l'editor clickando il pulsante Applica (modifica di un campo di solaio). Il valore di default dell'orditura all'inizio è 0, quello della tipologia solaio è nullo, mentre i carichi sono tutti disattivi, tranne Pesi Non Strutturali, e i coefficienti sono tutti unitari. Se dopo aver operato su un campo di solaio (definizione, lettura o modifica), non si abbandona l'operazione di modifica pannelli, i default di orditura, tipologia e carichi attivi per la creazione di un nuovo campo di solaio, vengono aggiornati secondo i valori dell'ultimo campo di solaio selezionato.

Per default i pannelli di carico non sono coinvolti in un campo di solaio. Al momento della definizione o della modifica di un campo di solaio, a tutti i pannelli di carico coinvolti vengono assegnati i valori delle proprietà secondo le proprietà del campo di solaio. In particolare, come angolo di orientazione viene assegnato l'angolo tale che il pannello appartenga al poligono definito dalla maglia chiusa, e come dimensioni del pannello i valori secondo una ripartizione dell'area del poligono definito dalla maglia chiusa che tiene conto della direzione di orditura. Infine come tipologia della sezione trasversale e per i carichi attivi vengono assegnati quelli del campo di solaio.

[2] Si ricorda che il riferimento locale dell'asta tiene conto della rotazione dell'asse dell'asta.

La direzione dell'orditura dei campi di solaio, nel caso di campi di solaio non verticali, corrisponde alla proiezione della direzione che ha rollio pari all'orditura, sul poligono individuato dal percorso chiuso. La direzione dell'orditura a riposo dei campi di solaio, nel caso di campi di solaio verticali, corrisponde alla direzione dell'asse z. La direzione dell'orditura non a riposo dei campi di solaio, nel caso di campi di solaio verticali, si ottiene ruotando l'orditura a riposo rispetto alla normale al piano individuato dal solaio presa con un verso che segue una specifica convenzione[3], di un angolo pari a quello fornito dall'utente, con convenzione sul segno quella della mano destra.

Filtri di Visualizzazione dei pannelli

Per avere informazioni sintetiche sui dati inseriti sui pannelli di carico è possibile usare questa apposita procedura che indica quali pannelli di carico rispondono a determinate caratteristiche. Per accedere a tale procedura occorre premere il pulsante Pannelli di Carico e poi il pulsante Filtri visualizzazione . Si apre l'Editor dei filtri di visualizzazione, a questo punto verranno visualizzati solo i pannelli che hanno come tipologia una di quelle selezionate nell'elenco delle tipologie e/o hanno attivo almeno uno dei carichi pannellari selezionati nell'elenco dei carichi pannellari.

Eliminazione dei pannelli

Si accede alla procedura premendo il pulsante Pannelli di Carico e poi il pulsante Elimina . La procedura consiste nella selezione dei pannelli che si vogliono eliminare. Confermata la selezione, viene fornita un'indicazione sul numero di pannelli che si sta per eliminare e si richiede la conferma dell'operazione. In particolare nella selezione si distingue tra aste singole cioè aste non coinvolte in campi di solaio e campi di solaio. Quando si seleziona un'asta coinvolta in un campo di solaio oltre ad eliminare tutti i pannelli di tale asta si eliminano anche gli altri pannelli (di altre aste) coinvolti in tale solaio. L'eliminazione di un pannello consiste nel suo azzeramento. Se si elimina un campo di solaio non si azzerano solo i pannelli coinvolti ma si cancellano anche le altre proprietà relative al campo di solaio.

[3] Il verso è fissato in modo che il suo prodotto scalare con il primo versore globale sia positivo, a meno che tale prodotto non sia nullo. In quest'ultimo caso il verso è fissato in modo che il suo prodotto scalare con il secondo versore globale sia positivo.

Aste raggruppate

Le aste che sono contigue ed allineate, con la stessa sezione trasversale e che non presentano rilasci nei nodi intermedi, possono essere raggruppate ai fini delle verifiche. Un gruppo di aste contigue ed allineate verranno sottoposte alle verifiche come se fossero una sola asta. Le sezioni corrispondenti ai nodi intermedi dove sono presenti ulteriori aste trasversali saranno in sede di verifica considerate come sezioni dotate di ritegno torsionale.

Per ciascuna asta è possibile visualizzare l'indice di gruppo di appartenenza, tramite la finestra delle opzioni di visualizzazione. Si consiglia a tal fine di deselezionare la sezione delle aste nella finestra stessa.

Blocchi

In ogni archivio .swf è possibile gestire i blocchi.
Un blocco è un insieme di aste e nodi dotato di:

- una geometria relativa, specificata da un modello di blocco
- un sistema di riferimento costituito da un punto di inserimento e una terna cartesiana ortogonale.

Le coordinate di ciascun nodo del generico blocco dipendono dalla geometria del modello di blocco da cui dipende il blocco stesso, e dal sistema di riferimento locale del blocco stesso.
In ogni archivio .swf è possibile salvare più modelli di blocco.

Nella struttura è possibile inserire più blocchi.

Il generico blocco viene aggiornato ogni qual volta il modello di blocco, da cui dipende, viene modificato.

Il generico blocco può inoltre essere copiato o spostato mediante l'operazione di Copia o Sposta Nodi.

I modelli di blocco possono essere definiti dall'apposita finestra che si apre tramite il pulsante nella prima barra orizzontale di pulsanti.

Le operazioni relative alle istanze di blocco sono accessibili tramite il pulsante nella barra verticale dei pulsanti degli oggetti.

Azioni e combinazioni di carico

Il progetto è caratterizzato da azioni di carico e combinazioni di carico. Le combinazioni di carico sono raggruppate in inviluppi. Sono disponibili 7 inviluppi:

- SLV, stato limite di salvaguardia della vita
- SLC, stato limite di collasso
- SLO, stato limite di operatività
- SLD, stato limite di danno
- SLE-R, stato limite di esercizio, combinazioni rare o caratteristiche
- SLE-F, stato limite di esercizio, combinazioni frequenti
- SLE-QP, stato limite di esercizio, combinazioni quasi permanenti

Per ciascun inviluppo si possono definire le combinazioni associate tramite l'Editor Combinazioni di Carico. È possibile impostare automaticamente le combinazioni secondo la normativa. In particolare l'impostazione automatica segue le prescrizioni del DM 14/01/2008. L'impostazione automatica dipende dal tipo di ciascuna azione di carico e dai coefficienti di combinazione ad esse associati. Le azioni di carico sono infatti classificate secondo la tipologia. Esclusi i tipi delle azioni sismiche e il carico termico, che sono presenti in un archivio .swf solo come azioni predefinite, i tipi di azione di carico definibili dall'utente sono:

- Peso strutturale
- Peso non strutturale
- Vento
- Neve
- Cat. A – DM2008
- Cat. B – DM2008
- Cat. C – DM2008
- Cat. D – DM2008
- Cat. E – DM2008
- Cat. F – DM2008
- Cat. G – DM2008
- Cat. H – DM2008

Le azioni di carico sismiche sono diverse a seconda dello spettro di progetto utilizzato (SLC,SLV,SLD,SLO).
I pesi delle aste sono inclusi nell'azione predefinita Pesi strutturali.

Per le azioni di carico alle quali è possibile associare la massa equivalente, l'utente può scegliere se associarla o meno, tramite l'Editor delle Proprietà delle Azioni di Carico.

Per le combinazioni non sismiche (cioè dove non sono presenti carichi sismici) dove si prevedono più carichi accidentali concomitanti con uno di essi a rotazione dominante e gli altri secondari, si seguono le seguenti specifiche:

- Si assume che a essere concomitanti con altre azioni accidentali siano solo le azioni di carico di tipo utilizzo, cioè da categoria A a categoria H.
- Le azioni di carico di tipo utilizzo sono considerate sempre concomitanti e caratterizzate dallo stesso tipo di coefficiente
- Nella combinazione con un'azione di carico di tipo Vento dominante, le azioni permanenti e di utilizzo si prendono di default con il coefficiente parziale favorevole cioè 1.0 per i permanenti strutturali e 0.0 per i permanenti non strutturali e per i carichi di utilizzo.
- Per ogni azione di tipo vento o neve è associata una combinazione con tale azione dominante e le altre dello stesso tipo assenti.

Le combinazioni sismiche, prevedendo la concomitanza del 100% dell'azione in una direzione di riferimento e del 30% delle azioni nelle altre due direzioni di riferimento e l'effetto della torsione accidentale associata al sisma principale, sono in numero di 40.

A seconda delle azioni di carico presenti nel generico archivio e di alcune impostazioni fissate nei dati generali, vengono definite in automatico le combinazioni di carico.

Le combinazioni in generale sono ordinate così:

- Permanenti + solo utilizzo
- Permanenti + utilizzo dominante + termico secondario
- Permanenti + utilizzo dominante - termico secondario
- Permanenti + utilizzo dominante + prima neve secondario
- …
- Permanenti + utilizzo dominante + ultima neve secondario
- Permanenti + utilizzo dominante + primo vento secondario
- …
- Permanenti + utilizzo dominante + ultimo vento secondario
- Permanenti + utilizzo dominante - primo vento secondario
- …
- Permanenti + utilizzo dominante - ultimo vento secondario
- Permanenti + utilizzo secondario + termico dominante
- Permanenti + utilizzo secondario - termico dominante
- Permanenti + utilizzo secondario + prima neve dominante
- …
- Permanenti + utilizzo secondario + ultima neve dominante
- Permanenti + utilizzo secondario + primo vento dominante, con carichi verticali favorevoli
- …
- Permanenti + utilizzo secondario + ultimo vento dominante, con carichi verticali favorevoli
- Permanenti + utilizzo secondario - primo vento dominante, con carichi verticali favorevoli
- …
- Permanenti + utilizzo secondario - ultimo vento dominante, con carichi verticali favorevoli
- Permanenti + utilizzo secondario + primo vento dominante, con carichi verticali sfavorevoli
- …
- Permanenti + utilizzo secondario + ultimo vento dominante, con carichi verticali sfavorevoli
- Permanenti + utilizzo secondario - primo vento dominante, con carichi verticali sfavorevoli
- …

- Permanenti + utilizzo secondario - ultimo vento dominante, con carichi verticali sfavorevoli
- Sismica, Sx + Mx - 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, Sx + Mx + 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, Sx + Mx + 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, Sx + Mx - 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, -Sx - Mx - 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, -Sx - Mx + 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, -Sx - Mx + 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, -Sx - Mx - 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, Sx - Mx - 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, Sx - Mx + 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, Sx - Mx + 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, Sx - Mx - 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, -Sx + Mx - 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, -Sx + Mx + 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, -Sx + Mx + 0.3 Sy - 0.3 Sz
- Sismica, -Sx + Mx - 0.3 Sy + 0.3 Sz
- Sismica, Sy + My - 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, Sy + My + 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, Sy + My + 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, Sy + My - 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, -Sy - My - 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, -Sy - My + 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, -Sy - My + 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, -Sy - My - 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, Sy - My - 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, Sy - My + 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, Sy - My + 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, Sy - My - 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, -Sy + My - 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, -Sy + My + 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, -Sy + My + 0.3 Sx - 0.3 Sz
- Sismica, -Sy + My - 0.3 Sx + 0.3 Sz
- Sismica, Sz - 0.3 Sy - 0.3 Sx
- Sismica, Sz + 0.3 Sy + 0.3 Sx
- Sismica, Sz + 0.3 Sy - 0.3 Sx

- Sismica, Sz - 0.3 Sy + 0.3 Sx
- Sismica, -Sz - 0.3 Sy - 0.3 Sx
- Sismica, -Sz + 0.3 Sy + 0.3 Sx
- Sismica, -Sz + 0.3 Sy - 0.3 Sx
- Sismica, -Sz - 0.3 Sy + 0.3 Sx

Azioni del Vento

Esistono tre possibilità (disponibili nella Finestra dei Dati Generali) per la definizione delle azioni sui pannelli di carico soggetti a condizioni di carico di tipo "Vento":

1. L'utente fornisce l'intensità del carico che agirà su tutti i pannelli, indipendentemente dal loro orientamento e dal versore del vento specificato. Il verso del carico sarà tale da formare un angolo acuto con il versore del vento specificato.
2. L'utente fornisce l'intensità del vento che soffia sulla struttura nel versore del vento specificato.
   Il valore del carico agente sul singolo pannello è la componente del vettore vento lungo la proiezione orizzontale della normale al pannello.
3. L'utente fornisce l'intensità del vento che soffia sulla struttura nel versore del vento specificato. Il valore del carico agente sul singolo pannello è la componente del vettore vento lungo la normale al pannello.

In ciascun caso dei 3 casi vale comunque che

- Il carico agisce normalmente al pannello di carico
- I pannelli orizzontali non sono soggetti ad un'azione normale da vento.
- Nella visualizzazione dei risultati, i carichi sulle aste prodotti dalle azioni di vento normale sono descritti nel riferimento locale all'asta

Per comprendere la differenza fra il criterio (1) e i criteri (2) e (3) si consideri la *Figura 32*.
Si assuma una condizione di vento che soffi lungo il versore positivo delle x. Si assuma che i pannelli in figura vengano investiti da tale vento.
Si consideri di usare il criterio (1) per la definizione dell'azione del vento. In tal caso, sia i pannelli che nella figura compaiono a sinistra, sia quelli che in figura compaiono a destra, vengono caricati con la stessa intensità.
Si consideri di usare il criterio (2) o il criterio (3) per la definizione dell'azione del vento. In tal caso, i pannelli di sinistra vengono caricati con un'intensità, mentre quelli di destra vengono caricati con un'azione normale inferiore. Questo perché le normali ai pannelli sono diverse.

Per comprendere la differenza fra il criterio (2) e il criterio (3) si consideri la Figura 33.

Si assuma una condizione di vento che soffi lungo il versore positivo delle x. Si assuma che i pannelli in figura vengano investiti da tale vento.
Si consideri di usare il criterio (2) per la definizione dell'azione del vento. In tal caso, sia i pannelli che nella figura compaiono a sinistra, sia quelli che in figura compaiono a destra, vengono caricati con la stessa intensità. Questo perché la proiezione orizzontale della normale ai pannelli coincide.
Si consideri di usare il criterio (3) per la definizione dell'azione del vento. In tal caso, i pannelli di sinistra vengono caricati con un'intensità, mentre quelli di destra vengono caricati con un'azione normale inferiore. Questo perché le normali ai pannelli sono diverse.

Il criterio rigoroso è il (3) perché tiene conto dell'effettivo orientamento del pannello rispetto al versore del vento specificato.
Si lascia disponibile all'utente anche il criterio (2) per fare anche casi ad esempio come in *Figura 34*, dove si può voler considerare l'influenza dell'inclinazione della falda conteggiata nel coefficiente da associare al carico sulla singola falda. Nelle normative infatti l'inclinazione della falda è conteggiata in un fattore per cui si moltiplica la pressione di riferimento.

Si consideri come esempio numerico, il caso in *Figura 36*. Si assuma un'azione "vento normale" agente nella direzione delle y positive con intensità di 100 daN/mq. Si assumano come dimensioni in pianta 100 cm x 100 cm. Si assuma come inclinazione della falda 25°.
Se si sceglie il criterio (2), sull'asta 6 c'è un carico uniforme di 100 daN/mq • cos(180°) • 0.5 m = -50.0 daN/m lungo l'asse locale 3 *(vedi Figura 37*).
Se si sceglie il criterio (3), sull'asta 6 c'è un carico uniforme di 100 daN/mq • cos(115°) • 0.5 m = -21.1 daN/m lungo l'asse locale 3 (*vedi Figura 38*).

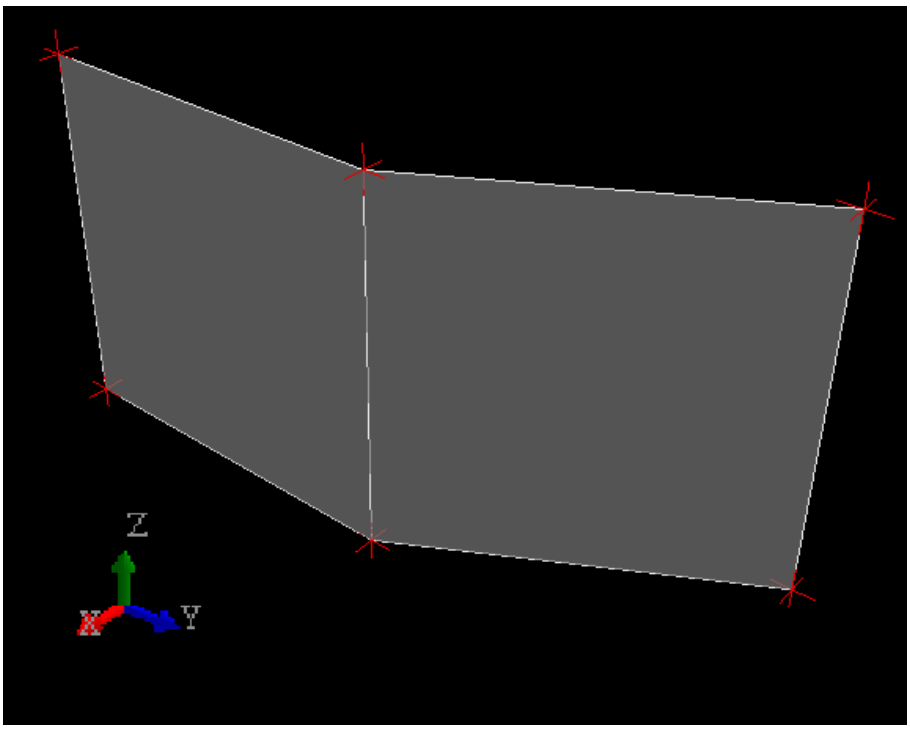


Figura 32 - Pannelli con normale parallela all'asse X (quelli a sinistra) e pannelli con normale non parallela all'asse X (quelli a destra).

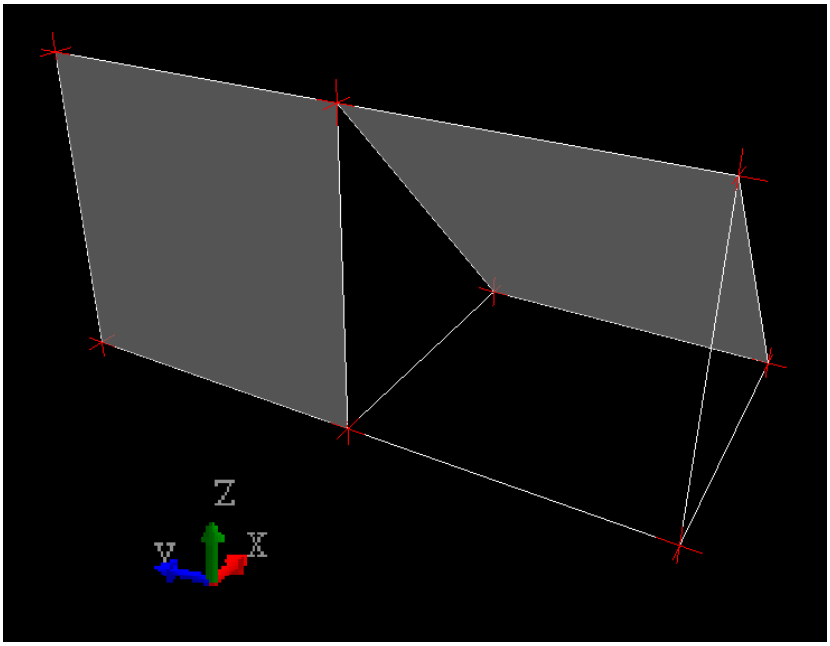


Figura 33 – Pannelli con proiezione della normale parallela all'asse X. Quelli a sinistra hanno normale parallela all'asse X. Quelli a destra hanno normale non parallela all'asse X.

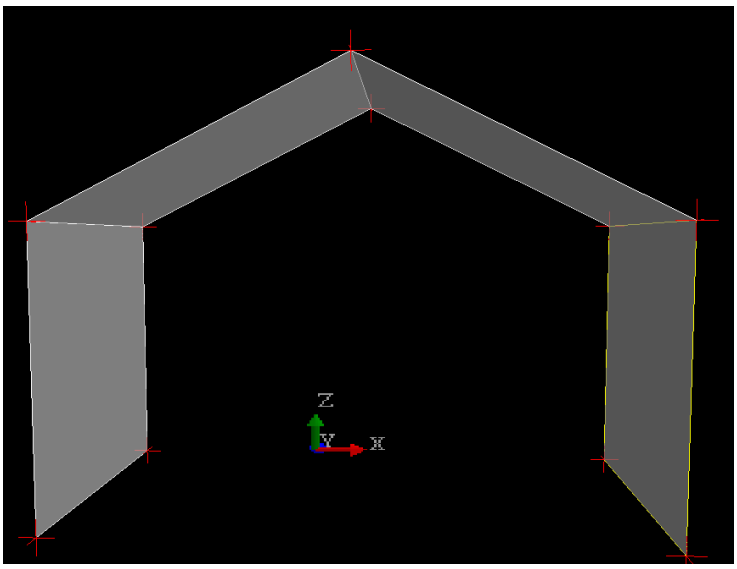


Figura 34 – Classico Capannone

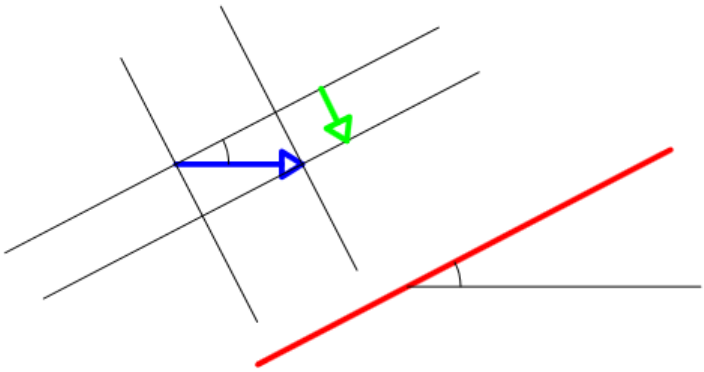


Figura 35 - Scomposizione lungo la normale al pannello – La pressione del vento (freccia in blu) viene scomposta secondo la normale al pannello (la cui traccia è la linea in rosso). La componente che si ottiene è la freccia in verde. La componente è ottenuta come prodotto fra la freccia blu e il seno dell'angolo di inclinazione della linea rossa.

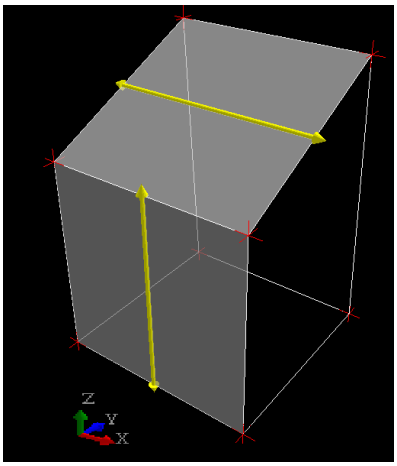


Figura 36 - Esempio

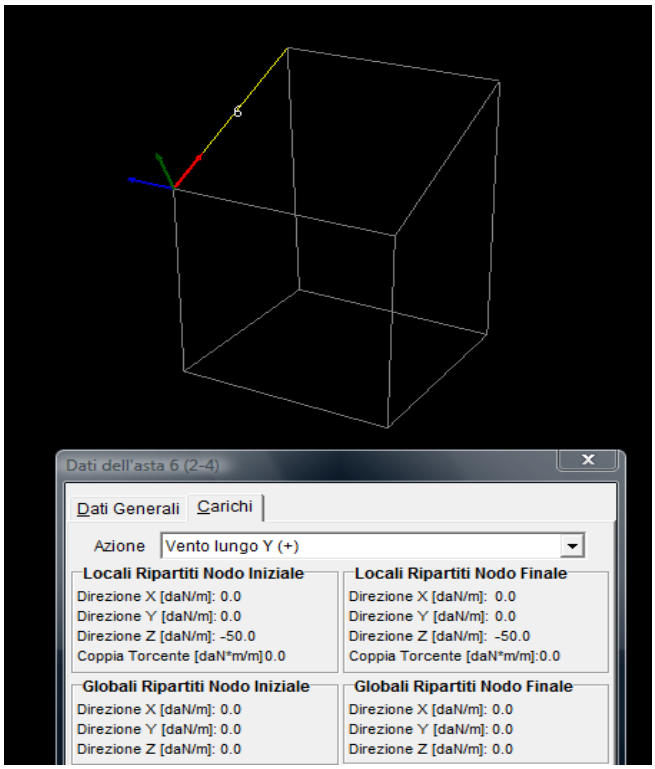


Figura 37

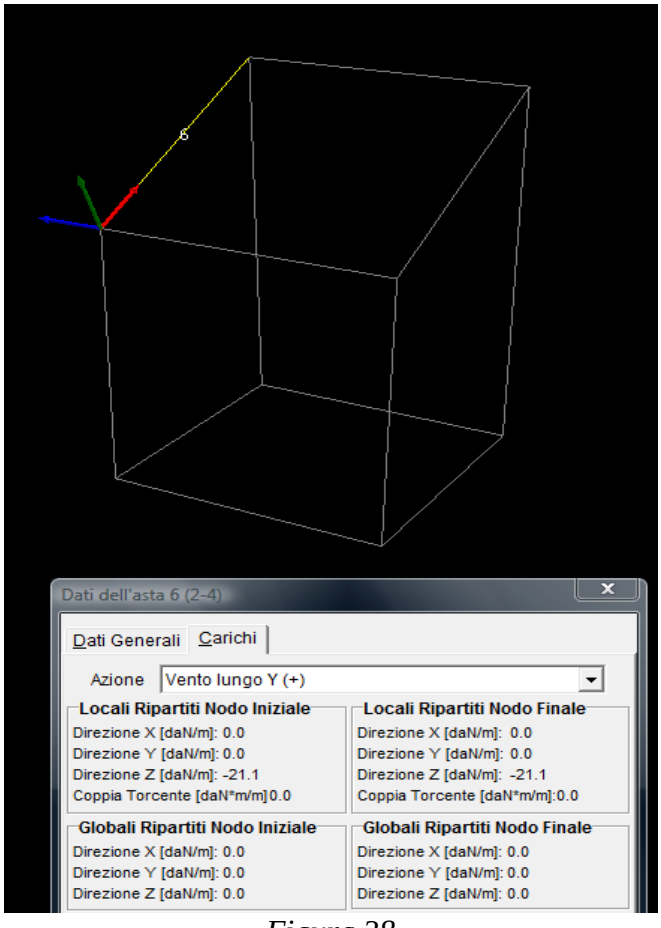


Figura 38

Le operazioni di Calcolo di SWF

La procedura di soluzione dell'analisi strutturale viene avviata premendo il pulsante Avvia Calcolo della Finestra principale. La procedura non verrà conclusa con successo se il progetto contiene una struttura labile o se non tutte le sezioni trasversali delle aste sono state definite.

Una volta che viene eseguito il calcolo con successo, vengono memorizzati i risultati dell'analisi di ogni condizione di carico e i risultati degli inviluppi.

A questo punto potranno essere eseguite:

- leLe operazioni di visualizzazione dei Risultati Calcolo,
- Le operazioni di Verifiche delle Aste e dei Solai,
- Le operazioni di gestione delle unioni di forza,
- Le operazioni di gestione delle unioni di forza

Effettuato il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile gestire la progettazione dei collegamenti nei nodi. Clickando il pulsante Progettazione UdF della Finestra principale, si apre la Finestra delle Unioni di Forza.

- Le operazioni di gestione delle tavole,
- Le operazioni di generazione della Relazione di SWF,
- l'Esporta .fnd.

La procedura di soluzione dell'analisi strutturale esegue un'analisi statica per tutte le azioni di carico del progetto, tranne per quelle sismiche per le quali si esegue un'analisi dinamica modale.

In particolare, l'analisi dinamica modale eseguita consente di valutare gli effetti del sisma lungo le tre direzioni di riferimento e inoltre quelli nelle direzioni di riferimento in pianta tenendo in conto l'effetto della torsione dovuta all'eccentricità accidentale. [4]

Le operazioni di visualizzazione dei Risultati Calcolo

Fatto il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile visualizzare i risultati tramite la

[4] Si tiene in conto dell'eccentricità accidentale nell'analisi dinamica modale tramite una procedura alternativa proposta nell'articolo di Y.M. Fahjan, C. Tuzun, J. Kubin "An alternative procedure for accidental eccentricity in dynamic modal analyses of buildings", 1st European Conference on Earthquake engineering and Seismology. La procedura consiste nel trovare le soluzioni spostamenti modali per il sisma traslazionale corrispondente e da queste trovare quelle aggiornate che tengono conto dell'effetto dell'eccentricità accidentale.

Finestra di Visualizzazione dei Risultati del **Calcolo** alla quale si accede tramite il pulsante Visualizza Diagrammi della Finestra principale. I risultati sono disponibili in termini di spostamenti o di sollecitazioni. Sono disponibili le soluzioni per le singole azioni, per le singole combinazioni, e i singoli inviluppi.

Le operazioni di Verifiche delle Aste e dei Solai

Una volta effettuato il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile generare le verifiche delle aste e dei solai. Clickando il pulsante Verifiche della Finestra principale, si apre la

Finestra di **Visualizzazione dei Risultati del Calcolo**

La finestra (vedi Figura 26) contiene un pannello 3D con il modello della struttura e una serie di controlli sulla parte sinistra, che consentono di visualizzare informazioni di input (configurazione indeformata, carichi, etc) e informazioni di output (spostamenti, sollecitazioni, etc).

Nella parte in basso a destra della finestra c'è un menu a tendina che è scorribile se è stato effettuato un altro calcolo oltre a quello standard (ad esempio se si conduce anche il calcolo di linear buckling). In questa maniera possono essere visualizzati i risultati di tutti i calcoli effettuati.

Figura 26 - Finestra dei Risultati del Calcolo

Finestra delle Verifiche.

Nella finestra delle verifiche c'è la possibilità di selezionare un'asta o un travetto di solaio e di fare le verifiche dell'oggetto selezionato. Inoltre è possibile fare la verifica di tutte le aste o di tutti i solai.

Le verifiche delle aste vengono fatte secondo il programma VerSeA, il programma TS1 e il programma SeMiSteel, a seconda del materiale o dei materiali che le costituiscono. Le verifiche dei solai vengono fatte secondo il programma SoVar.

Le operazioni di gestione delle unioni di forza

Effettuato il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile gestire la progettazione dei collegamenti nei nodi. Clickando il pulsante Progettazione UdF della Finestra principale, si apre la Finestra delle Unioni di Forza.

Le operazioni di gestione delle tavole

Effettuato il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile gestire le tavole del progetto. Clickando il pulsante Gestione tavole Dxf della Finestra principale, si apre la Finestra delle Tavole.

Le operazioni di generazione della Relazione di SWF

Effettuato il Le operazioni di Calcolo di SWF, è possibile redigere automaticamente la relazione di calcolo dettagliata.

La relazione riporta i dati relativi ai criteri di progettazione, alla geometria, alla meccanica della struttura descritta oggetto dell'analisi, nonché i relativi risultati dei calcoli strutturali così come ricavati dal calcolatore elettronico tramite l'utilizzo del software.

Premendo il pulsante Stampa relazione della Finestra principale si accede alla Finestra delle Unioni di Forza

La finestra (vedi Figura 28) viene aperta tramite l'omonimo pulsante.

Nella finestra è possibile selezionare un piano e gestire i relativi esecutivi e relazione di calcolo delle unioni.

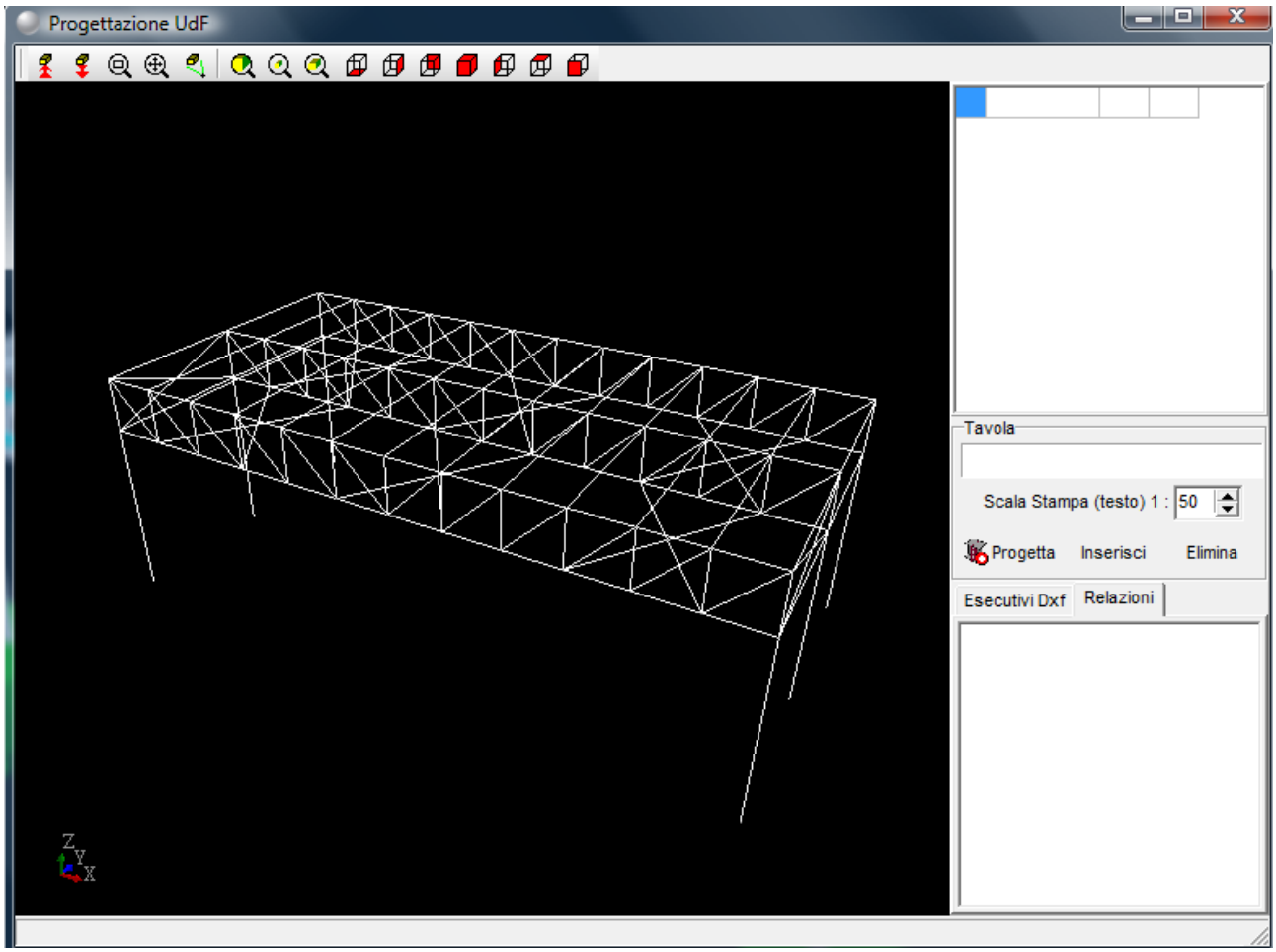


Figura 28 - Progettazione Unioni di Forza

Finestra della Relazione di Calcolo che consente di impostare ed effettuare la stampa.

Esporta .fnd

Dopo il Le operazioni di Calcolo di SWF, è disponibile l'operazione di esportazione di un archivio che contiene una fondazione equivalente a quella della struttura. L'archivio può essere usato con il programma Fondazioni. La fondazione equivalente viene determinata sostituendo alle aste in elevazione gli scarichi in fondazione equivalenti alle sollecitazioni al piede di dette aste.

Un esempio di calcolo

Andiamo a dare in questa sezione una breve descrizione di come realizzare il modello di un semplice capannone allo scopo di consentire all'utente di familiarizzare con il programma in maniera pratica e semplice.

Avviamo SWF, e clicchiamo Nuovo Progetto . Si apre la finestra della griglia iniziale. Aggiungiamo nelle righe X, un punto con passo relativo 7000 mm, e nelle righe Y, un punto con passo relativo 5500 mm. Attiviamo l'opzione Inserisci collegamenti sia per X che per Y. Per avere l'anteprima del nostro input clicchiamo Aggiorna. Per confermare clicchiamo il tasto Continua.

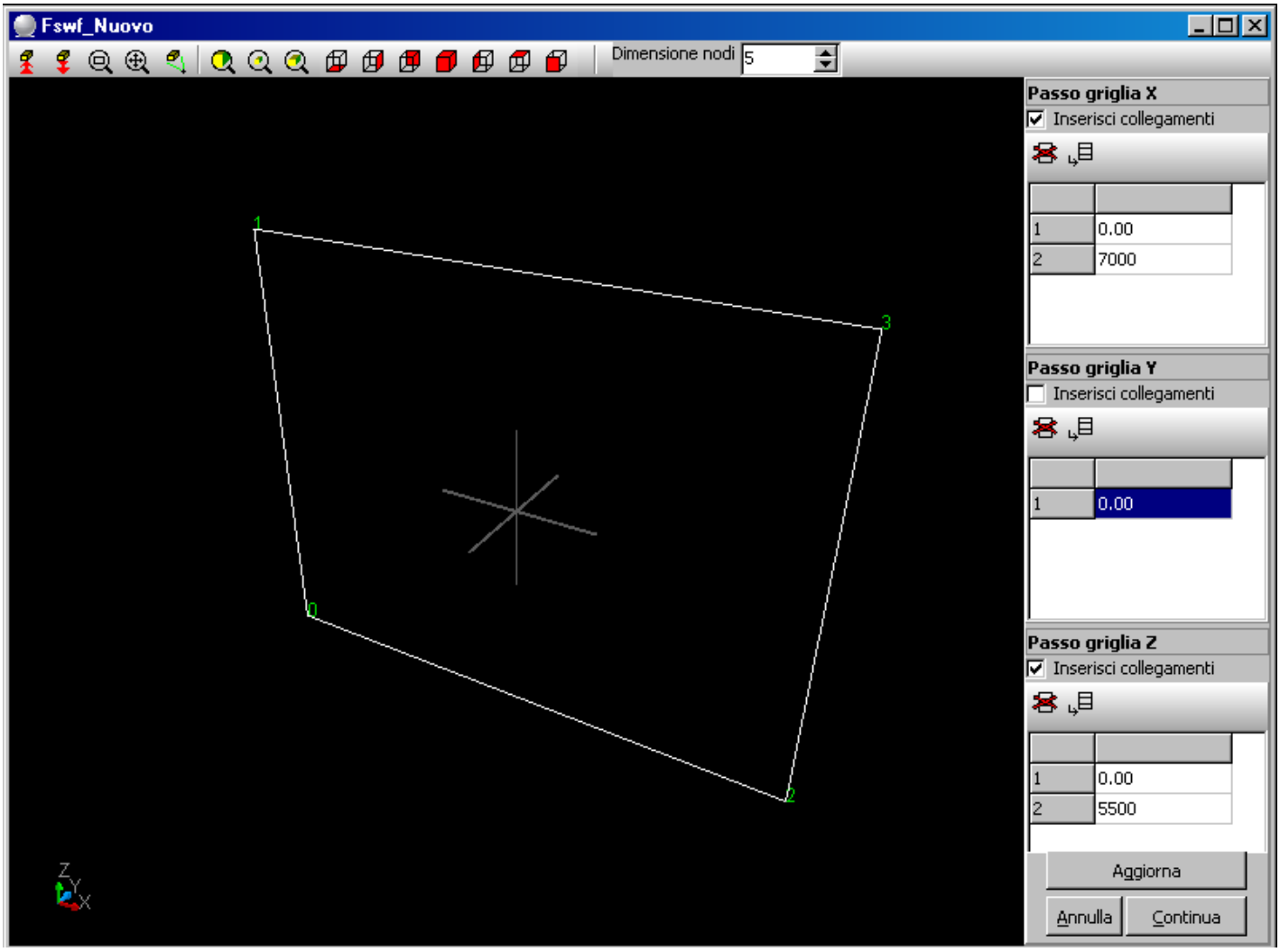


Figura 39 - Uso della griglia iniziale

Andiamo a spostare il nodo 3 per realizzare una falda inclinata. Clicchiamo il tasto Nodi e poi il tasto Copia/Sposta e nell'area operativa della finestra principale compare la maschera per l'operazione copia/sposta. Selezioniamo il nodo voluto, scegliamo sposta, inseriamo una traslazione verso il basso di 1200 mm e premiamo Applica.

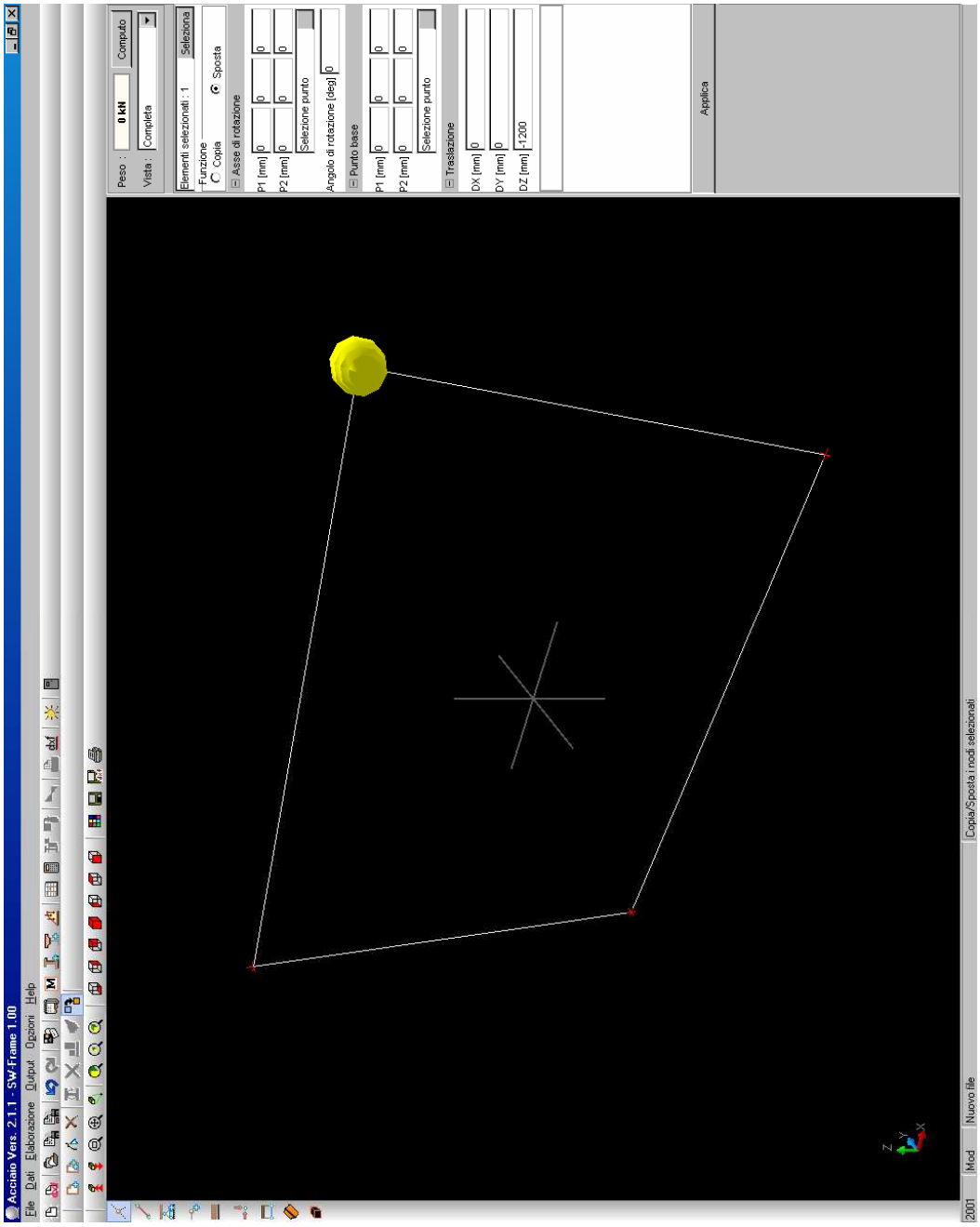


Figura 40 - Selezione di un nodo da sottoporre a Copia/Sposta

Andiamo a definire i layer del nostro modello. Clicchiamo Gestione Layer , si apre la Finestra per la gestione dei layer. Inseriamo i layer che vogliamo e differenziamo i colori ad essi associati clickando sulla cella corrispondente nella colonna Colore (vedi figura seguente).

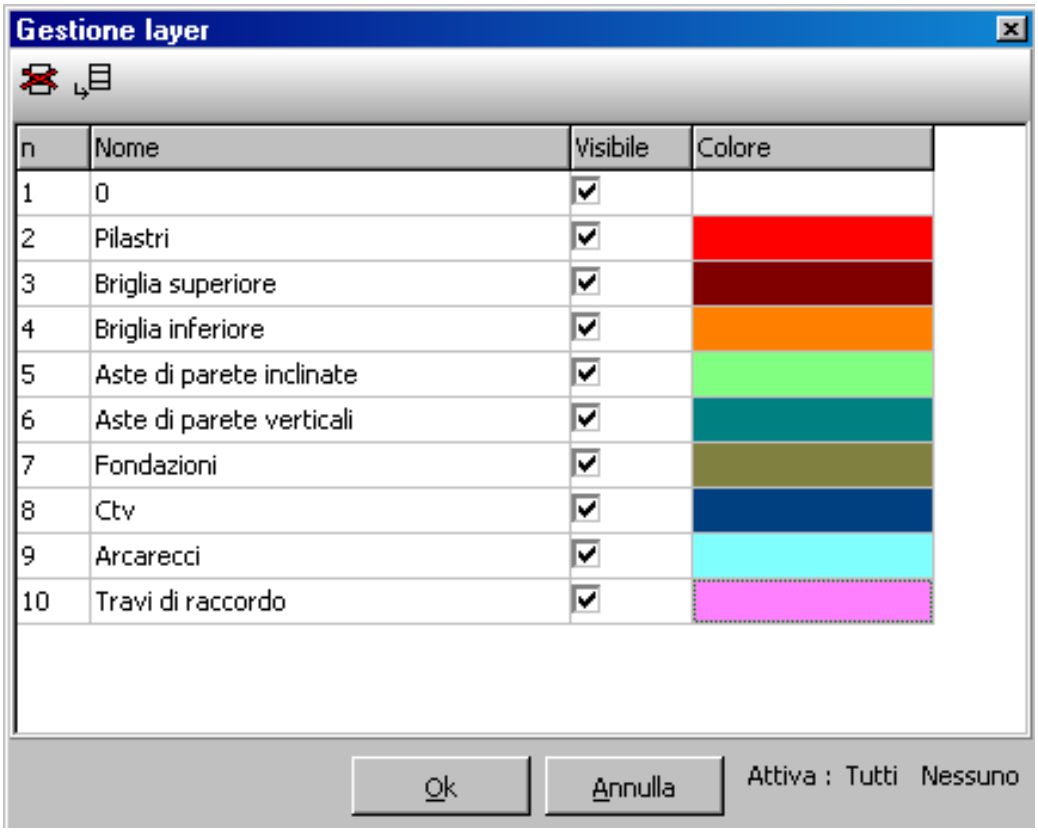


Figura 41 - Gestione layer

Inseriamo le sezioni trasversali di asta che ci servono. Clicchiamo il tasto Tipologie Profilati , si apre l'editor tipologie profilati. Clicchiamo Inserimento sezione standard, si apre la finestra per la scelta di uno dei profilati predefiniti. Scegliamo un OMG 100x50x30x2.5 e clicchiamo il tasto esporta Profilato per confermare.

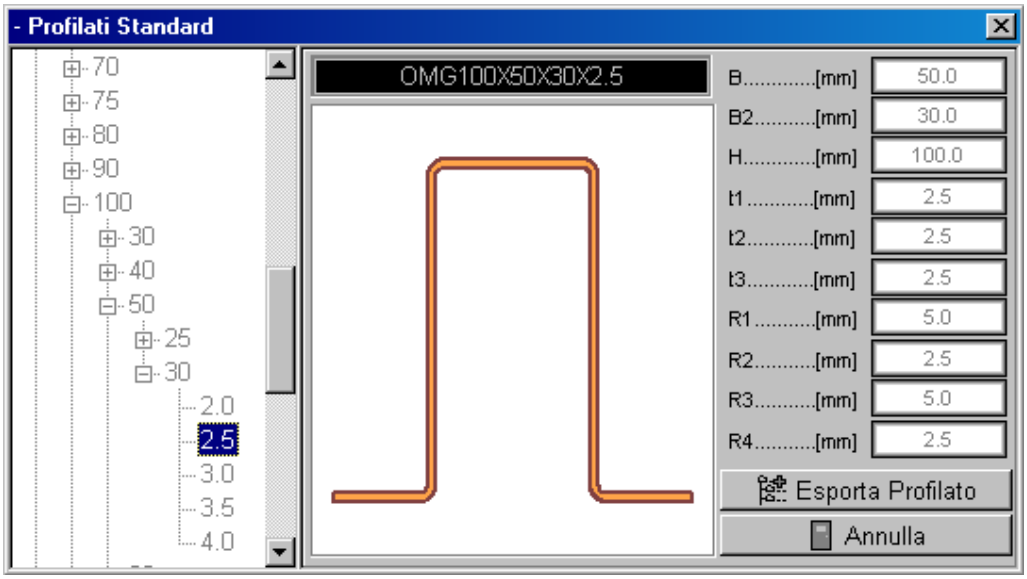


Figura 42 - Scelta di un profilato standard

Facciamo la stessa cosa per caricare un HEA 220, un IPE 80, un E 60x6.

Clicchiamo il tasto Inserimento sezione personalizzata, si apre la finestra per la definizione di una sezione personalizzata. Definiamo una sezione FzR 400x600 con magrone 600x200.

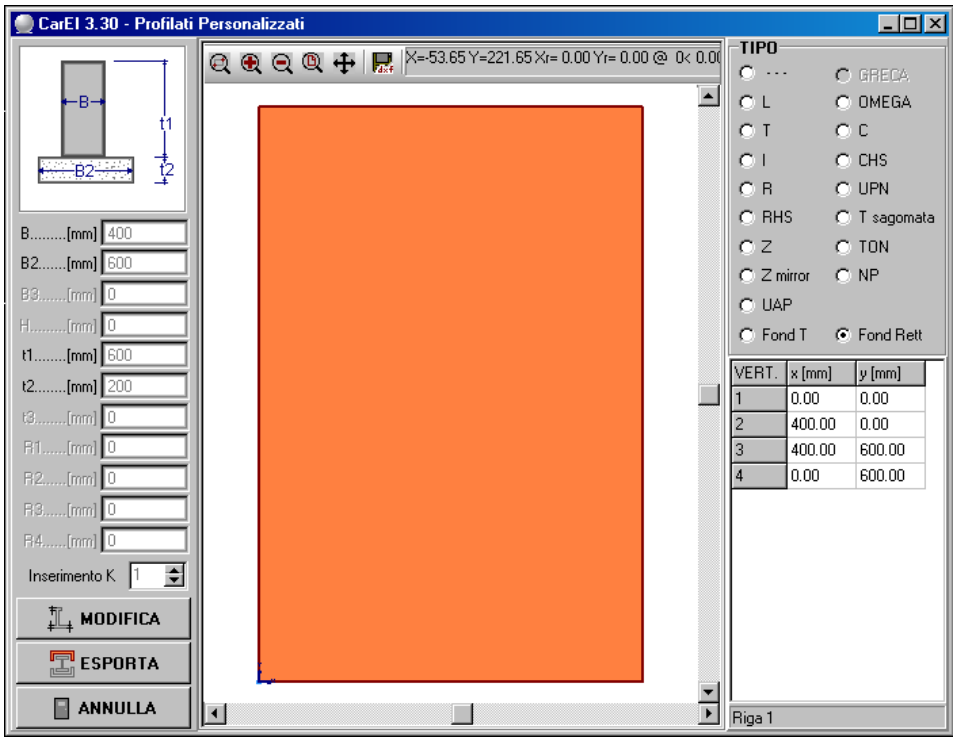


Figura 43 - Definizione di una sezione per fondazione

Modifichiamo il materiale della sezione di fondazione appena definita con un tipo calcestruzzo, usando il corrispondente menu a discesa nella colonna Materiale.

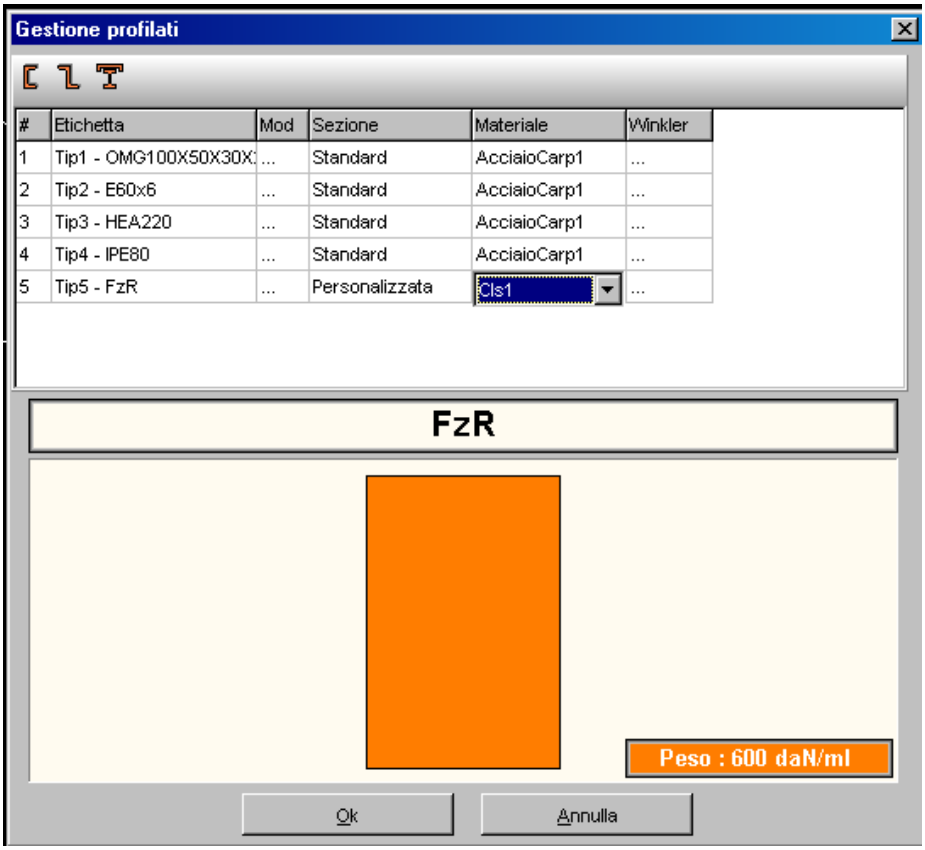


Figura 44 - Cambio del materiale della sezione

Inseriamo un nodo lungo le aste verticali. Clicchiamo il tasto Inserimento Multiplo , selezioniamo una delle due aste verticali, si apre una piccola finestra di dialogo che chiede il numero di nodi da inserire sull'asta. Specifichiamo numero di nodi pari ad 1 e clicchiamo Ok, il nodo viene inserito nel centro dell'asta selezionata e l'asta viene spezzata in due. Facciamo la stessa cosa con l'altra asta verticale.

A questo punto spostiamo i nodi appena inseriti all'altezza 3800 mm. Clicchiamo Modifica , selezioniamo uno dei due nodi sulle aste verticali, si apre nell'area operativa della finestra principale la maschera per specificare i dati dell'operazione. Si inserisce una distanza di 380 cm e si preme il tasto Ok.

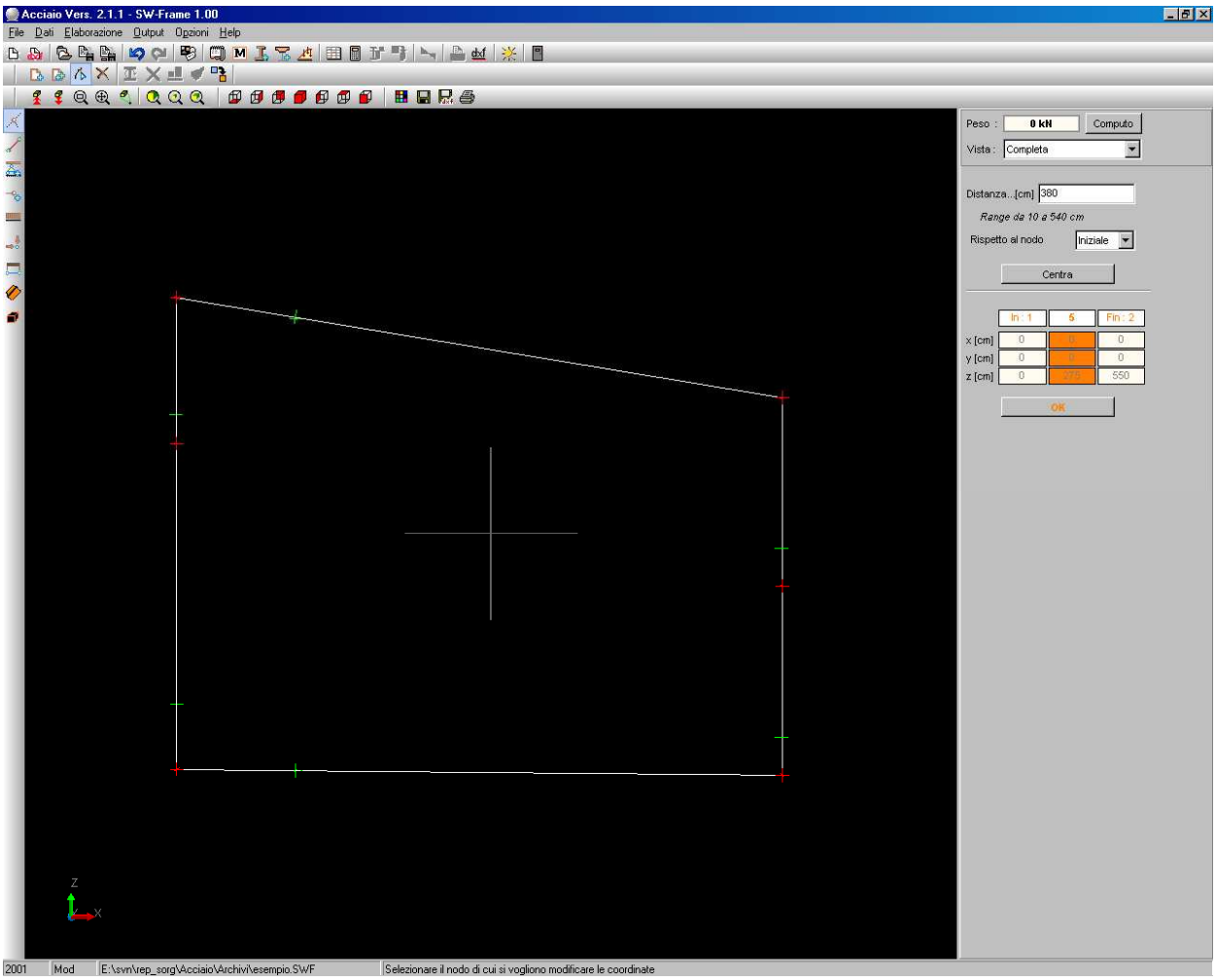


Figura 45 - Spostamento nodo lungo asta verticale

Facciamo la stessa cosa per il nodo sull'altra asta verticale.
NB - Avremmo potuto inserire i nodi tramite l'editor dei nodi ma così abbiamo visto l'utilizzo di alcune operazioni utili in generale.

Inseriamo un'asta che collega i nodi lungo le aste verticali. Clicchiamo Aste , si attiva in automatico l'operazione di inserimento di aste. Si selezionano i due suddetti nodi e alla conferma compare nell'area operativa l'editor delle proprietà delle aste.

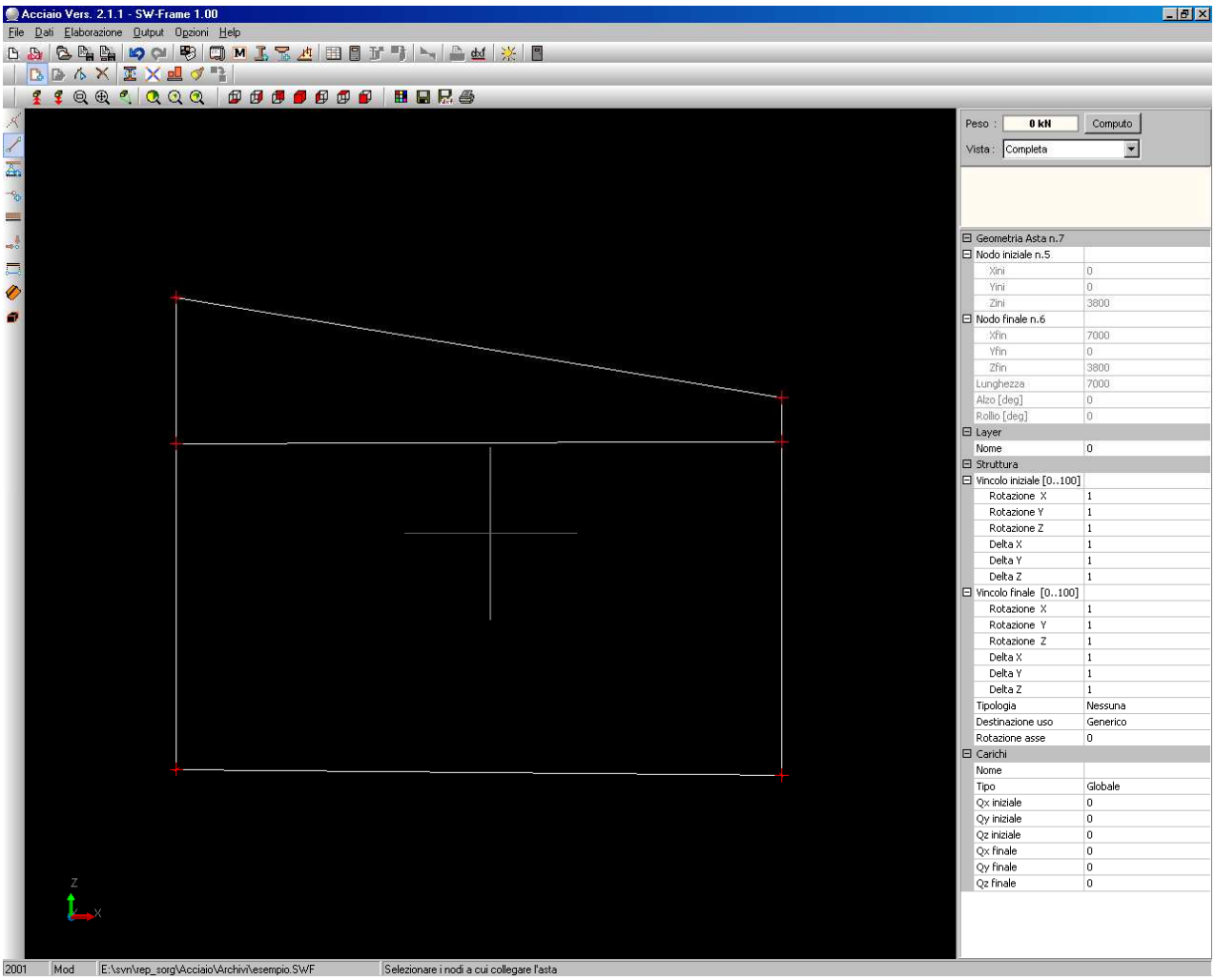


Figura 46 - Inserimento asta briglia inferiore

A questo punto andiamo a specificare il layer d'appartenenza e la tipologia della sezione utilizzando gli specifici menu a discesa dell'editor delle proprietà delle aste. Assegniamo layer ***Briglia inferiore*** e tipologia ***E 60x6***.

Andiamo a inserire le aste di parete. Clicchiamo Nodi e Inserimento Multiplo . Selezioniamo una delle due briglie e specifichiamo 6 nodi da inserire. Facciamo la stessa cosa per l'altra asta.

Clicchiamo Aste , si attiva in automatico l'operazione di inserimento. Selezioniamo in sequenza l'ultimo nodo a sinistra della briglia inferiore, il penultimo

nodo a sinistra della briglia superiore, il penultimo nodo a sinistra della briglia inferiore, il terzultimo nodo a sinistra della briglia superiore e così via fino ad arrivare all'ultimo nodo a destra della briglia superiore.

Confermiamo, si apre l'editor della proprietà delle aste e assegna i valori di default (modificheremo dopo le proprietà secondo le nostre esigenze).

Andiamo ad assegnare tutti i layer e le tipologie delle aste, che ancora non abbiamo specificato. Clicchiamo Modifica e si accede all'operazione di modifica aste. Selezioniamo le aste della briglia superiore con un riquadro di selezione, confermiamo e specifichiamo come layer ***Briglia superiore*** e tipologia ***HEA 220***. Selezioniamo le aste di parete verticali, confermiamo e specifichiamo come layer ***Aste di parete verticali*** e come tipologia ***E 60x6***. Selezioniamo le aste di parete oblique, confermiamo e specifichiamo come layer ***Aste di parete inclinate*** e come tipologia ***E 60x6***. Selezioniamo l'asta di fondazione, confermiamo e specifichiamo come layer ***Fondazione*** e come tipologia ***Tip5-FzR***. Selezioniamo il pilastro e l'asta verticale che costituisce il proseguimento del pilastro nella capriata, confermiamo e specifichiamo come layer ***Pilastri*** e come tipologia ***IPE 80***.

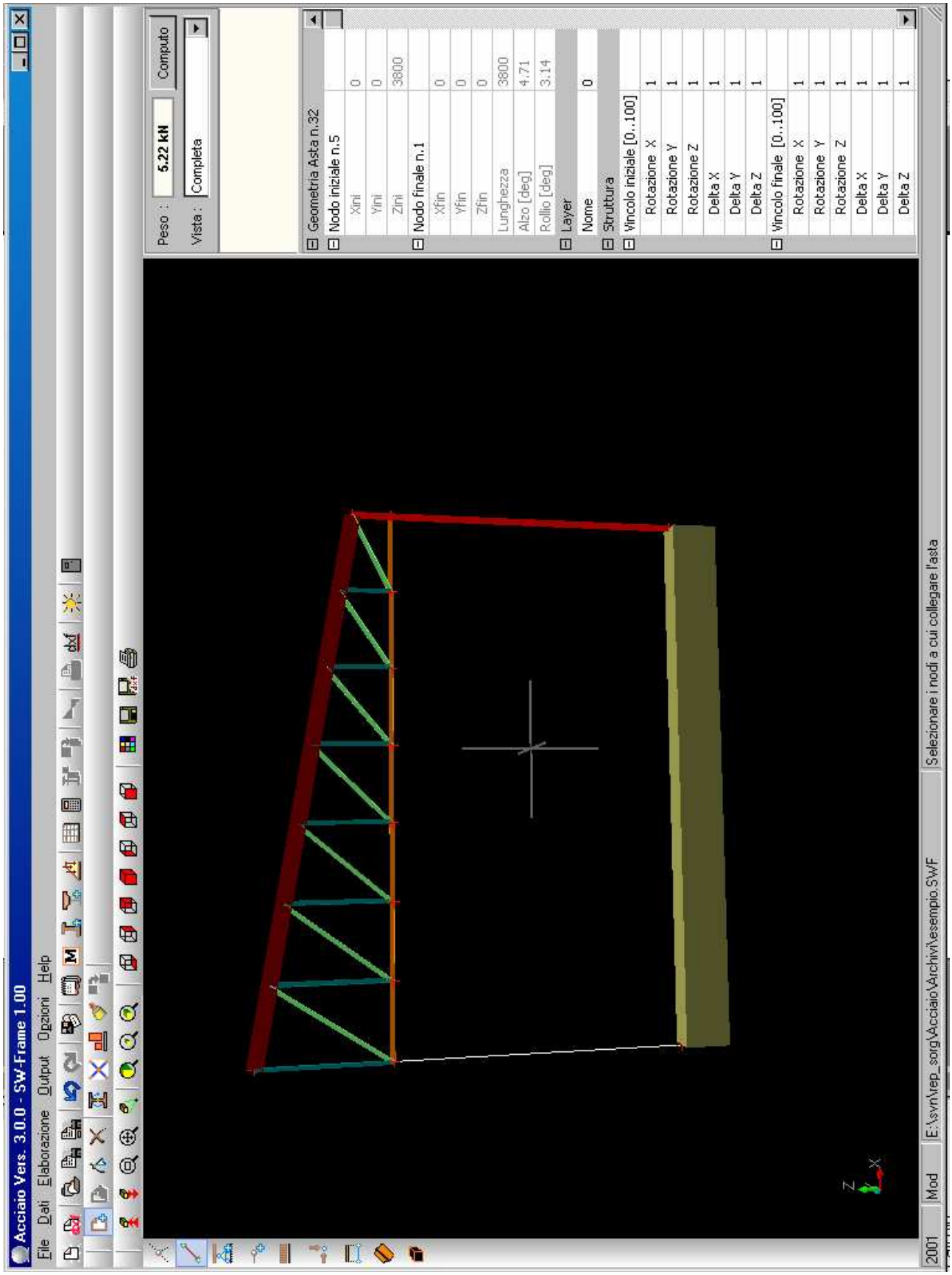


Figura 47 - Definizione delle proprietà delle aste

Eliminiamo l'asta verticale a sinistra. Clicchiamo Elimina e si accede all'operazione di elimina aste**.** Selezioniamo l'asta voluta e confermiamo. L'asta viene eliminata.

A questo punto creiamo una copia della semi-capriata ad interasse 400 cm. Clicchiamo Copia/Sposta selezioniamo tutta la struttura e confermiamo. Scegliamo copia**,** numero di copie pari ad ***1***, attiviamo le opzioni di copia dati nodi, copia aste, copia dati aste. Mettiamo una traslazione in y di ***4000*** mm. Mettiamo l'angolo di rotazione nullo. Clicchiamo Applica.

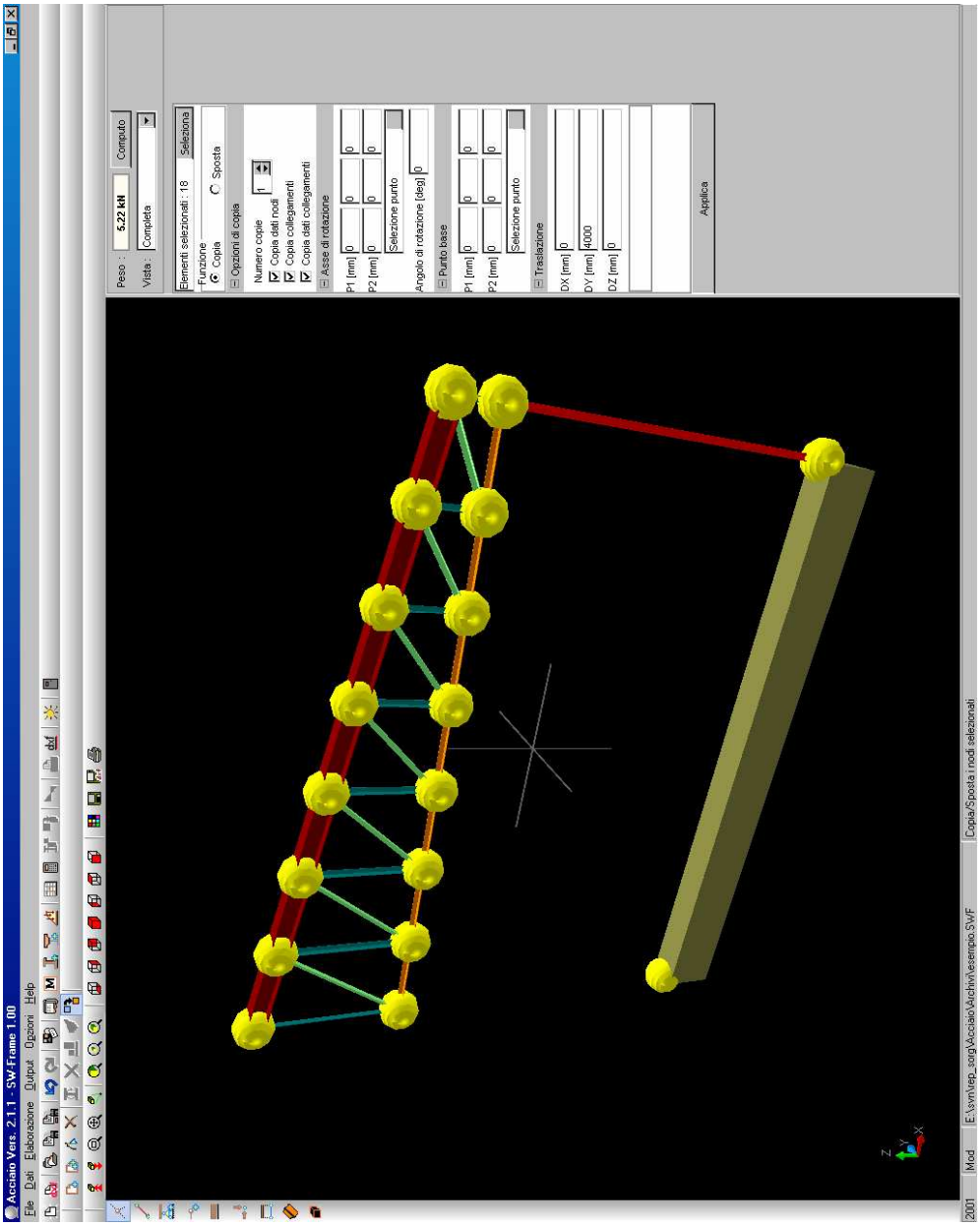


Figura 48 - Selezione per la copia

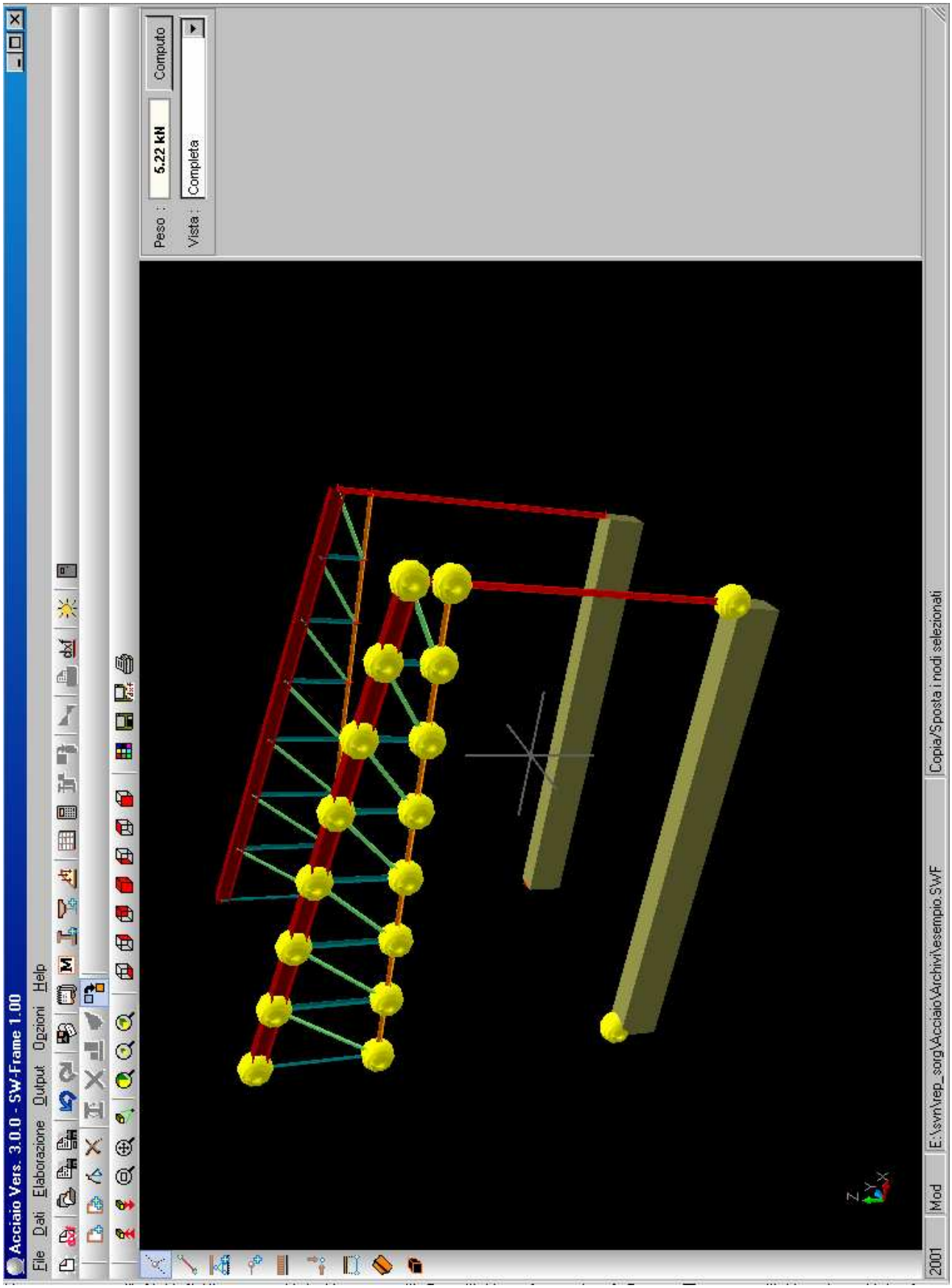


Figura 49 - Copia di una semicapriata

Inseriamo le aste lungo y. Clicchiamo Aste e Inserimento e selezioniamo i due nodi in basso a destra. Confermiamo e si apre l'editor delle proprietà aste. Specifichiamo come layer ***Fondazione*** e come tipologia ***Tip5 – FzR***. Selezioniamo i due nodi in alto a destra. Confermiamo e si apre l'editor delle proprietà aste. Specifichiamo come layer ***Travi di raccordo*** e come tipologia ***E 60x6***. Selezioniamo i penultimi nodi a destra delle briglie superiori. Confermiamo e si apre l'editor delle proprietà aste. Specifichiamo come layer ***Arcarecci*** e come tipologia ***OMG 100x50x30x2.5***. Andiamo ad inserire tutti gli altri arcarecci di destra, selezionando i due nodi e confermando ogni volta. A ciascun arcareccio verranno assegnati il layer e la tipologia del primo inserito.

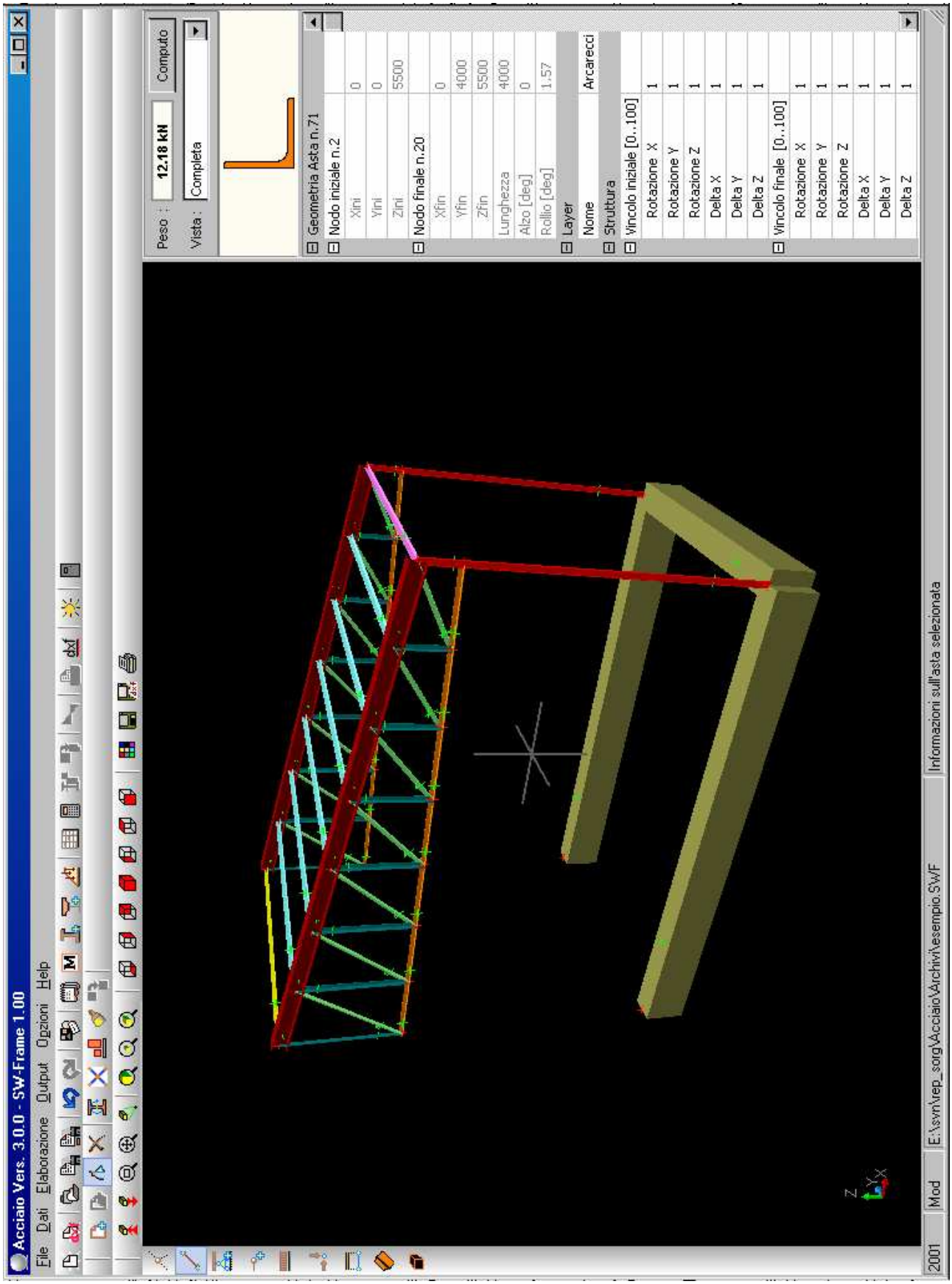


Figura 50 - Arcarecci

Andiamo a specchiare la struttura finora definita. Clicchiamo Nodi e Copia/Sposta , selezioniamo tutta la struttura e confermiamo. Scegliamo copia, numero di copie pari ad 1, attiviamo le opzioni di copia dati nodi, copia aste, copia dati aste, assicuriamoci che siano nulle tutte le traslazioni. Mettiamo come asse di rotazione quello che va dal punto di coordinate (0,200 mm, 0) al punto (0,200 mm, 5500 mm). Specifichiamo come rotazione 180°. Clicchiamo Applica.

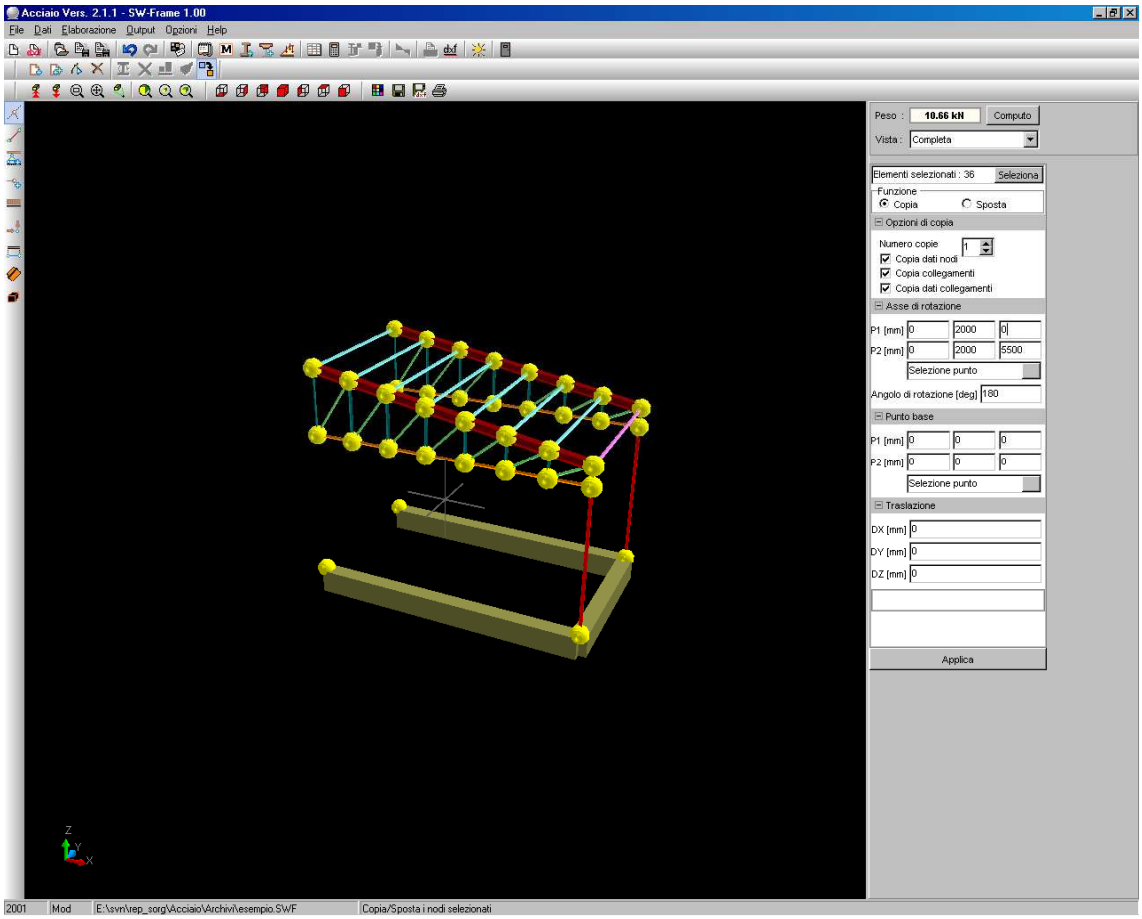


Figura 51 - Specchia

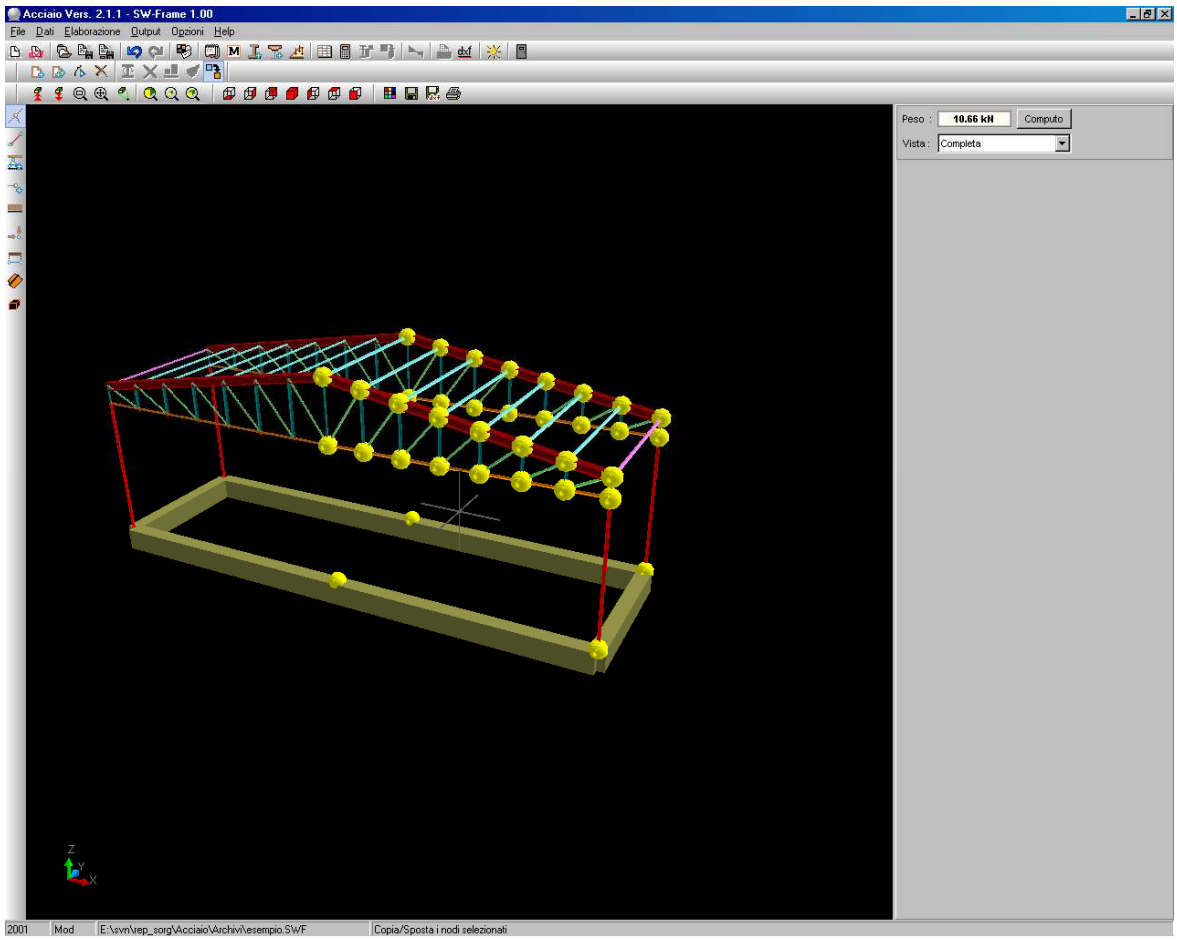


Figura 52 - Specchia

Andiamo a modificare il sistema di riferimento locale del primo arcareccio a destra in modo che il secondo versore locale sia contenuto nel piano della falda. Clicchiamo Ruota Asse e selezioniamo uno degli arcarecci di destra. Confermiamo e nell'area operativa compare la maschera per la definizione della rotazione. Clicchiamo il pulsantino Selezione punti del piano e si selezionano tre dei punti del piano della falda. Si clicka Applica e la rotazione viene effettuata.

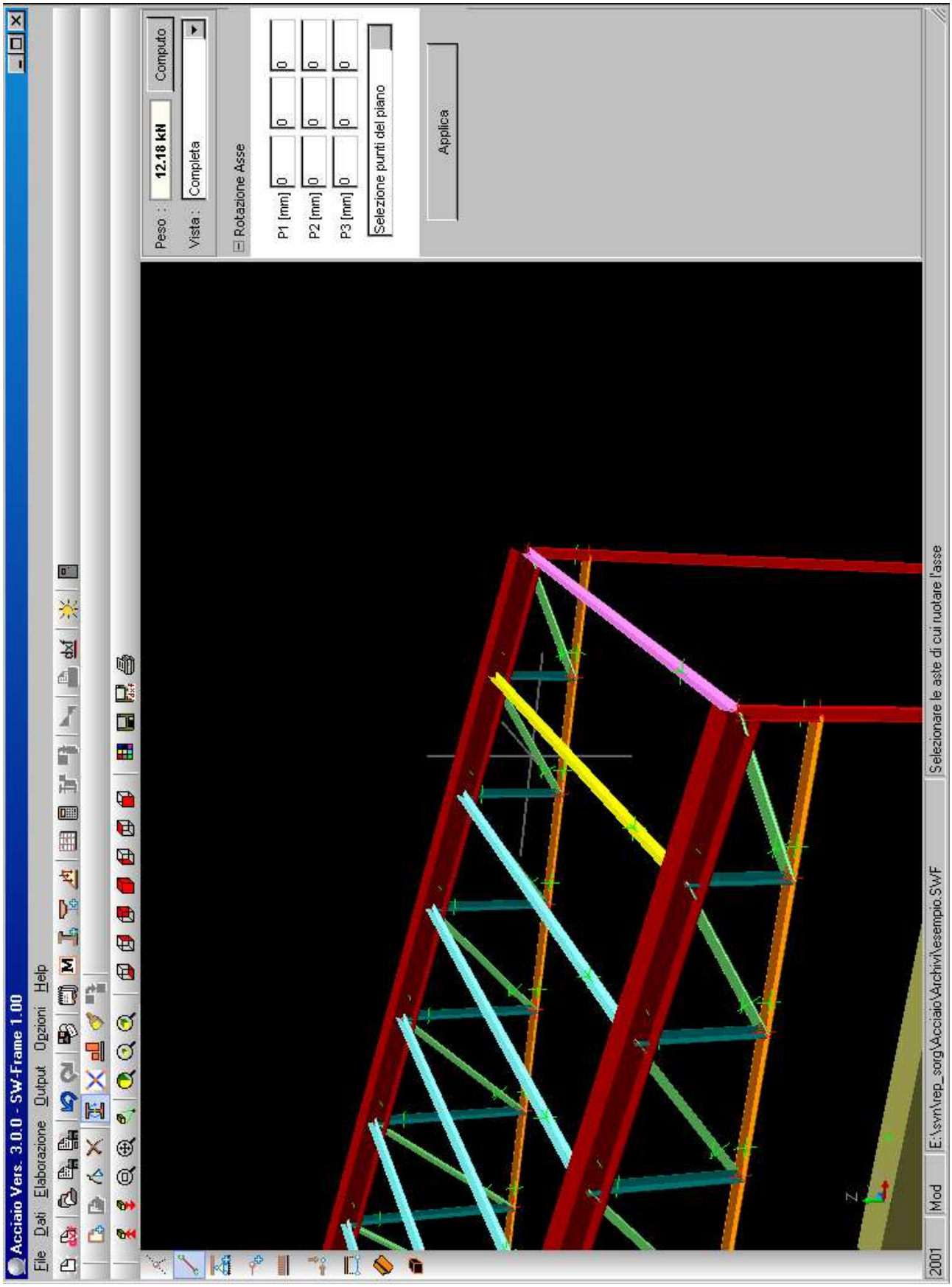


Figura 53 - Rotazione del sistema di riferimento locale degli arcarecci

Andiamo ad assegnare la stessa rotazione a tutti gli arcarecci. Clicchiamo Copia Proprietà e selezioniamo l'arcareccio a cui abbiamo modificato l'angolo di torsione (senza confermare con il solito tasto destro del mouse). Si apre nell'area operativa la maschera per l'operazione di applica proprietà aste. Attiviamo la voce Rotazione Asse e selezioniamo tutti gli altri arcarecci di destra escluso quello di colmo e confermiamo.

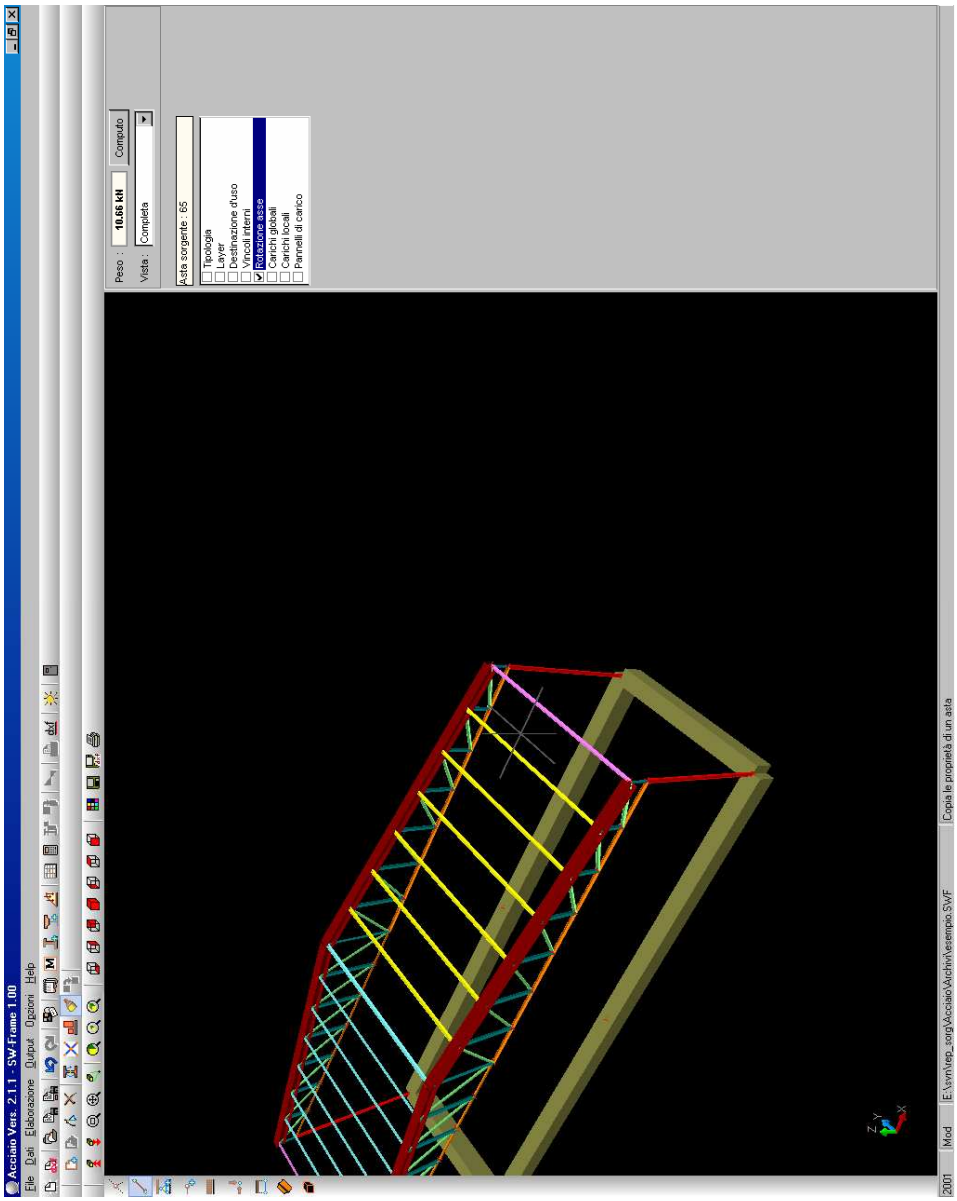


Figura 54 - Rotazione del riferimento locale degli arcarecci

NB - Avremmo potuto ruotare gli assi di tutti gli arcarecci di destra facendo una selezione multipla nell'operazione di rotazione asse delle aste fatta prima ma così abbiamo visto l'utilizzo dell'operazione di copia proprietà aste.

Analogamente a quanto fatto per gli arcarecci di destra andiamo a modificare il sistema di riferimento locale degli arcarecci di sinistra. Clicchiamo Ruota Asse e selezioniamo uno degli arcarecci di sinistra. Confermiamo e nell'area operativa compare la maschera per la definizione della rotazione. Clicchiamo il pulsantino Selezione punti del piano e si selezionano tre dei punti del piano della falda. Si clicka Applica e la rotazione viene effettuata. Clicchiamo Copia Proprietà e selezioniamo l'arcareccio a cui abbiamo modificato l'angolo di torsione (senza confermare con il solito tasto destro del mouse). Si apre nell'area operativa la maschera per l'operazione di applica proprietà aste. Attiviamo la voce Rotazione Asse e selezioniamo tutti gli altri arcarecci di sinistra escluso quello di colmo e confermiamo.

Andiamo a inserire gli opportuni vincoli interni sugli arcarecci. Clicchiamo Vincoli Interni e poi Inserimento, si apre nell'area operativa la maschera per l'inserimento dei vincoli interni, scegliamo una cerniera cilindrica con asse il secondo versore locale, selezioniamo tutti gli arcarecci e confermiamo.

A questo punto andiamo a definire una tipologia di solaio. Clicchiamo Tipologie Solai e si apre l'editor delle tipologie solai. Clicchiamo Aggiungi tipologia solaio a secco e si apre la finestra per la definizione di un solaio a secco. Inseriamo gli stessi dati che figurano nella figura seguente e clicchiamo Ok. Clicchiamo Ok anche nell'editor.

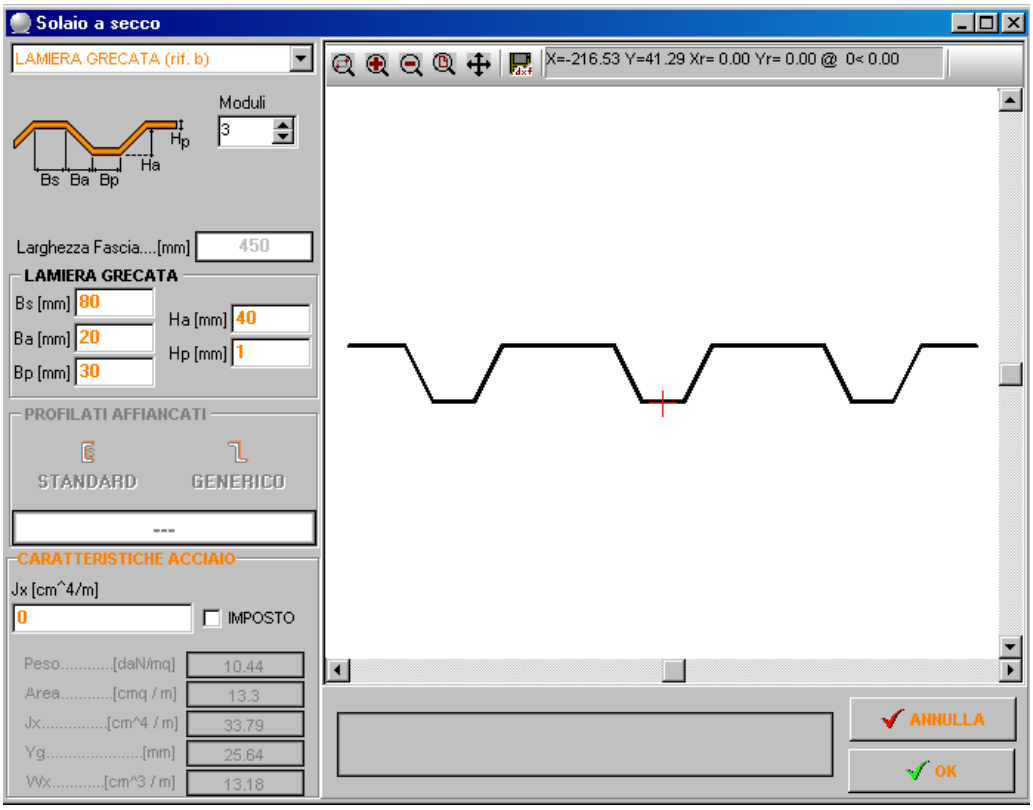


Figura 55 - Definizione solaio a secco

Andiamo a definire i carichi pannellari. Clicchiamo Carichi Pannellari e si apre l'editor dei carichi pannellari**.** Definiamo gli stessi carichi pannellari mostrati nella figura seguente e clicchiamo Ok.

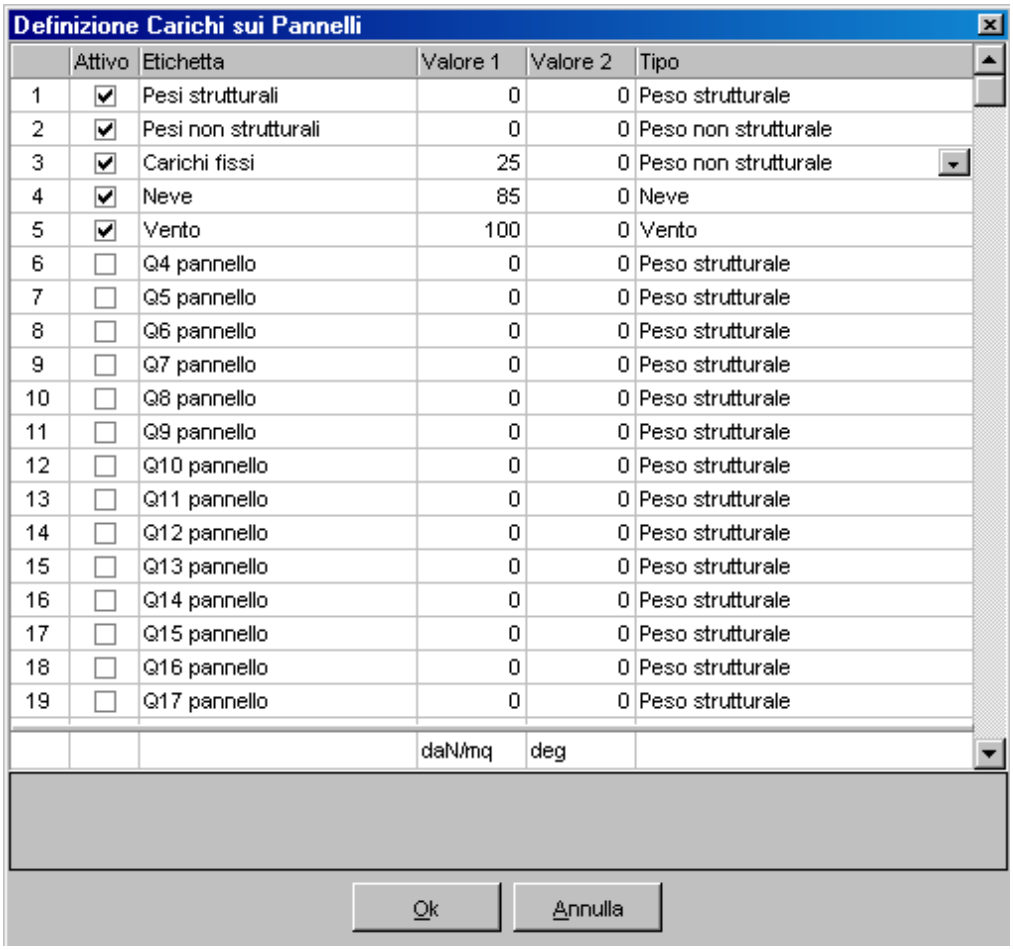


Figura 56 - Carichi pannellari

Andiamo a definire i pannelli di carico. Per un input più agevole rendiamo attivi solo i layer ***Arcarecci, Briglia superiore e Travi di raccordo.*** Clicchiamo Opzioni di Visualizzazione e modifichiamo la visibilità dei layer secondo le nostre esigenze.

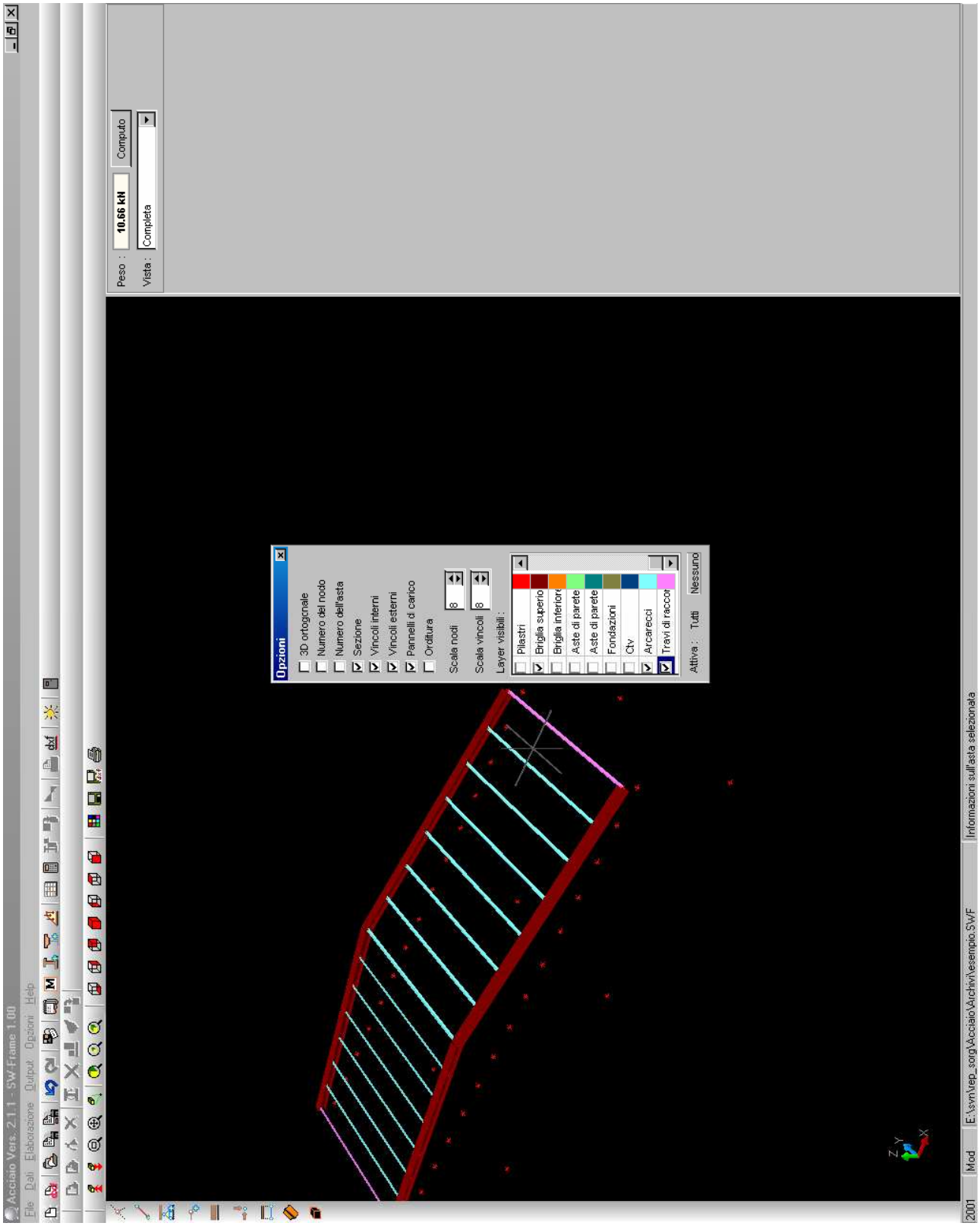


Figura 57 - Copertura

A questo punto andiamo a inserire i campi di solaio per ogni maglia della copertura. Per rendere più agevole l'input sistemiamo la vista come nella figura seguente.

Clicchiamo Pannelli di Carico e Modifica e selezioniamo mediante un riquadro una maglia della copertura ad esempio la trave di raccordo di destra l'ultimo arcareccio di destra e le ultime aste a destra della briglia superiore. Confermiamo e appare nell'area operativa l'editor delle proprietà dei pannelli in modalità campi di solaio. Scegliamo come tipologia solaio la ***Tipologia Solaio n1*** e attiviamo tutti i carichi tranne il primo e clicchiamo il pulsante Applica.

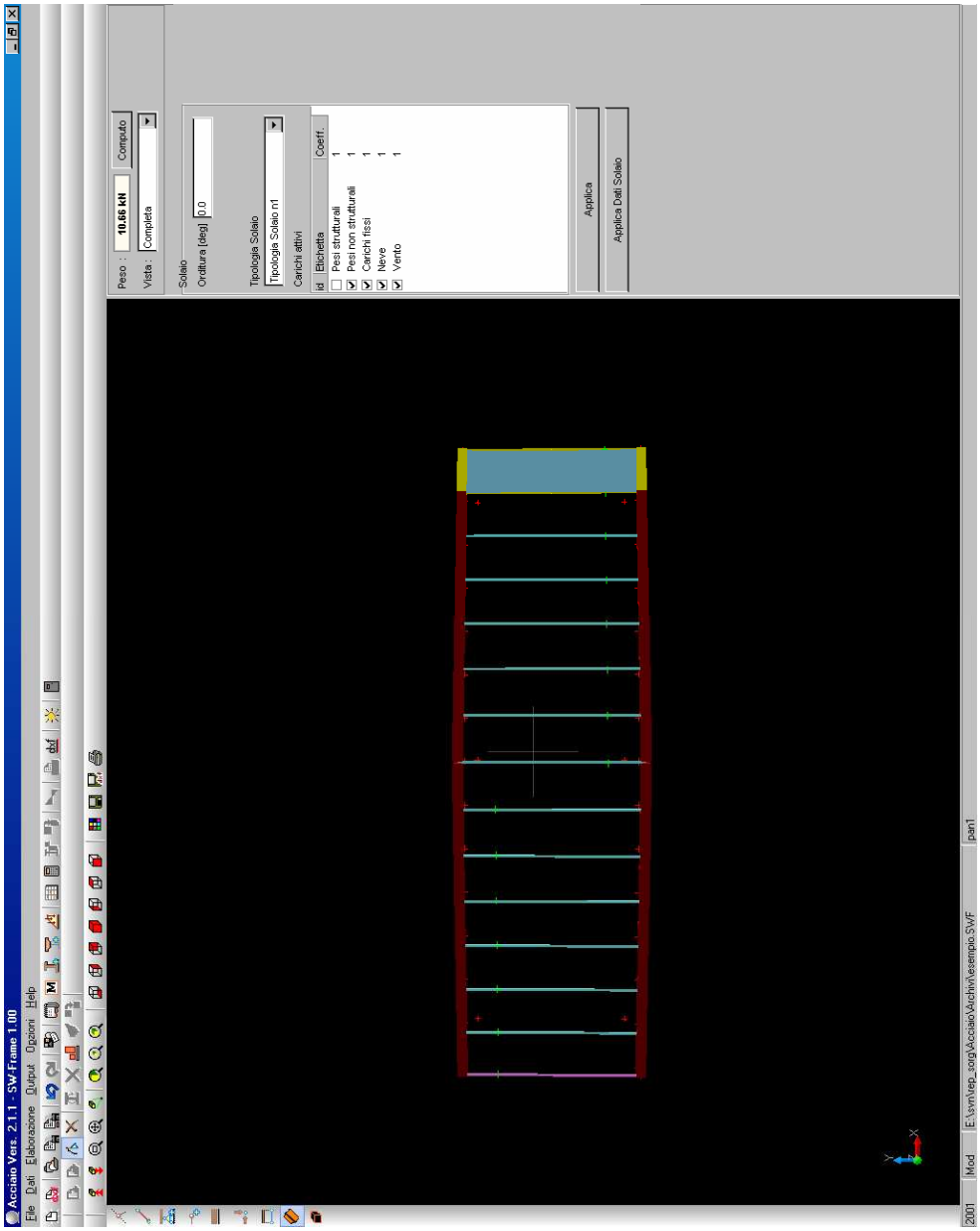


Figura 58 - Copertura

A questo punto andiamo a selezionare, confermando ogni volta con il tasto destro del mouse, una ad una le altre maglie della copertura. Alla conferma verranno inseriti campi di solaio con le stesse proprietà del primo inserito.

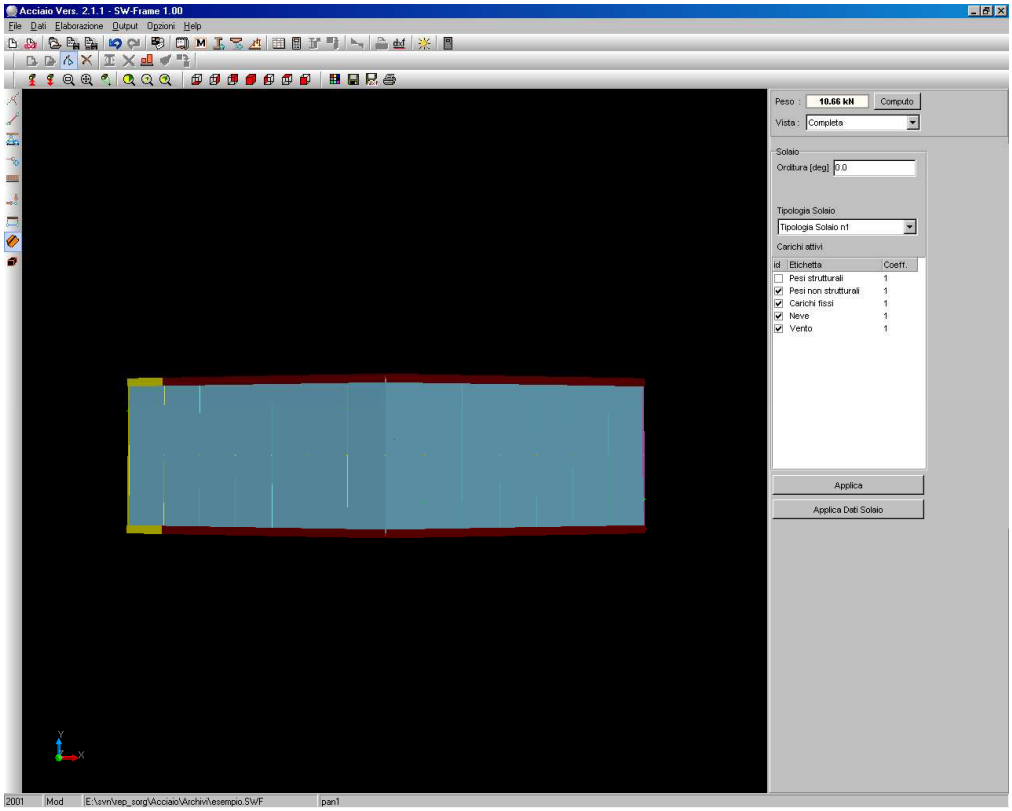


Figura 59 - Inserimento solai

A questo punto possiamo andare ad inserire i pannelli di carico che simulano i tamponamenti laterali del capannone.

Ripristiniamo la vista completa clickando Opzioni di Visualizzazione e il pulsantino Tutti.

Selezioniamo i pilastri della prima capriata e confermiamo. Si apre l'editor in modalità standard. Attiviamo il primo pannello e scegliamo come dimensioni 2000 mm e come angolo 180° e ativiamo il solo carico ***Vento*** e clicchiamo Applica.

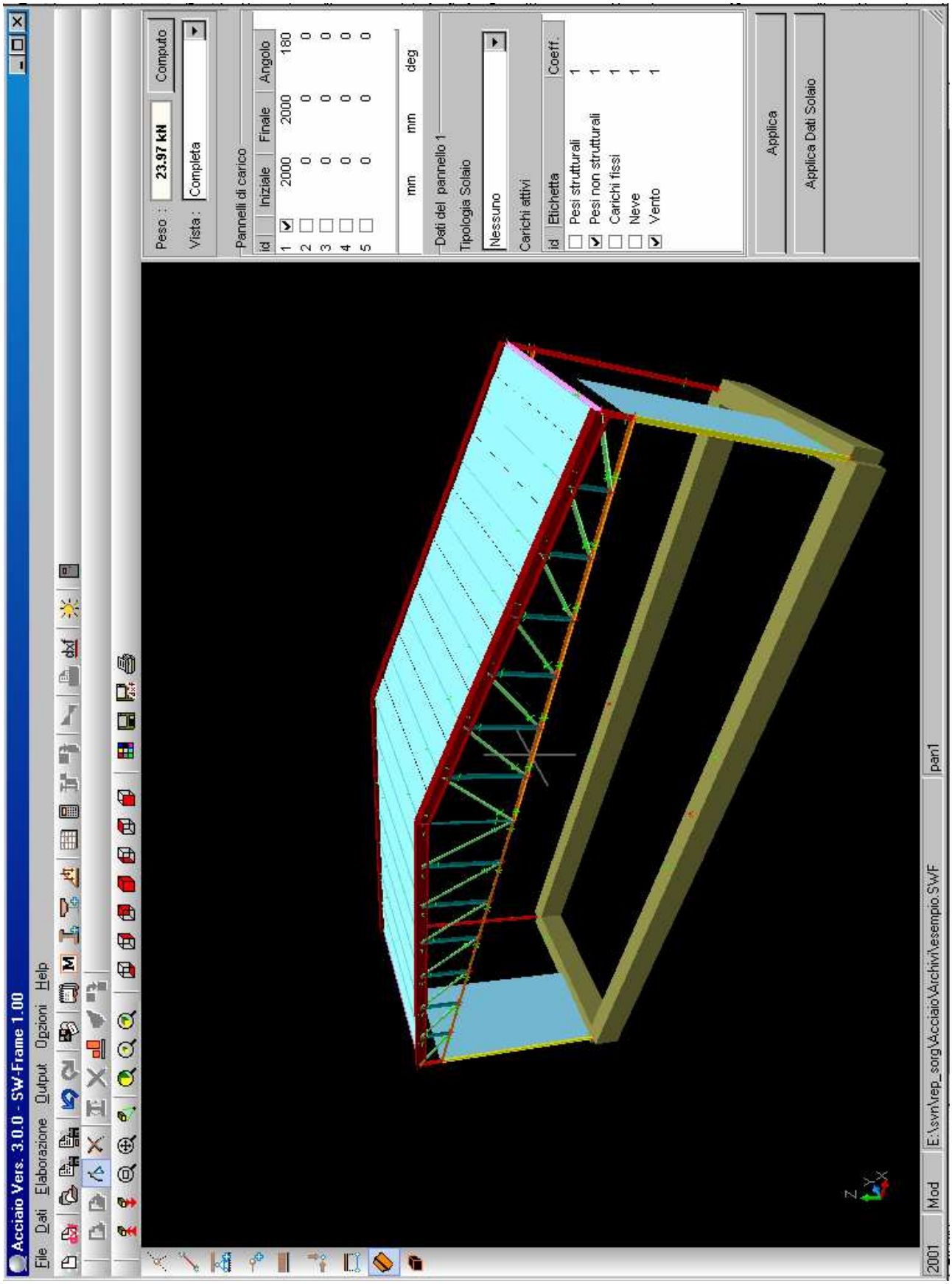


Figura 60 - Pannelli di carico per i tamponamenti laterali

Selezioniamo i pilastri della seconda capriata e confermiamo. Si apre l'editor in modalità standard. Attiviamo il primo pannello e scegliamo come dimensioni 2000 mm e come angolo 0° e attiviamo il solo carico ***Vento*** e clicchiamo Applica.

NB - Avremmo potuto inserire i pannelli di carico verticali tramite un campo di solaio ma così abbiamo visto l'inserimento standard dei pannelli di carico.

Andiamo ad inserire i controventi. Clicchiamo Aste e poi Controventi, selezioniamo i due pilastri di un lato, confermiamo e nell'area operativa compare la maschera per la definizione dei controventi. Clicchiamo Inserisci controvento. Facciamo la stessa cosa selezionando i due pilastri dell'altro lato.

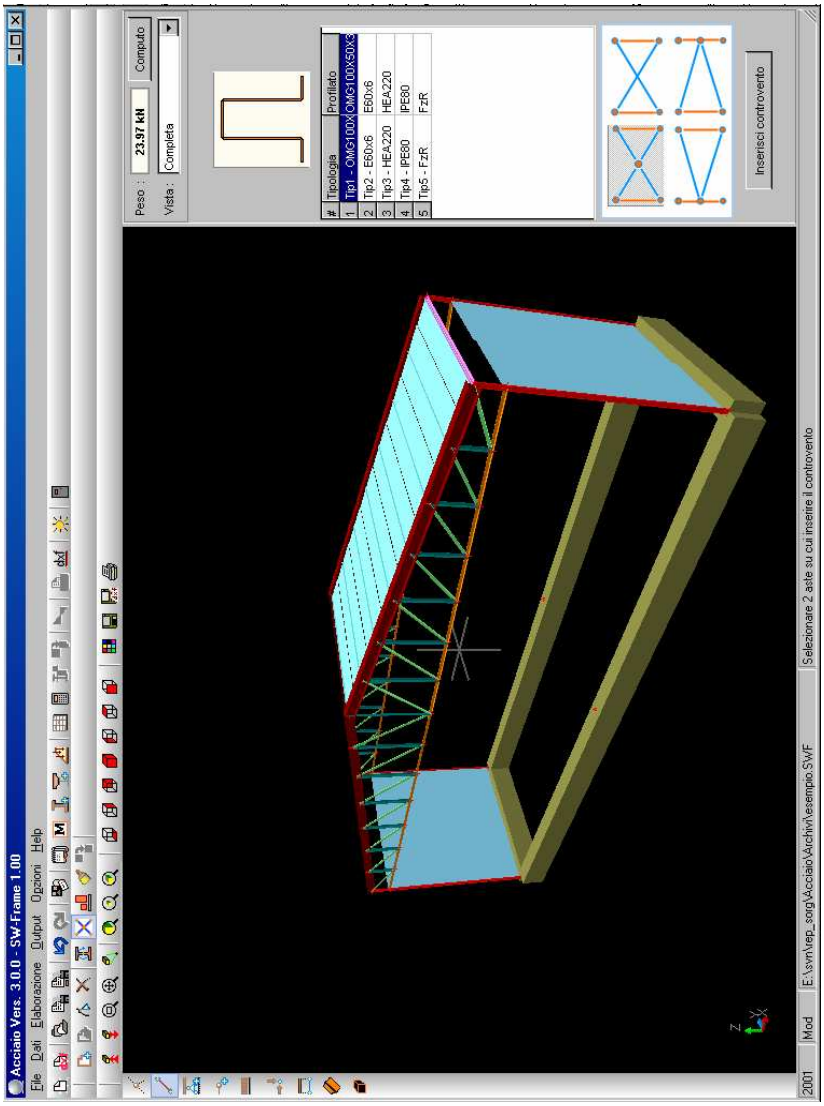


Figura 61 - Controventi

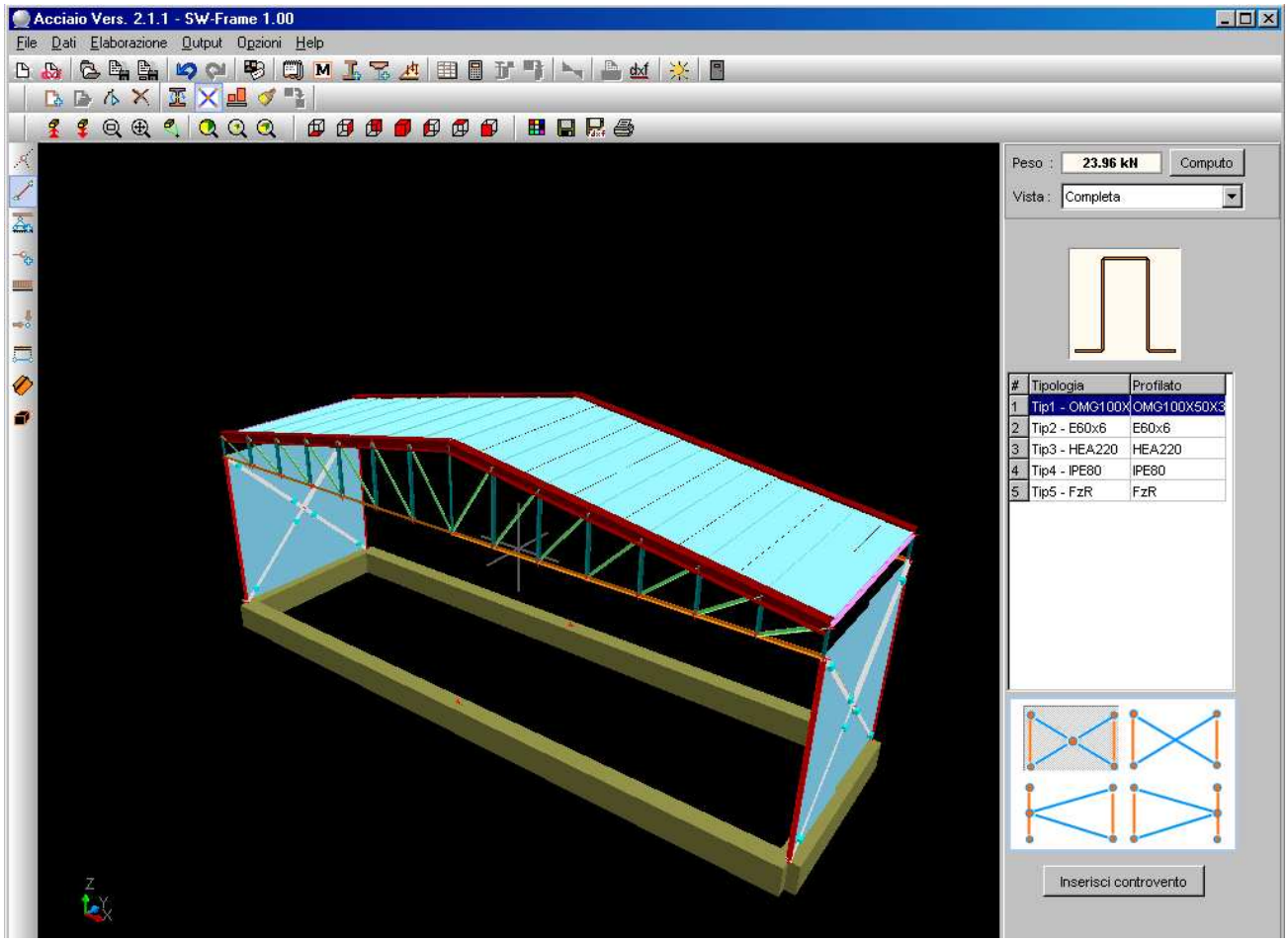


Figura 62 - Controventi

A questo punto andiamo a realizzare altre 4 campate uguali a quella appena definita. Clicchiamo Nodi e Copia/Sposta, selezioniamo tutta la struttura e confermiamo. Scegliamo copia, numero di copie pari ad 4, attiviamo le opzioni di copia dati nodi, copia aste, copia dati aste, assicuriamoci che sia nullo l'angolo di rotazione. Mettiamo nulle le traslazioni assolute e scegliamo come posizione iniziale del punto base il nodo in alto a destra della prima capriata e come posizione finale del punto base il nodo in alto a destra della seconda capriata. Per selezionare tali punti premiamo il pulsantino con la voce Seleziona Punto del pannello Punto Base. Clicchiamo Applica.

Nell'ultima capriata occorre eliminare i pannelli di carico che sporgono rispetto al capannone.

Il nostro input è completo.

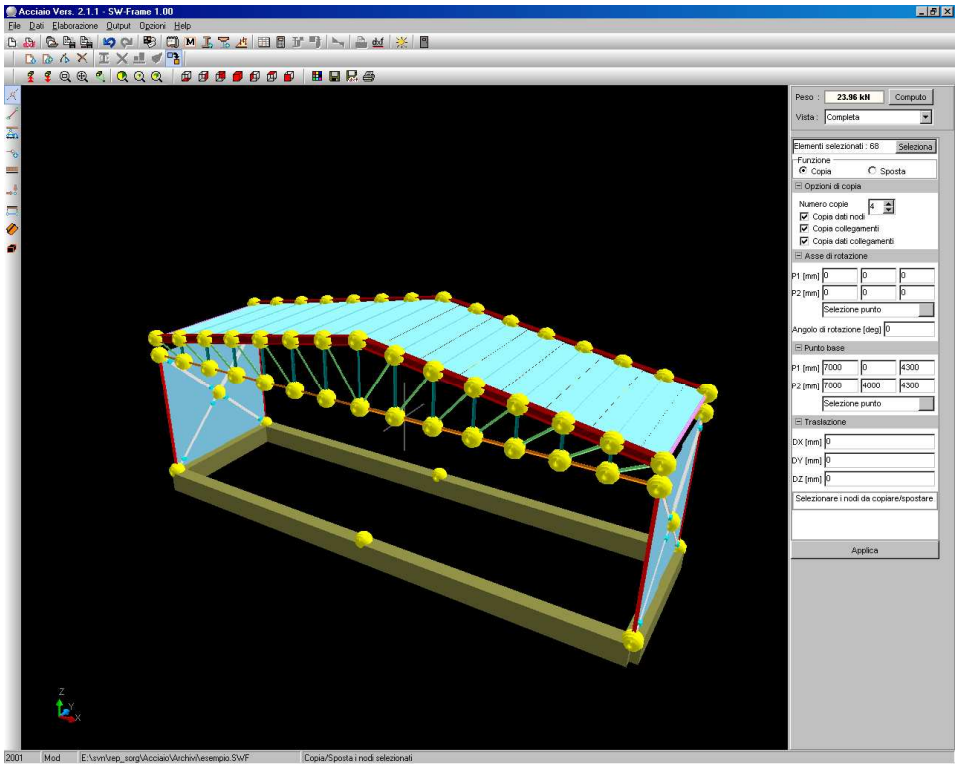


Figura 63 - Copia campate

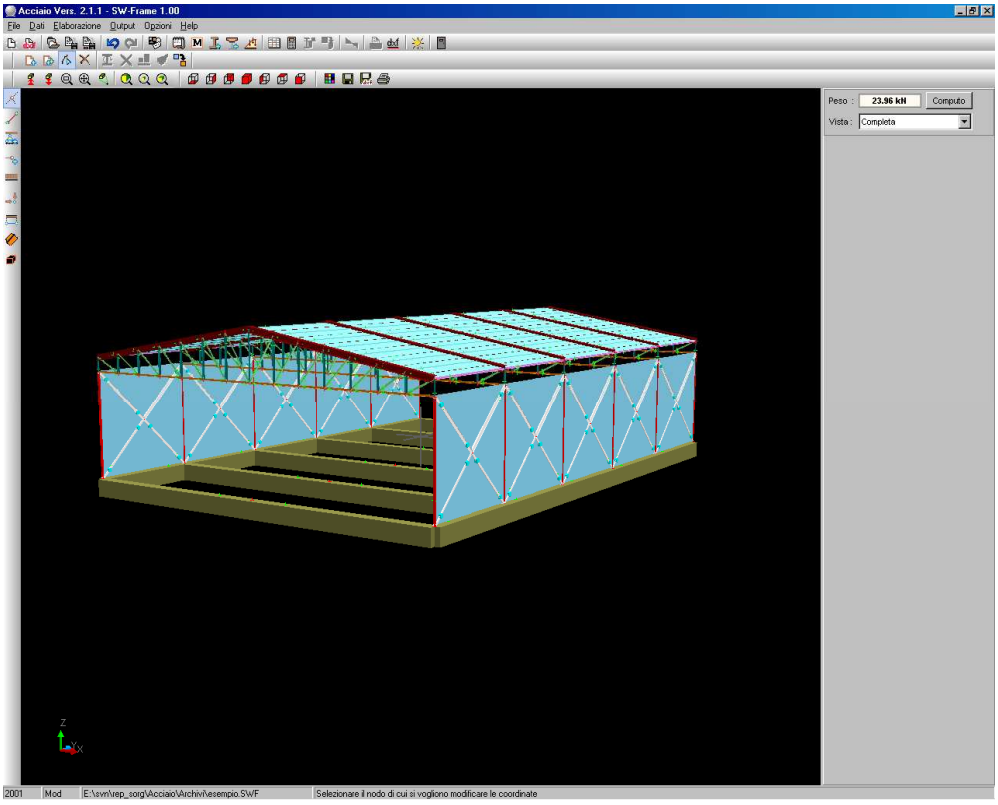


Figura 64 - Input completo

Il presente esempio non ha coperto tutte le operazioni che sono disponibili grazie a SWF ma costituisce un buon punto di partenza.

Riferimenti Teorici

Modello ad elementi finiti.

Il comportamento della struttura viene simulato tramite un modello tridimensionale costituito da nodi ed elementi monodimensionali ciascuno dei quali connesso a due nodi.
Ogni nodo possiede sei gradi di libertà, associati ai sei possibili cinematismi indipendenti.
I gradi di libertà possono essere liberi o bloccati. Ogni elemento è dotato di caratteristiche della sezione trasversale o di eventuale terreno soggiacente. Per ogni elemento è definito un riferimento locale rispetto al quale sono descritte le informazioni locali, quali le sollecitazioni. Ogni elemento puo' essere vincolato perfettamente al nodo connesso o presentare dei rilasci perfetti o parziali secondo il sistema di riferimento locale.
Il calcolo viene effettuato secondo un'analisi riferita ad un'unica fase della vita dell'opera. Per le azioni sismiche viene eseguita analisi dinamica lineare mentre per le altre azioni di carico viene eseguita analisi statica lineare. Il metodo di definizione matrice delle masse usato può essere Lumped o Consistent.

Verifiche Aste

VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza per gli elementi in acciaio risultano così organizzate:

Verifica di resistenza delle aste tese;
Verifica di resistenza delle aste compresse;
Verifica di resistenza delle aste inflesse;
Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante;
Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante e flettente;
Verifica di resistenza delle aste pressoinflesse;

La filosofia introdotta dall'Eurocodice 3 conduce a classificare le sezioni secondo il seguente prospetto

Sezione di Classe 1	Sezioni trasversali in grado di generare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta dall'analisi plastica senza alcuna riduzione di resistenza
Sezione di Classe 2	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il proprio momento resistente plastico ma con una capacità rotazionale limitata
Sezione di Classe 3	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque il valore di snervamento secondo una distribuzione lineare delle tensioni. Il momento resistente plastico non risulta raggiungibile per l'insorgere di fenomeni di instabilità locale
Sezione di Classe 4	Sezioni trasversali non in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque con capacità di resistenza ridotte in seguito a fenomeni di instabilità locale

Per le sezioni sottili di classe 4 la normativa prevede la definizione e l'utilizzo delle grandezze efficaci degli elementi compressi per il calcolo delle proprietà elastiche degli stessi (proprietà efficaci). Di fatto l'utilizzo delle grandezze efficaci porta a tenere in considerazione gli effetti dei fenomeni di instabilità locale tramite una riduzione (tanto più consistente quanto più la sezione risulta compressa) delle parti reagenti della sezione trasversale.

Verifiche Plastiche

Trazione
La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$NE_d \leq N_{t,Rd}$

Dove: NE_d : è l'azione di trazione di progetto;

$N_{t,Rd}$: è la resistenza a trazione di progetto calcolata come indicato in seguito.

$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd})$

Dove: $N_{pl,Rd}$: Resistenza plastica di progetto;
$N_{u,Rd}$: Resistenza ultima di progetto.

Inoltre

$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$

$N_{u,Rd} = 0.9 \cdot A_{nett} \cdot f_u / \gamma_{M2}$

Dove, ancora:
A, A_{nett} : sono rispettivamente l'area lorda e netta della sezione;
f_u, f_y : sono le tensioni di rottura e di snervamento dell'acciaio;
γ_{Mo}, γ_{M2} : sono coefficienti riduttivi.

Compressione
La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$NE_d \leq N_{c,Rd}$

Dove: NE_d : è l'azione di compressione di progetto;
$N_{c,Rd}$: è la resistenza a compressione di progetto calcolata come indicato in seguito.

$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$ Per sezioni di classe 1, 2 e 3
$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$ Per sezioni di classe 4

Dove, ancora:
A, A_{eff} : sono rispettivamente l'area lorda ed efficace della sezione;
f_y : è la tensione di snervamento dell'acciaio;
γ_{Mo}, γ_{M1} : sono coefficienti riduttivi.

Taglio
Il valore di progetto dell'azione tagliante V_{sd} in ogni sezione trasversale deve soddisfare la relazione:

$V_{sd} / V_{pl,Rd} \leq 1$

Con $V_{pl,Rd}$ valore del taglio resistente di progetto assunto pari a:

$V_{pl,Rd} = (A_t \cdot f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{Mo}$

Dove, ancora:
A_t : è l'area resistente al taglio della sezione;
f_y : è la tensione di snervamento dell'acciaio;
γ_{Mo} : è un coefficiente riduttivo.

Flessione
Si verifica in questo caso che il valore del momento flettente di progetto in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale analizzata soddisfi la seguente relazione:

$M_{Sd} / M_{Rd} \leq 1$

dove M_{Rd} rappresenta il momento flettente resistente di progetto, calcolato tenendo conto dell'effettiva sezione ed M_{Sd} rappresenta il valore del momento di progetto.
Il valore M_{Rd} è determinato in funzione della classe della sezione.

$M_{Rd} = M_{pl} = W_{pl} f_y / \gamma_{Mo}$ per le classi 1 e 2
$M_{Rd} = M_{el} = W_{el} f_y / \gamma_{Mo}$ per la classe 3
$M_{Rd} = W_{eff} f_y / \gamma_{Mo}$ per la classe 4

Dove: W_{pl} : è il modulo di resistenza plastico;
W_{el} : è il modulo di resistenza elastico;
W_{eff} : è il modulo di resistenza della sezione efficace;
f_y : è la tensione di snervamento dell'acciaio;
γ_{Mo} : è un coefficiente riduttivo.

Flessione e Taglio
Quando la forza di taglio è maggiore della metà del valore del taglio resistente plastico il momento resistente plastico viene ridotto
della quantità $(1 - \rho)$ dove:

$\rho = ((2 \cdot V_{Sd} / V_{pl,Rd}) -1)^2$

Dove vale la terminologia assunta per le verifiche a taglio.

Presso Flessione
Per sezioni di classe 1 o 2 la verifica viene condotta controllando che

$(M_{y,Ed} / M_{Ny,Rd}) + (M_{z,Ed} / M_{Nz,Rd}) \leq 1$

Dove: $M_{Ny,Rd}$, $M_{Nz,Rd}$: sono i momenti flettenti resistenti nelle due direzioni analizzate e ridotti per la presenza dello sforzo normale;
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: sono i momenti flettenti di progetto nelle due direzioni analizzate;

Per sezioni di classe 3, in assenza di azioni di taglio, la verifica a presso o tenso-flessione è condotta in termini tensionali utilizzando le verifiche elastiche.

Per sezioni di classe 4 le verifiche sono condotte sempre in regime tensionale elastico ma utilizzando le sole parti efficaci della sezione trasversale.

Verifiche Elastiche

Le verifiche in campo elastico vengono effettuate in modo che in nessun punto della sezione venga superato il valore della
resistenza di calcolo.
La formula utilizzata è:

$\sigma_{id} \leq f_d$

Dove: f_d $= f_y / \gamma_m$

$\sigma_{id}(x,y) = \sqrt{(\sigma(x,y) + 3 \cdot \tau^2(x,y))}$

f_d : è il valore della tensione di progetto;
f_y : è il valore di snervamento dell'acciaio;
γ_m : è il coefficiente di riduzione che dipende dalla normativa di riferimento;
$\sigma_{id}(x,y)$: è la tensione ideale nel punto di coordinate x ed y della sezione;
$\tau(x,y)$: è la tensione tangenziale nel punto di coordinate x ed y della sezione;
$\sigma(x,y)$: è la tensione normale nel punto di coordinate x ed y della sezione;

inoltre,

$\sigma(x,y) = N / A + ((M_x \cdot J_y + M_y \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J^2_{xy})) \cdot y - ((M_y \cdot J_x + M_x \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J^2_{xy})) \cdot x$

$\tau(x,y) = V / A_T$

Dove, rispetto al sistema di riferimento baricentrico utilizzato:

x, y	: Sono rispettivamente l'ascissa e l'ordinata di un punto generico della sezione;
N, M_x, M_y	: Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni normali sulla sezione;
V	: Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni tangenziali sulla sezione;
J_x, J_y, J_{xy}	: Sono i vari momenti d'inerzia;
A_T	: è l'area resistente al taglio della sezione;

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Le verifiche di stabilità delle aste vengono effettuate nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere sempre:

$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1$

Dove: N_{Ed} : è l'azione di compressione di calcolo;

$N_{b,Rd}$: è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa data da:

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$ per sezioni di classe 1, 2 e 3

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$ per sezioni di classe 4

I coefficienti χ dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio inpiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionalizzata λ_a, dalla seguente formula:

$\chi = 1 / \phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda_a^2)} \leq 1$

Dove

$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2)_a + \lambda_a^2]$

α : è un fattore di imperfezione opportunamente tabellato;

Inoltre:

$\lambda_a = \sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}}$ per sezioni di classe 1, 2 e 3

$\lambda_a = \sqrt{A_{eff} \cdot f_y / N_{cr}}$ per sezioni di classe 4

N_{cr} : è il carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza di libera inflessione $l_0$dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI LATERALI

Ai sensi del punto 4.2.4.2.2 delle NTC vengono controllati gli spostamenti laterali alle sommità delle colonne per le combinazioni S.L.E. delle azioni i quali devono limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio valutata sulla base degli effetti sugli elementi portati, della qualità del confort richiesto alla costruzione e delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti.

CONTROLLO DEL CONTENIMENTO DEL DANNO NEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI.

Ai sensi del punto 7.3.7.2 delle NTC viene verificato che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Quando la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, tale verifica si ritiene soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo S.L.D. (per classe d'uso I e II) o allo S.L.O. (per classe d'uso III e IV) siano inferiori al limite riproposto di seguito in funzione del tipo di elementi non strutturali presenti.

COMPATIBILITA' TRA FATTORE DI STRUTTURA E CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI IN ACCIAIO.

Ai sensi del punto 7.5.3.1 e della tabella 7.5.III delle NTC il valore della classe delle sezioni delle aste che dissipano energia deve essere compatibile con la classe di duttilità e con il fattore di struttura utilizzato .

VERIFICHE INSTABILITA' FLESSO-TORSIONALE.

Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.2 delle NTC.

Una trave con sezione ad I o H soggetta a flessione nel piano dell'anima, con la piattabanda compressa non sufficientemente vincolata lateralmente, deve essere verificata nei riguardi dell'instabilità flesso torsionale secondo la formula :

$$M_{Ed}/M_{b,Rd} \leq 1$$

dove :

M_{Ed} è il massimo momento flettente di calcolo

$M_{b,Rd}$ è il momento resistente di progetto per l'instabilità.

Il momento resistente di progetto per i fenomeni di instabilità di una trave lateralmente non vincolata può essere assunto pari a

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * W_y(f_{yk}/ \gamma_{M1})$$

dove

Wy è il modulo resistente della sezione, pari al modulo plastico Wpl,y, per le sezioni di classe 1 e 2, al modulo elastico Wel,y, per le sezioni di classe 3 e che può essere assunto pari al modulo efficace.

Weff,y, per le sezioni di classe 4. Il fattore cLT è il fattore di riduzione per l'instabilità flessotorsionale, dipendente dal tipo di profilo impiegato; può essere determinato per profili laminati o composti saldati dalla formula :

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1,0 \\ \dfrac{1}{\overline{\lambda}_{LT}^2} \cdot \dfrac{1}{f} \end{cases}$$

dove

$$\Phi_{LT} = 0.5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda}_{LT} - \overline{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta \cdot \overline{\lambda}^2\right].$$

Il coefficiente di snellezza adimensionale λ_{LT} è dato dalla formula

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

in cui Mcr è il momento critico elastico di instabilità torsionale, calcolato considerando la sezione lorda del profilo e i ritegni torsionali nell'ipotesi di diagramma di momento flettente uniforme.

Il fattore di imperfezione λ_{LT} è ottenuto dalle indicazione riportate nella Tab. 4.2.VII.

Il coefficiente $\lambda_{LT,0}$ è stato assunto pari a 0.4 mentre il coefficiente ?? è stato assunto pari ad 0.75.

Il fattore f considera la reale distribuzione del momento flettente tra i ritegni torsionali dell'elemento inflesso ed è definito dalla formula

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c)\left[1 - 2,0\left(\overline{\lambda}_{LT} - 0,8\right)^2\right],$$

in cui il fattore correttivo kc assume i valori riportati in Tab. 4.2.VIII.

Tabella 4.2.VII *Definizione delle curve d'instabilità per le varie tipologie di sezione e per gli elementi inflessi.*

Sezione trasversale	Limiti	Curva di instabilità da Tab. 4.2.VI
Sezione laminata ad I	h/b≤2	b
	h/b>2	c
Sezione composta saldata	h/b≤2	c
	h/b>2	d
Altre sezioni trasversale	-	d

VERIFICHE INSTABILITA' PRESSO-FLESSIONALE.

- Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.3 delle NTC il quale indica che per elementi strutturali soggetti a compressione e flessione, occorre studiare i relativi fenomeni di instabilità facendo riferimento a normative di comprovata validità.

In tal senso si è optato per la norma UNI EN 1993-1-1:2005 la quale al punto 6.3.3 ed all'annesso B indica le procedure da adottare per effettuare le verifiche in questione.

GERARCHIA DELLE RESISTENZE.

Ai sensi del punto 7.5.4.3 delle NTC per assicurare lo sviluppo del meccanismo globale dissipativo è stata rispettata la gerarchia delle resistenze tra la trave e la colonna dove, oltre ad aver rispettato tutte le regole di dettaglio previste nelle NTC , per ogni nodo colonna-trave è stata verificata la seguente condizione:

$$\sum M_{C,pl,Rd} \geq \gamma_{RD} \cdot \sum M_{b,pl,Rd}$$

dove:

λ_{RD} = 1,3 se struttura in classe CD"A" e 1.1 se struttura in classe CD''B''

$M_{C,pl,Rd}$ è il momento resistente della colonna calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nella colonna nelle combinazioni sismiche delle azioni;

$M_{b,pl,Rd}$ è il momento resistente delle travi che convergono nel nodo trave-colonna.

EFFETTI DELLE IMPERFEZIONI.

Nell'analisi della struttura, in quella dei sistemi di controvento e nel calcolo delle membrature si è tenuto conto degli effetti delle imperfezioni geometriche e strutturali quali la mancanza di verticalità o di rettilineità, la mancanza di accoppiamento e le inevitabili eccentricità minori presenti nei collegamenti reali.

A tal fine tali effetti sono stati inclusi implicitamente nel calcolo della resistenza degli elementi strutturali così come indicato al punto 4.2.3.5 delle NTC.

STABILITÀ DEI PANNELLI D'ANIMA A TAGLIO

I pannelli d'anima degli elementi strutturali, laminati oppure realizzati in soluzione composta saldata, devono essere verificati ai sensi del C4.2.4.1.3.4.1 – C.617 e UNI EN 1993-1-5:2007nei confronti dei fenomeni di instabilità dell'equilibrio allo stato limite ultimo.

Ed essendo, inoltre

$$\varepsilon = \sqrt{(235/fy)} \text{ con fy in N/mm}^2$$

I pannelli non irrigiditi vanno verificati se

$$(h_w/t) >= (72/\eta)*\varepsilon$$

Mentre i pannelli irrigiditi vanno verificati se

$$(h_w/t) >= (31/\eta)*\varepsilon*\sqrt{k_t}$$

Il contributo resistente delle ali (piattabande) si calcola tramite la formula seguente

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}}\right]$$

Il contributo resistente dell'anima si calcola, invece, tramite la formula seguente

$$V_{bf,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

h_w	Altezza del pannello
t	Spessore del pannello
a	Larghezza del pannello
$V_{bW,Rd}$	Contributo resistente dell'anima
$V_{bf,Rd}$	Contributo resistente delle ali (piattabande)
f_{yw}	Valore di snervamento dell'acciaio dei pannelli d'anima
f_{yf}	Valore di snervamento dell'acciaio delle ali (piattabande)
$b_{f.sup}$	Larghezza dell'ala superiore
$b_{f.inf}$	Larghezza dell'ala inferiore
$t_{f.sup}$	Larghezza dell'ala superiore
$t_{f.inf}$	Larghezza dell'ala inferiore
h	Altezza totale della sezione (comprese le ali)

Calcolo con controventi concentrici a sola diagonale tesa attiva

Al fine di rispettare le indicazioni relative a controventi concentrici in acciaio previste dal capitolo 7 del DM 14/01/2008 e dal capitolo 6 dell'Eurocodice 8, il calcolo dell'analisi relativa alle combinazioni SLU è stato reiterato in modo da non considerare il contributo degli elementi che non possono essere tenuti in conto.
In particolare l'algoritmo eseguito prevede le seguenti operazioni:

1. eseguire il calcolo con il Modello Iniziale
2. Distinzione fra le combinazioni:
    a. Combinazioni per le quali si considera sufficiente il Modello Iniziale:
        i. SLE-R, SLE-F, SLE-QP
        ii. SLD, SLO
        iii. SLU con vento
        iv. SLU con sisma Z
    b. Combinazioni SLU gravitazionali e termiche. Restrizioni sulla capacità portante degli elementi: i controventi non devono essere tenuti in conto (si veda EC8).
    c. SLU Sisma laterale predominante. Restrizioni sulla capacità portante degli elementi: i controventi compressi non devono essere tenuti in conto (si veda l'EC8 e il DM2008)
        i. Combinazioni SLU SX+ predominante
        ii. Combinazioni SLU SX- predominante
        iii. Combinazioni SLU SY+ predominante
        iv. Combinazioni SLU SY- predominante
3. reiterazione: se ci sono elementi soggetti a sollecitazioni che non possono sopportare, viene rieseguito il calcolo con un nuovo modello in cui essi non sono tenuti in conto. Tale passo viene iterato finché non si verifica che gli elementi possono essere tutti tenuti in conto.

UdF-TM

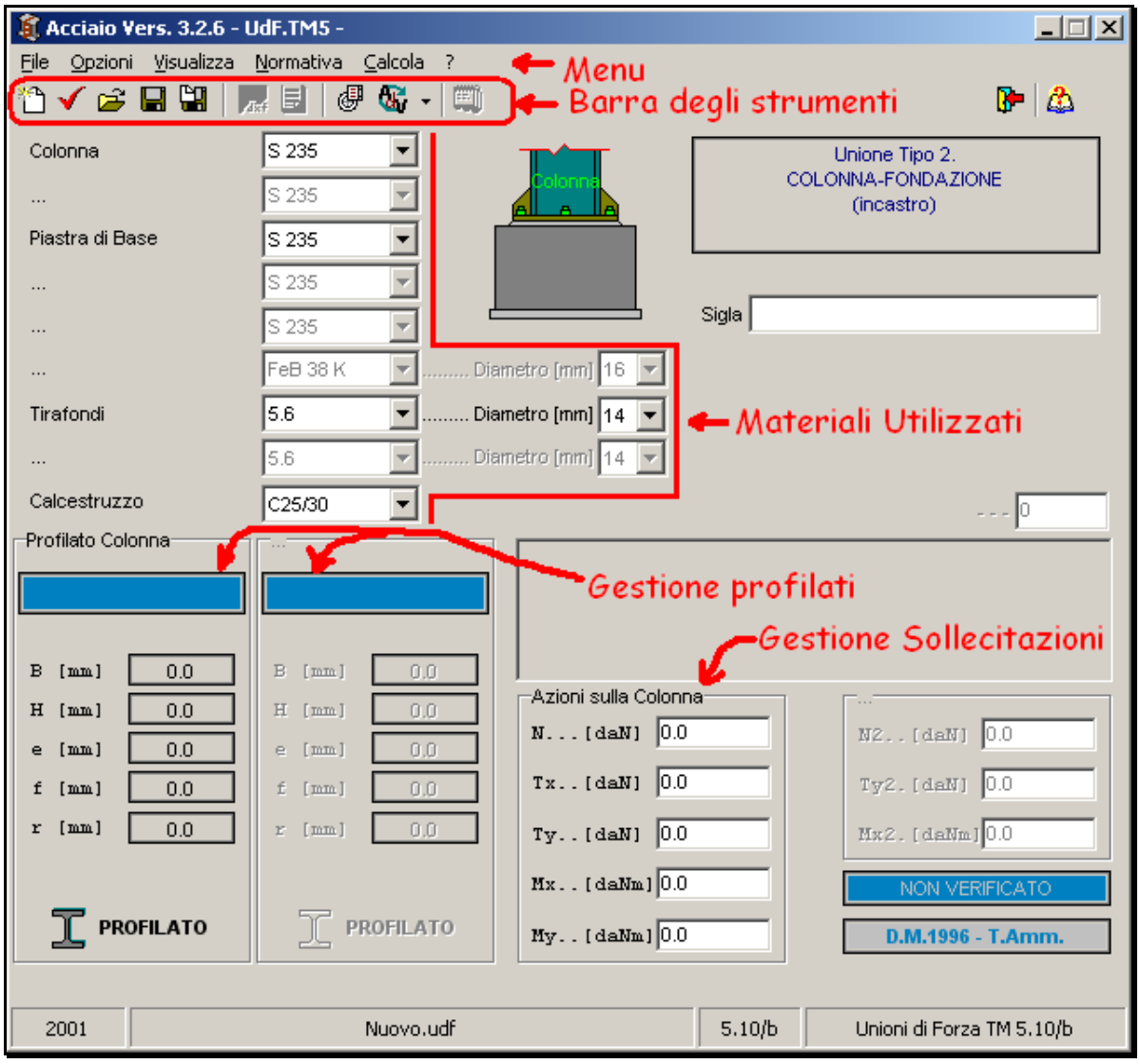
Unioni di Forza per Telai Multipiano

Versione 5

Manuale d’uso

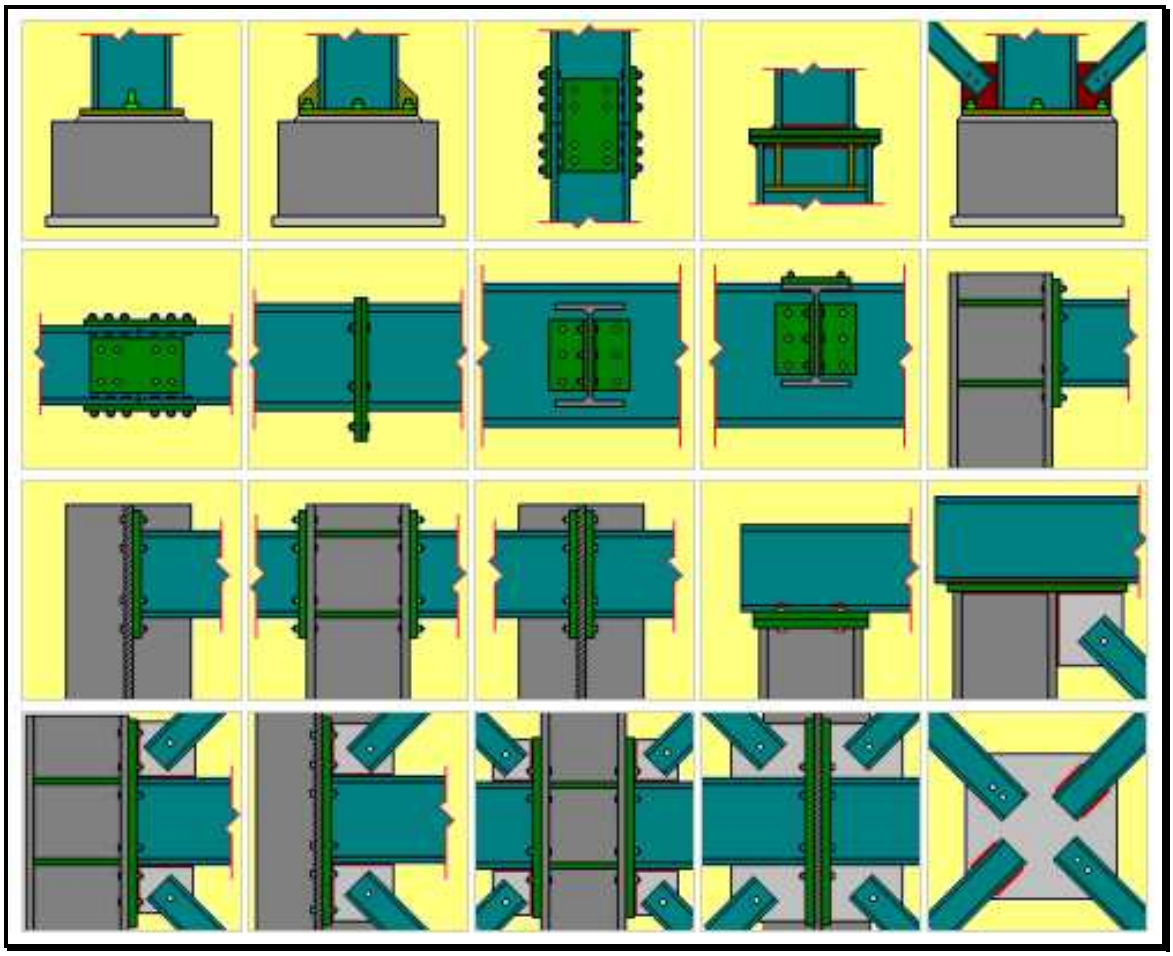
Premessa.

Unione di Forza per Telai Multipiani (UdF-TM) è il software prodotto da Stacec dedicato alla progettazione e alla graficizzazione dei collegamenti tra elementi in acciaio.
UdF-TM, acquisiti i dati in ingresso (geometria dei profilati, meccanica dei materiali e stati sollecitazionali) provvede al completo dimensionamento delle parti colleganti quali le piastre di base, le flange, i coprigiunti, le squadrette oltre al controllo e alla disposizione dei sistemi di bullonatura o di saldatura.

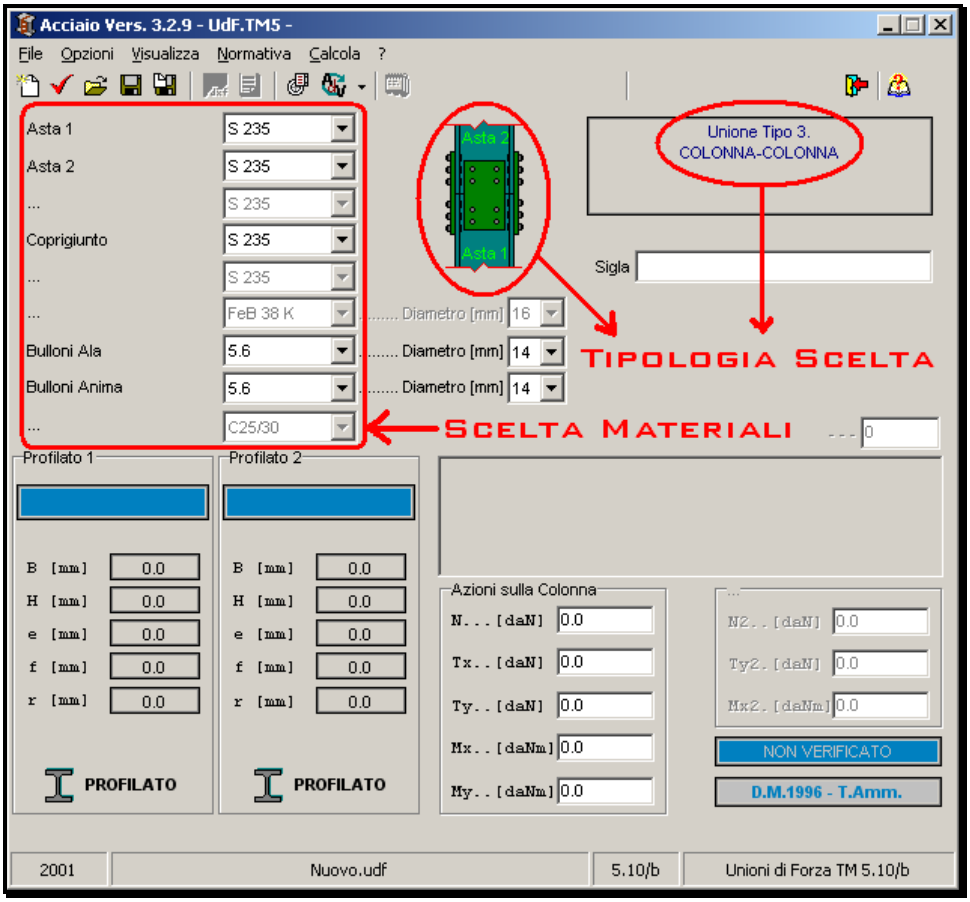


La progettazione del collegamento procede sempre secondo i seguenti passi:

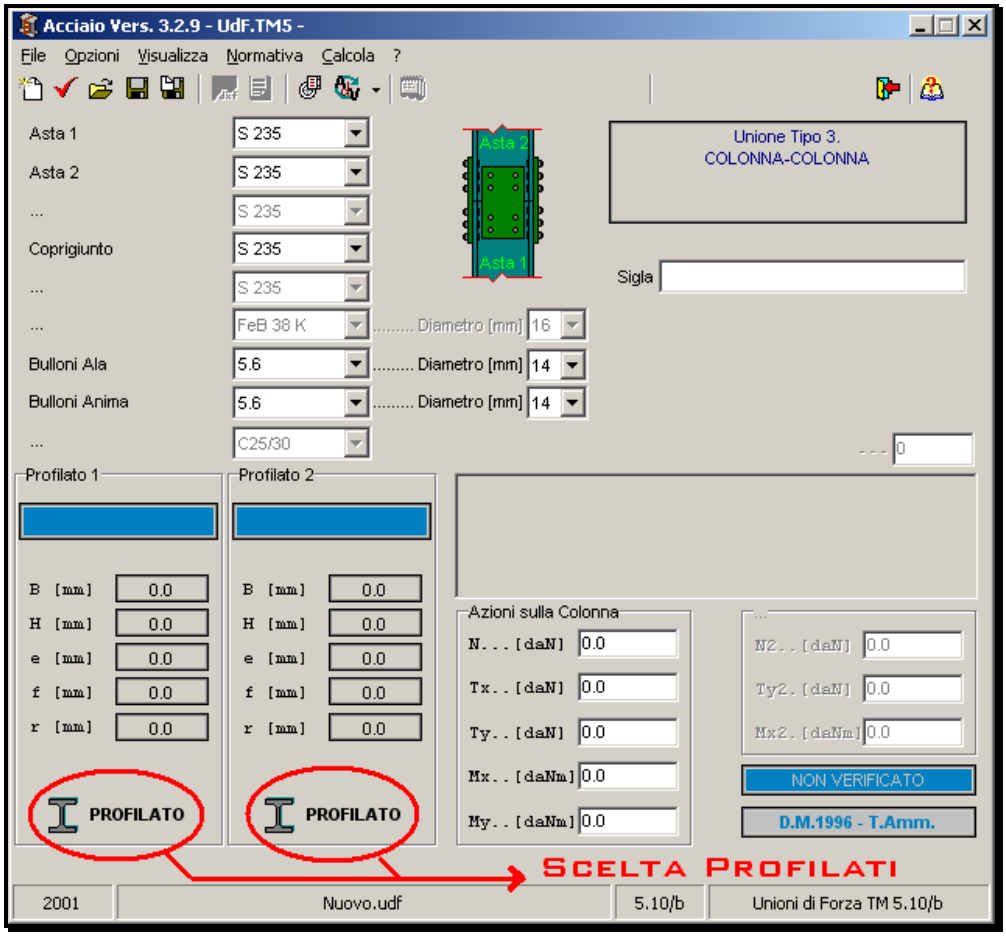
1.SCELTA DEL COLLEGAMENTO. Dalla barre degli strumenti cliccare sul tasto Nuovo per accedere all'ambiente 'Tipologie Collegamenti' dove saranno disponibili 37 tipologie di collegamento tra soli elementi in acciaio o tra elementi in acciaio e parti in c.a. e riportate sinteticamente nelle due figure seguenti:



2.INSERIMENTO DEI MATERIALI. Nella Schermata principale di UdF, che dopo la scelta dell'unione si è automaticamente personalizzata con le sole grandezze richieste nella progettazione del nodo è possibile associare ad ogni elemento collegante o collegato una tipologia di materiale.



3.INSERIMENTO DEI PROFILATI. Dal sagomario in dotazione ad UdF TM sarà possibile scegliere il profilato da associare ad ognuna delle parti collegate. Il nome e le grandezze geometriche principali del profilato scelto saranno in ogni momento visualizzate.



4.INSERIMENTO DELLE AZIONI SOLLECITANTI. Sempre all'interno dell'ambiente principale di UdF TM occorre inserire le azioni di progetto e di dimensionamento del nodo.
Per conoscere la convezione adottata (segni ed unità di misura) scegliere dal menu la voce 'Visualizza' e poi la voce 'Convenzione Sollecitazioni'.

5.PERSONALIZZAZIONE DELLE DIRETTIVE DI PROGETTAZIONE. All'interno del menu cliccando sulla voce 'Opzioni' saranno disponibili (in funzione della tipologia di nodo scelta) diversi ambienti tramite cui l'utente potrà imporre al software le scelte più importanti nella verifica del collegamento come il dimensionamento massimo e minimo delle parti colleganti (Flange, Coprigiunti, Squadrette), la dimensione dei cordoni di saldatura presenti, la presenza di nervature e costole di irrigidimento, la distanze per l'inserimento agevole della chiave dinanometrica.

6.ANALISI DEL NODO. Nella barra degli strumenti cliccare sul tasto 'calcola' per consentire ad UdF TM di procedere nell'anali del nodo. Se l'esito sarà positivo, ossia

se è stato trovato un dimensionamento del nodo in equilibrio con gli stati sollecitanti e con le grandezze elastiche e meccaniche in gioco, verranno visualizzati i risultati più importanti.

7.CREAZIONE DEI DISEGNI ESECUTIVI. Nella barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Crea DxF' per visualizzare il CAD interno ad UdF TM. Apparirà, cosi, il disegno esecutivo rappresentante il collegamento analizzato con tutte le informazioni necessarie per la corretta realizzazione e posa in opera.

8.CREAZIONE DELLA RELAZIONE DI CALCOLO. Nella barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Crea Relazione di calcolo' per fare apparire l'elaboratore di testi associato (in genere MS WordPad o MS Word) con il file in formato *.rtf riportante una relazione dettagliata sulle procedure di verifica e sui risultati ottenuti.

Di seguito verranno riportati due esempi pratici (relativi a due diverse tipologie di collegamento) con tutti i passi da seguire per il dimensionamento del nodo. Verrà, inoltre, illustrata la procedura di verifica dei nodi ossia la possibilità di UdF TM di verificare un dimensionamento già stabilito a priori.

Esempio 1

Progetto di una piastra di base

Passo 1.1

Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto ‘nuovo’ e nella finestra ‘Tipologia Collegamenti’ selezionare ‘Unione Tipo 2 - Colonna-Fondazione – (Incastro)’. Cliccando sul tasto ‘OK’ si ritornerà all’ambiente principale di UdF TM.

Passo 1.2

Inserire per la colonna un acciaio ‘S275’ e per la piastra di base un acciaio ‘S355’. Prevedere, inoltre, tirafondi tipo 6.6 di diametro 24 mm. Il calcestruzzo sarà del tipo ‘C25/30’.

Passo 1.3

Il tipo di collegamento scelto prevede l’utilizzo di un solo profilato. Cliccare sul tasto profilato all’interno della sezione ‘Profilato Colonna’ e prelevare dal sagomario allegato un profilo tipo ‘HeB300’.

Passo 1.4

Completare l’input mancante, ed in modo particolare lo stato sollecitazionale, così come riportato nella Figura 65.

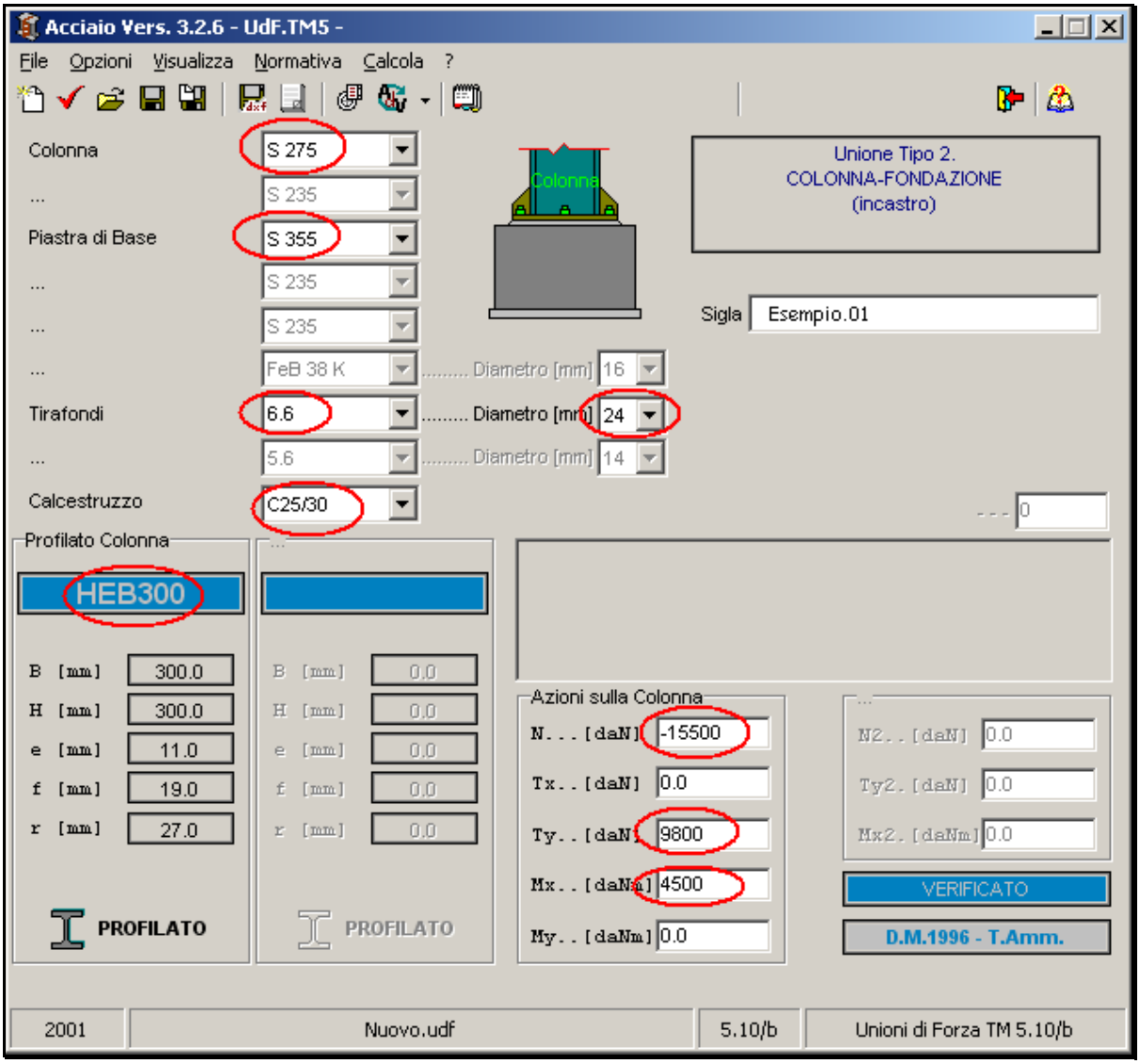


Figura 65

Passo 1.5

Dal menu cliccare su ‘Opzioni’ e poi su ‘Piastra di base’ per visualizzare l’ambiente ‘Opzioni Piastre di Base’.

Tramite questa finestra sarà possibile fornire ad UdF TM indicazioni sulle scelte progettuali (presenza delle nervature annegate, tipo di ancoraggio alla parte in c.a., presenza della malta di allettamento, Posizionamento e numero dei tirafondi etc.).

Riempire i campi così come riportato nella Figura 66 e cliccare sul tasto ‘Accetta’ per salvare le modifiche apportate e ritornare all’ambiente principale.

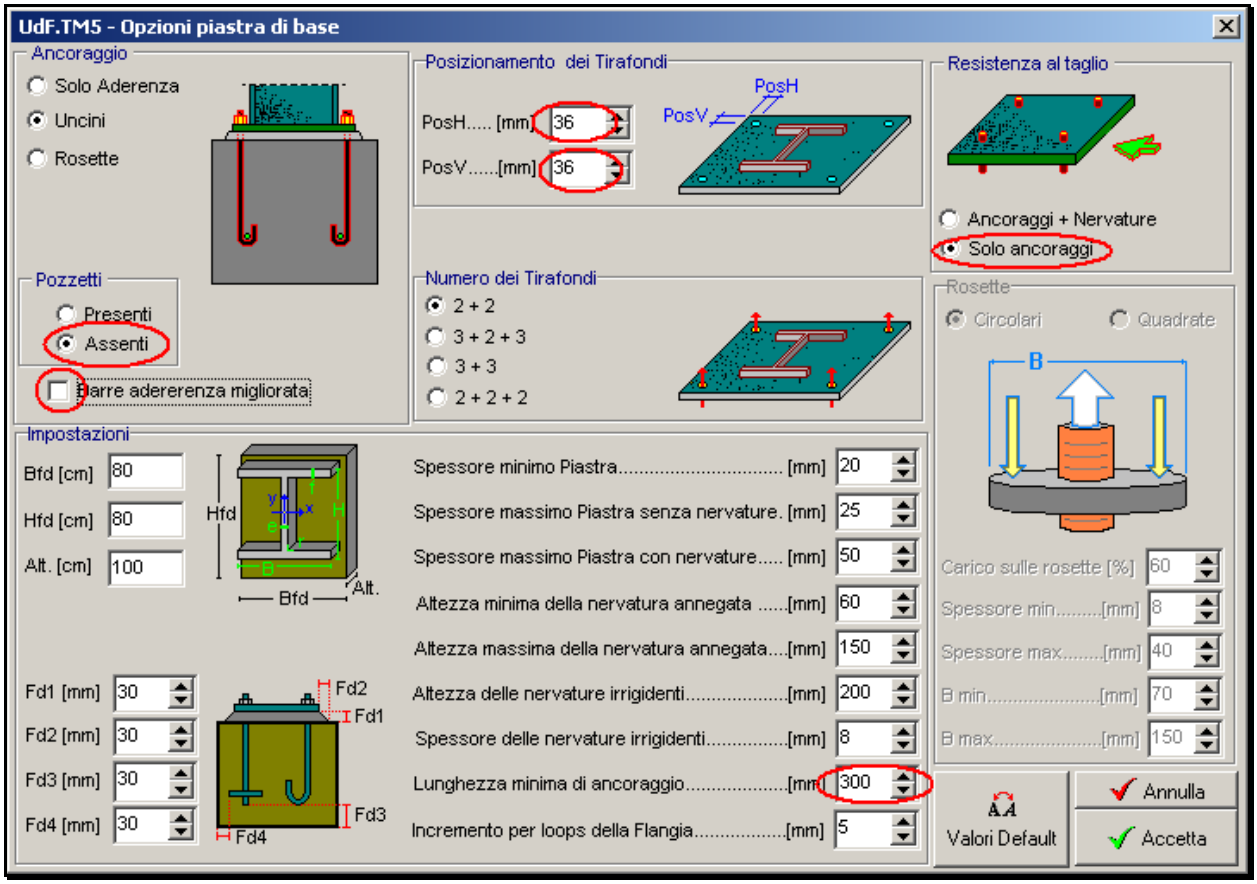


Figura 66

Passo 1.6

Dal menu cliccare su ‘Opzioni’ e poi su ‘Varie’ per visualizzare l’ambiente ‘Opzioni Varie’.

Tramite questo ambiente è possibile fornire indicazioni di tipo generale e dunque indipendenti dal tipo di collegamento scelto. In modo particolare possono essere impostati i seguenti parametri:

Spessore Max e Min della saldatura. Il software, dunque, in fase di dimensionamento, calcola lo spessore della saldatura nel rispetto del range fornito, partendo dal valore minimo ed iterando sino all’equilibrio con lo stato tensionale. Se durante le iterazioni viene superato il valore Max allora UdF bloccherà le procedure di verifica e restituirà il tipo di problema riscontrato.

Il campo relativo all’inserimento della chiave di serraggio consente di stabilire le distanze nette utili tra i bordi dei bulloni e gli impedimenti fisici per il funzionamento degli apparecchi di serraggio (chiavi dinanometriche)

La scala di stampa è fondamentale solo per il corretto dimensionamento dei testi nei disegni esecutivi. Occorre, per questo motivo, fornire ad UdF-TM già in questa fase

la scala del disegno desiderata in modo che il testo sia sempre perfettamente leggibile.
La riduzione delle tensioni di Riferimento fornisce la effettiva tensione di progetto dei materiali intesa come una aliquota di quella derivante dalla normativa. Conseguentemente se tale valore viene posto pari a zero allora il materiale verrà sfruttato totalmente.
Riempire a questo punto i campi come riportato nella Figura 67.

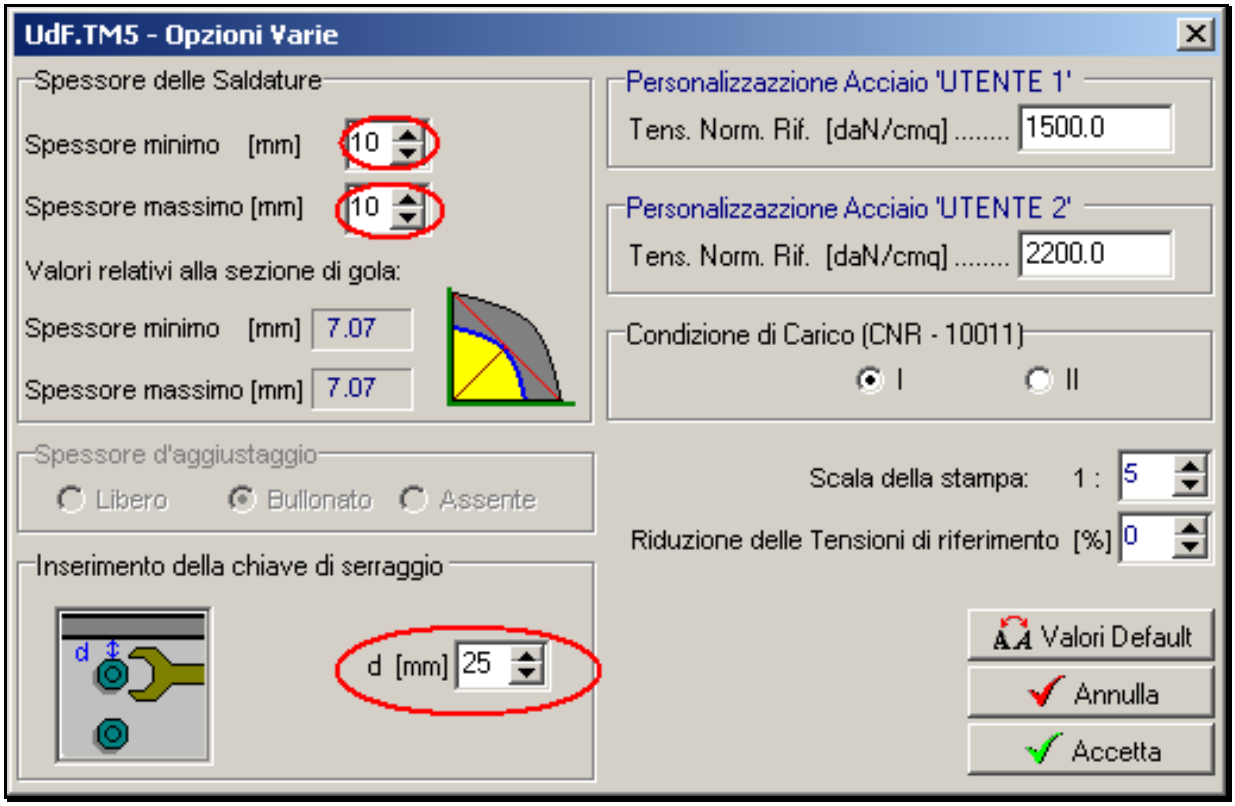


Figura 67

Notare come avendo uguagliato il valore Max al valore Min della saldatura si è praticamente definito il valore finale.
Imporre la distanza per l'inserimento della chiave di serraggio pari a 25 mm e cliccare sul tasto accetta per salvare le modifiche apportate e ritornare all'ambiente principale.

Passo 1.7

A questo punto UdF possiede tutte le informazioni per effettuare il calcolo.
Dal menu selezionare 'Normativa' e poi 'D.M.2008'. Cliccare, infine, nella barra degli strumenti sul tasto 'Calcola'.

Se tutte le operazioni relative ai passi precedenti sono state eseguite in modo corretto apparirà il seguente messaggio.

Figura 68

Scegliere ‘Yes’ per visualizzare la finestra contenente i primi risultati.

Passo 1.8

Cliccare sul tasto ‘Crea DxF’ della barra degli strumenti per avviare la visualizzazione del disegno esecutivo.

Dalla lettura del disegno si deciderà di intervenire verso una ottimizzazione del collegamento intervenendo sulle dimensioni della piastra, sul numero dei tirafondi ed imponendo, anche se UdF-TM non li ha ritenuti necessari, la presenza delle nervature irrigidenti.

Passo 1.9

Ritornare nell’ambiente principale e nella barra degli strumenti cliccare sul tasto ‘ Ambiente di Verifica – Flangia 1 ’ per visualizzare l’omonima finestra.

Tramite questo ambiente sarà possibile imporre determinati valori alle grandezze geometriche in gioco più importanti e ridimensionare l’intera piastra di base. Infine, ovviamente, occorrerà verificare tali operazioni effettuando sia le verifiche geometriche (che controlleranno le reciproche distanze tra bulloni, margini della piastra, profilato e nervature) che le verifiche meccaniche (per riscontrare che le tensioni di calcolo siano ovunque inferiori alle tensioni di progetto) .

La finestra ‘Ambiente di verifica Piastra di Base’ appena apparsa dovrà contenere le stesse informazioni riportate in Figura 69

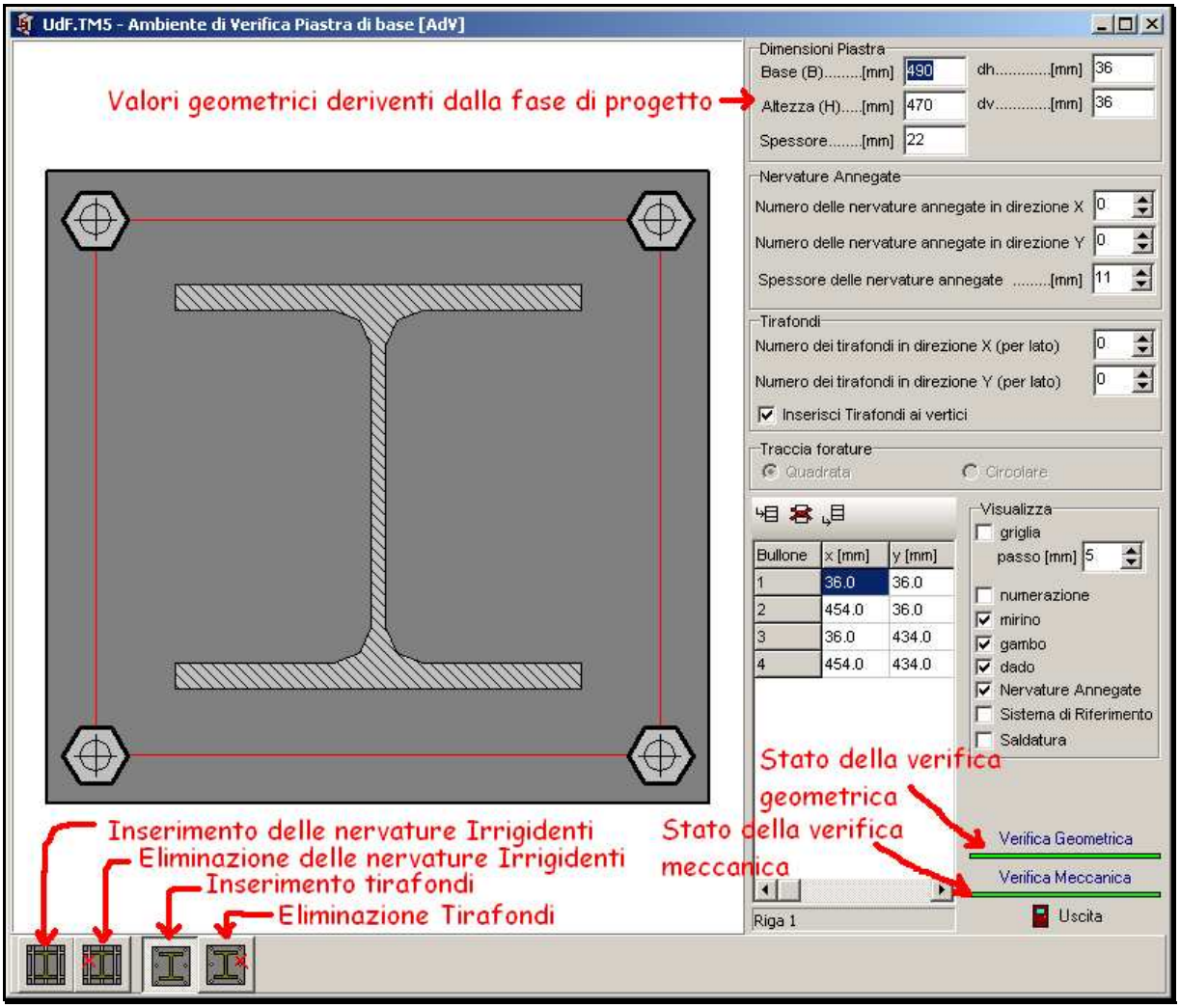


Figura 69

Lo stato delle verifiche Geometriche e Meccaniche viene indicato come positivo dal colore Verde a testimonianza del fatto che i le verifiche di tale dimensionamento sono già state effettate nella precedente fase progettuale già superata. Anche i dimensionamenti riportati (Base, Altezza, Spessore, Numero Tirafondi, etc) sono quelli relativi alla suddetta fase progettuale.

Imporre i seguenti valori:

Base (B) = 500 mm;

Altezza (H) = 500 mm;

Spessore = 15 mm;

Andremo, dunque, ad rendere quadrata la piastra di base e a ridurne sensibilmente lo spessore.

Notare come appena alterati i valori geometrici lo stato delle due verifiche apparirà in rosso a testimonianza dell'esito ancora non controllato.

Passo 1.10

Cliccare sul tasto relativo all'inserimento delle nervature irrigidenti (Figura 70) per fare apparire le possibili disposizioni. Selezionare le nervature come indicato in Figura 70.

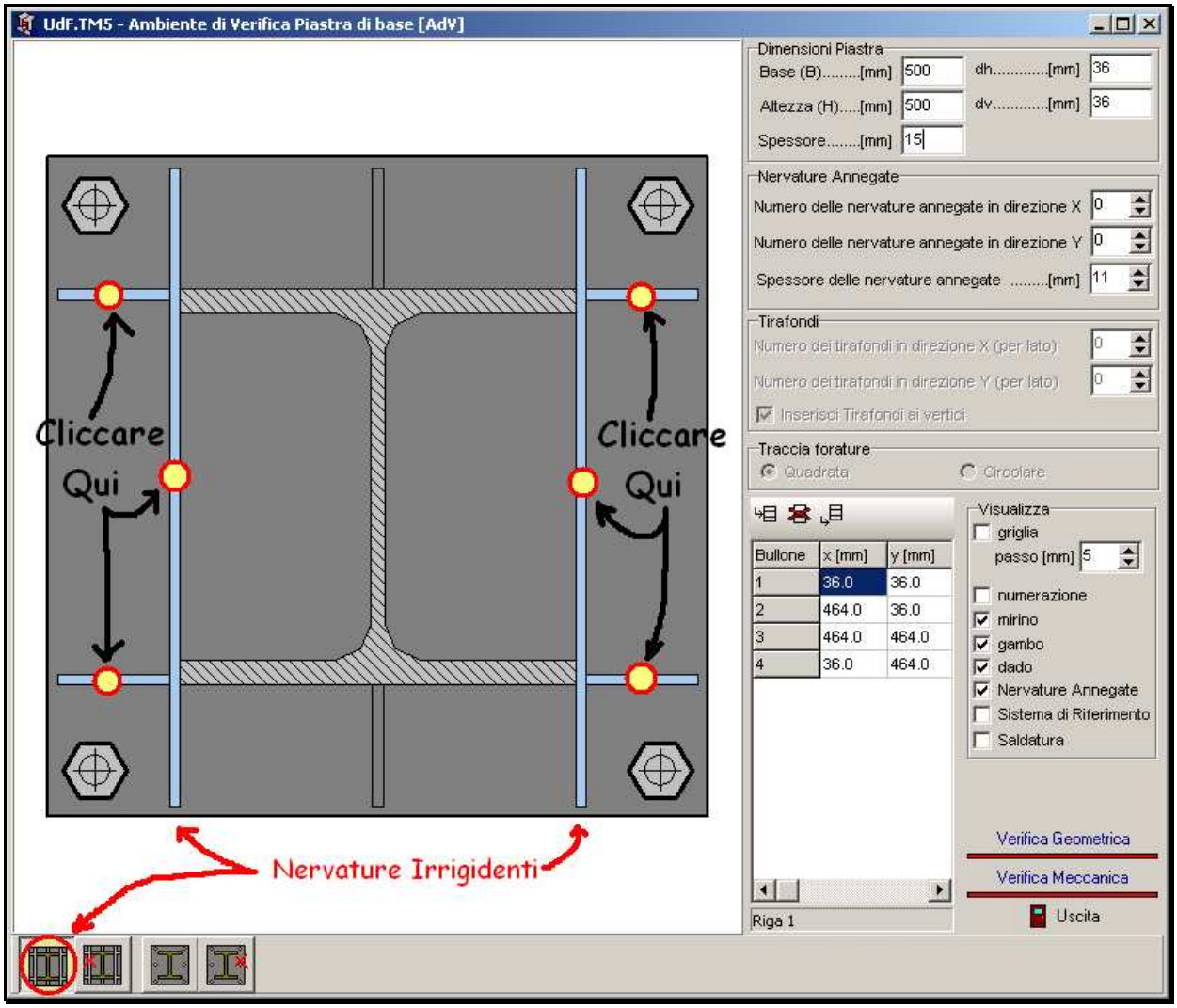


Figura 70

Si sono, così, previste sei nervature con spessore ed altezza determinati dai valori inseriti nell'ambiente 'Opzioni piastre di base' (Figura 66).

Passo 1.11

Cliccare, adesso, sul tasto 'Inserimento Tirafondi' e prevedere 2 barre aggiuntive in direzione X e 1 barra aggiuntiva in direzione Y così come indicato nella Figura 71.

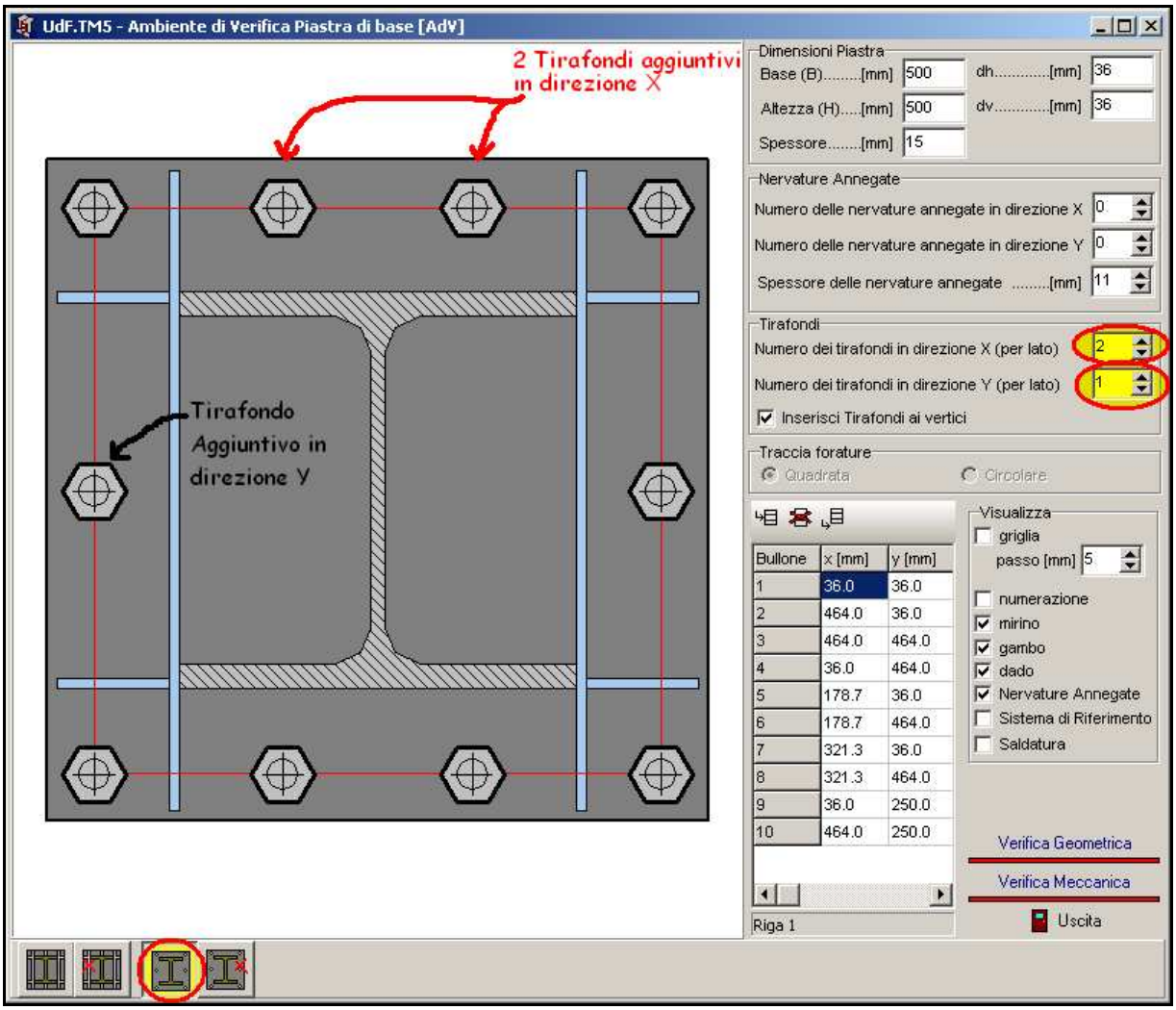


Figura 71

Passo 1.12

A questo punto dopo avere personalizzato larghezza, altezza e spessore della piastra e dopo avere previsto le apposite nervature di irrigidimento e un numero superiore di tirafondi occorre sottoporre a verifica geometrica e meccanica la nuova configurazione del collegamento.

Cliccare dunque sui due appositi pulsanti e dopo essersi accertati dal colore verde che l'esito è risultato positivo cliccare sul tasto uscita per ritornare all'ambiente principale.

Passo 1.13

Come si denota dalla Figura 72 l'ambiente principale indica che le verifiche sono già state effettuate con esito positivo. Per questo motivo costituirebbe un errore, a questo punto, cliccare sul tasto 'Calcola' della barra degli strumenti in quanto in tale caso UdF-TM andrebbe a ridimensionare il collegamento sulla base delle indicazioni riportate nell'ambiente relativo alle opzioni della piastra di Base (Figura 66) perdendo le personalizzazioni impostate nell'ambiente di verifica.

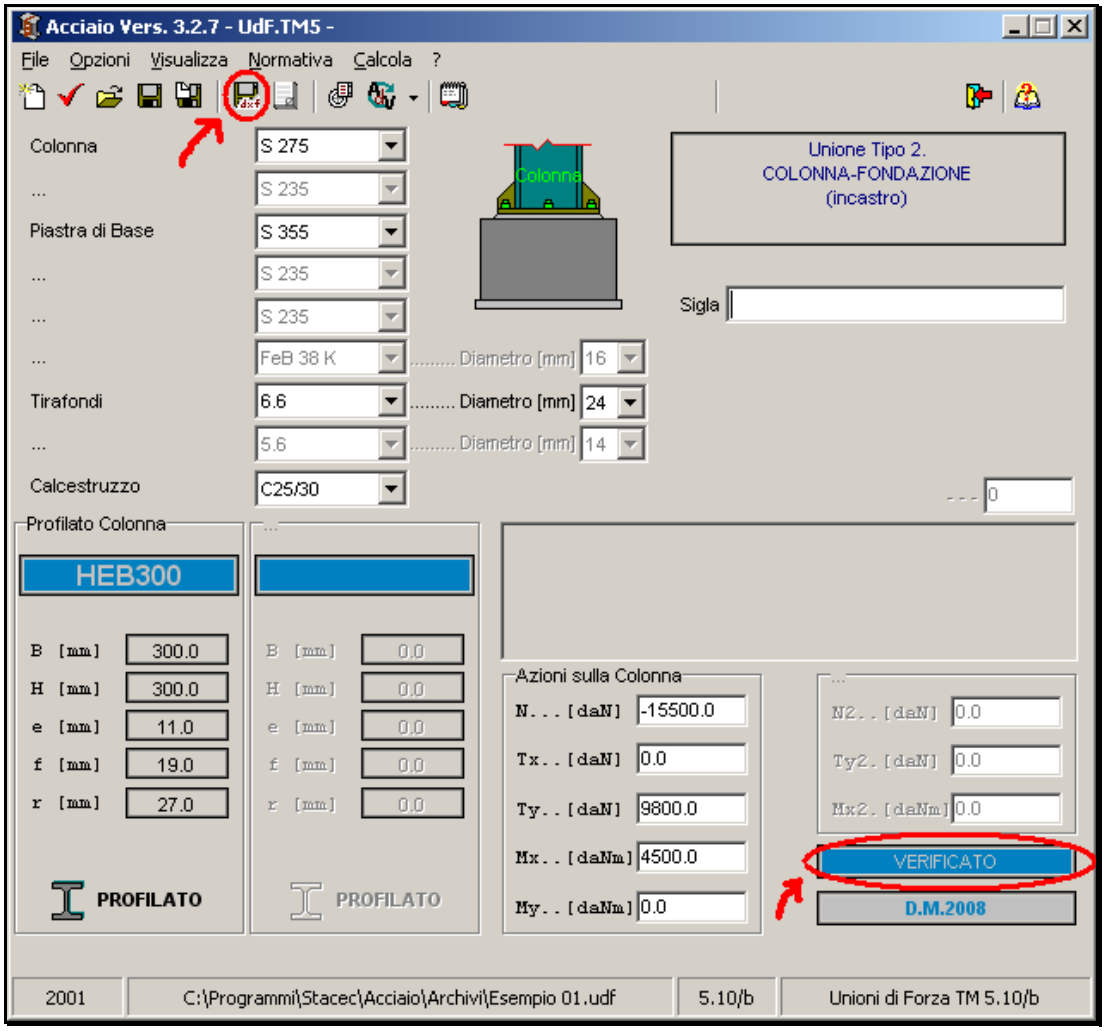


Figura 72

Cliccare sul tasto 'Crea DxF' della barra degli strumenti per avviare la visualizzazione del disegno esecutivo.

Esempio 2

Progetto di un collegamento con flangia Trave-Colonna

Passo 2.1

Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto ‘nuovo’ e nella finestra ‘Tipologia Collegamenti’ selezionare ‘Unione Tipo 10’.

Passo 2.2

Inserire per la colonna e per la trave un acciaio ‘S275’ e per la piastra di base un acciaio ‘S355’. Prevedere, inoltre, Bulloni tipo 8.8 di diametro 18 mm.

Passo 2.3

Il tipo di collegamento scelto prevede l’utilizzo di due profilati. Cliccare sul tasto profilato all’interno della sezione ‘Profilato Colonna’ e prelevare dal sagomario allegato un profilo tipo ‘HeB300’. Cliccare, poi , sul tasto profilato all’interno della sezione ‘Profilato Trave’ e prelevare dal sagomario allegato un profilo tipo ‘IPE330’.

Passo 2.4

Completare l’input mancante, ed in modo particolare lo stato sollecitazionale, così come riportato nella Figura 73.

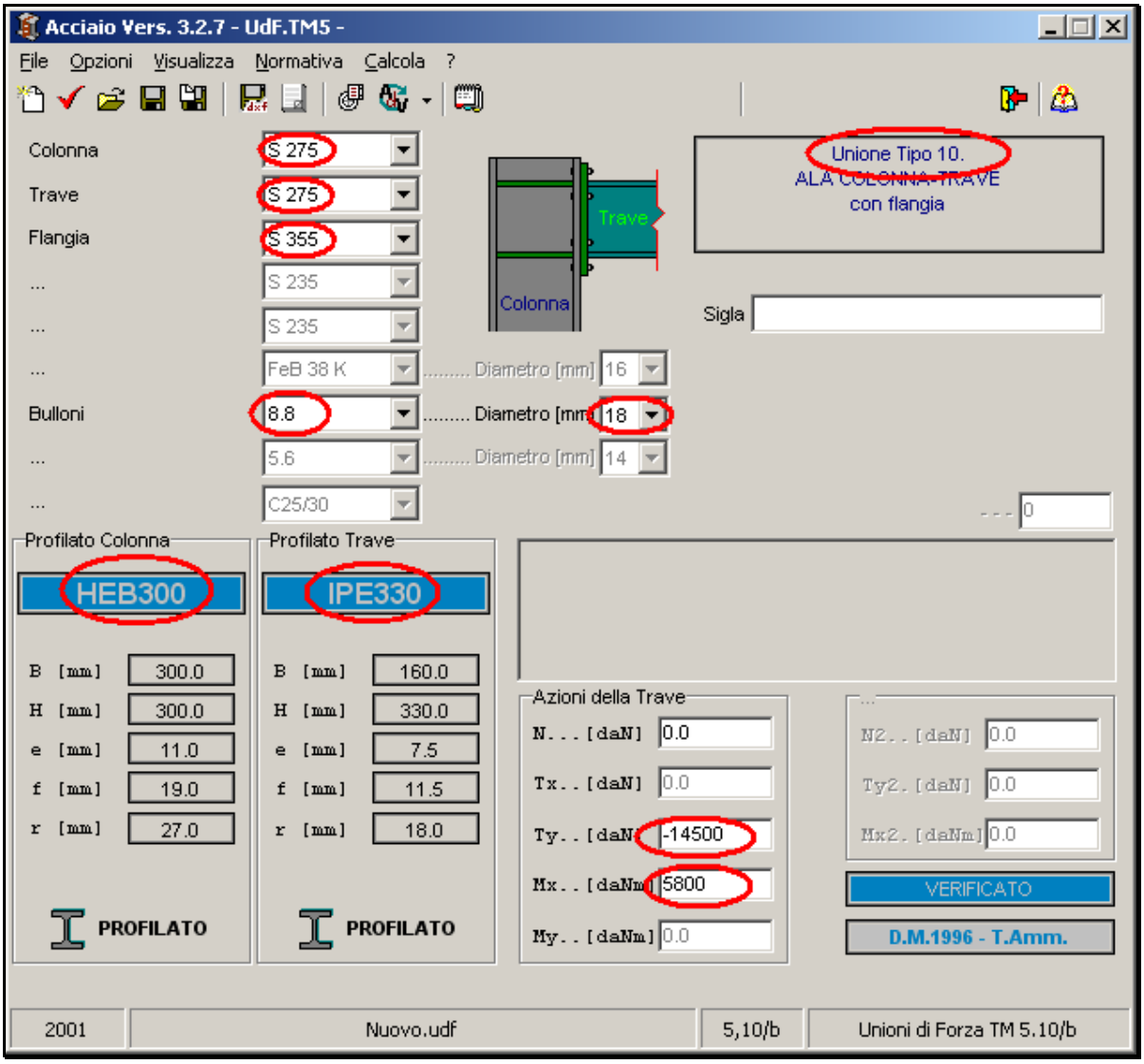


Figura 73

Passo 2.5

Volendo accettare le impostazioni di default di UdF-TM ed avendo fornito le informazioni sui materiali, sulla geometria e sulle sollecitazioni esterne, potremmo a questo punto calcolare il collegamento e visualizzare il relativo disegno esecutivo.

Per completezza, però, accediamo all'ambiente 'Opzioni Flange' tramite la voce 'Opzioni' del Menu.

Passo 2.6

All'interno dell'ambiente così apparso impostare sia lo spessore minimo che lo spessore massimo della lamiera (flangia) a 15 mm per imporre ad UdF-TM tale grandezza.

Impostare, inoltre, il campo ‘Incremento per loops della flangia’ a 10 mm in modo che nei suoi tentativi di dimensionamento della flangia UdF-TM restituisca dimensioni (relativi alla larghezza ed all’altezza) multipli di 10 mm.

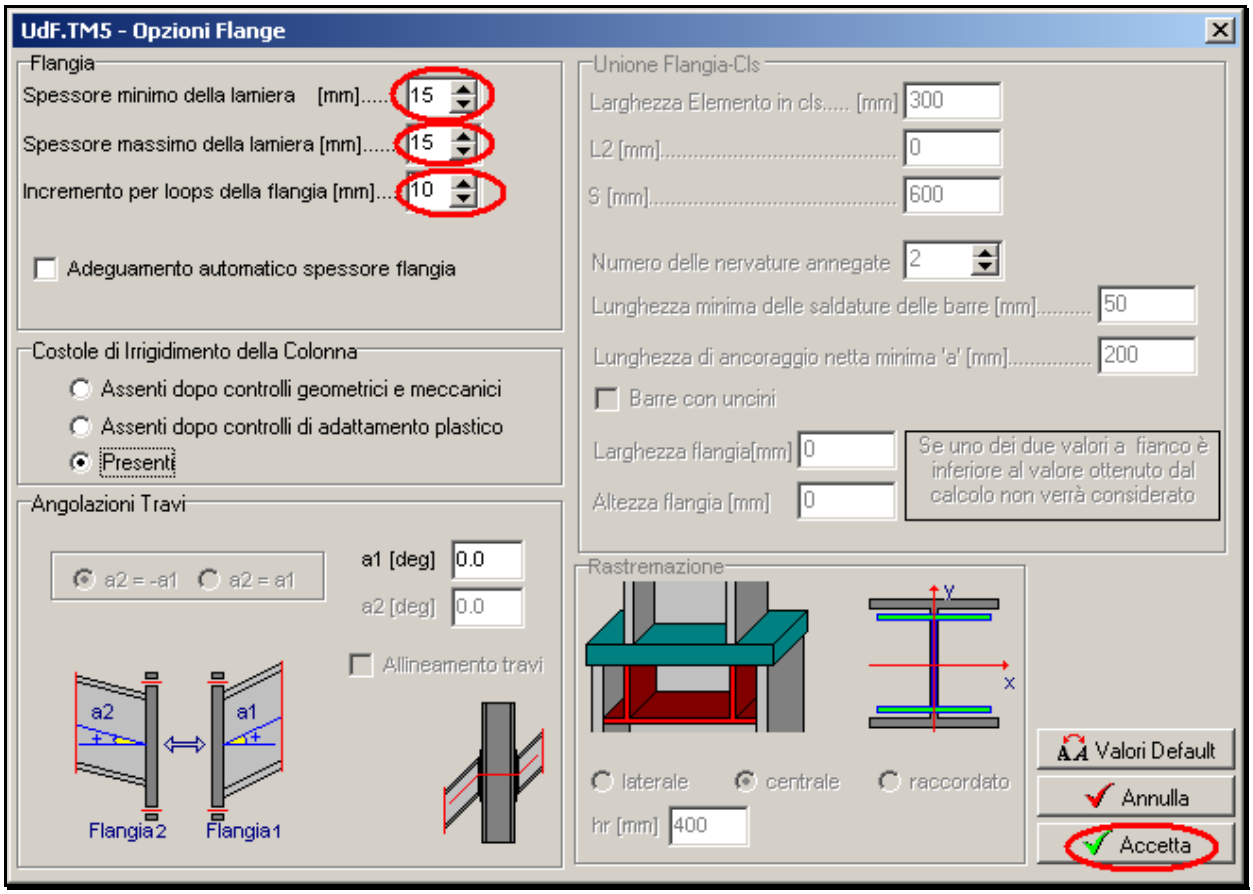


Figura 74

Cliccare, infine, sul tasto ‘Accetta’ per salvare le modifiche apportate e ritornare all’ambiente principale.

Passo 2.7

A questo punto UdF possiede tutte le informazioni per effettuare il calcolo.

Dal menu selezionare ‘Normativa’ e poi ‘D.M.2008’. Cliccare, infine, nella barra degli strumenti sul tasto ‘Calcola’.

Se tutte le operazioni relative ai passi precedenti sono state eseguite in modo corretto apparirà il seguente messaggio.

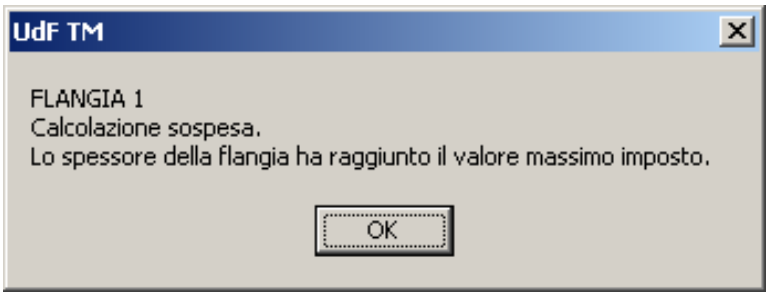


Figura 75

Scegliere ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 2.8

Ritornare all’ambiente ‘Opzioni Flange’ riportato in Figura 74 ed portare il valore massimo dello spessore della lamiera da 15 mm a 20 mm.

Cliccare sul tasto ‘Accetta’ per salvare le modifiche apportate e ritornare all’ambiente principale.

Passo 2.9

Cliccare nuovamente nella barra degli strumenti sul tasto ‘Calcola’ . Questa volta dovrebbe apparire un messaggio di verifica riuscita (in quanto UdF-TM ha potuto sforare i 15 mm prima imposti come massimo per lo spessore della flangia).

Passo 2.10

Cliccare sul tasto ‘Crea DxF’ della barra degli strumenti per avviare la visualizzazione del disegno esecutivo.

Dalla lettura del disegno si deciderà di intervenire verso una ottimizzazione del collegamento intervenendo sulle dimensioni della flangia, sul numero e sul posizionamento dei bulloni.

Passo 2.11

Ritornare nell’ambiente principale e nella barra degli strumenti cliccare sul tasto ‘ Ambiente di Verifica – Flangia 1 ’ per visualizzare l’omonima finestra.

Tramite questo ambiente sarà possibile imporre determinati valori alle grandezze geometriche in gioco più importanti e ridimensionare l’intera flangia. Infine, ovviamente, occorrerà verificare tali operazioni effettuando sia le verifiche geometriche (che controlleranno le reciproche distanze tra bulloni, margini della piastra e profilato) sia le verifiche meccaniche (per riscontrare che le tensioni di calcolo siano ovunque inferiori alle tensioni di progetto).

L’AdV dovrebbe apparire come indicato in Figura 76

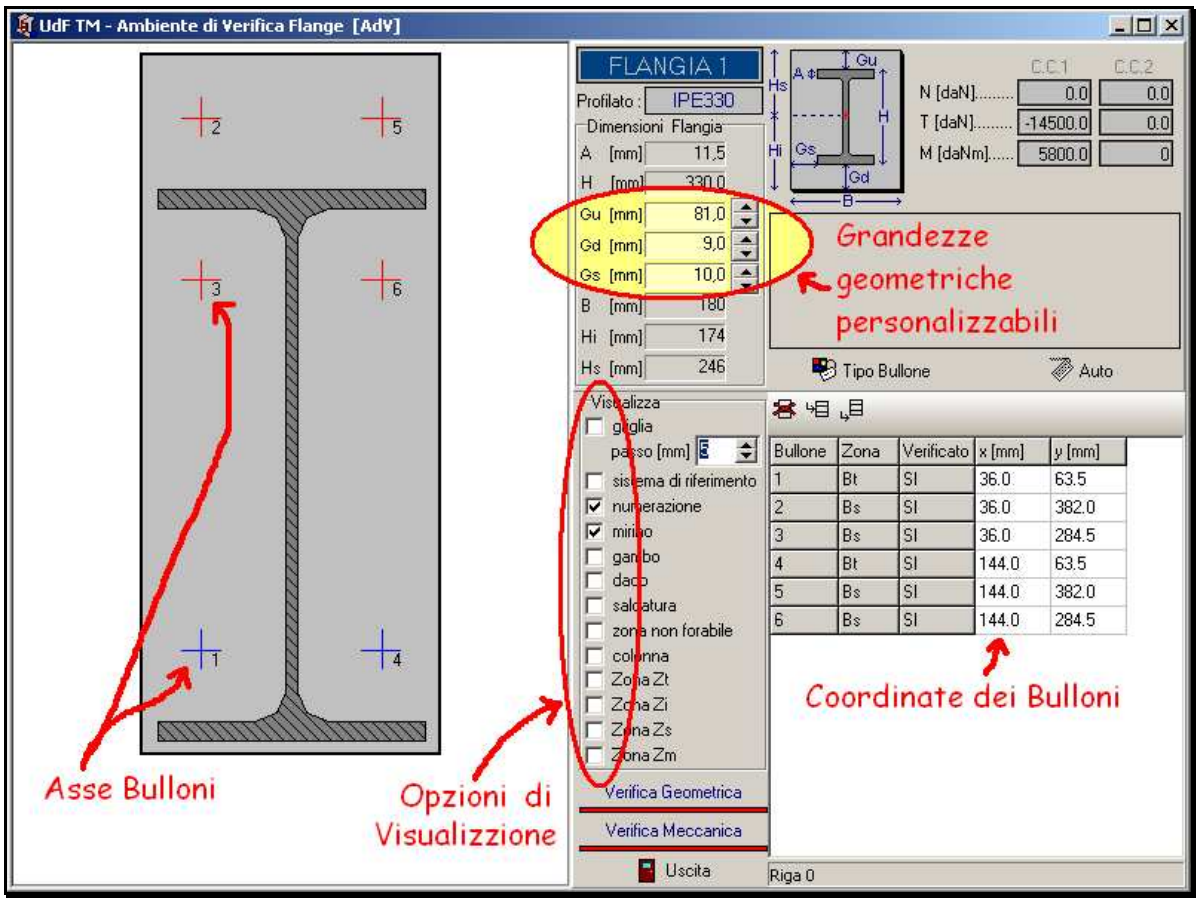


Figura 76

Passo 2.12

La Flangia dovrebbe avere una altezza totale pari a ‘Hi’ + ‘Hs’ ossia a 174 mm + 246 mm = 420 mm ed una larghezza di 180 mm. E’ quindi possibile variando il valore di ‘Gu’, di ‘Gd’ variare rispettivamente il valore di ‘Hs’ e di ‘Hi’ e, di conseguenza, l’intera altezza della flangia. Allo stesso modo cambiando il valore di ‘Gs’ è possibile stabilire la larghezza della flangia.

In ogni modo le dimensioni calcolate da UdF-TM sono accettabili per cui non verranno, in questa fase, alterate,

Passo 2.13

L’obiettivo sarà, invece, quello di aggiungere altri quattro bulloni così come riportato nella Figura 77 e adeguare le dimensione della flangia.

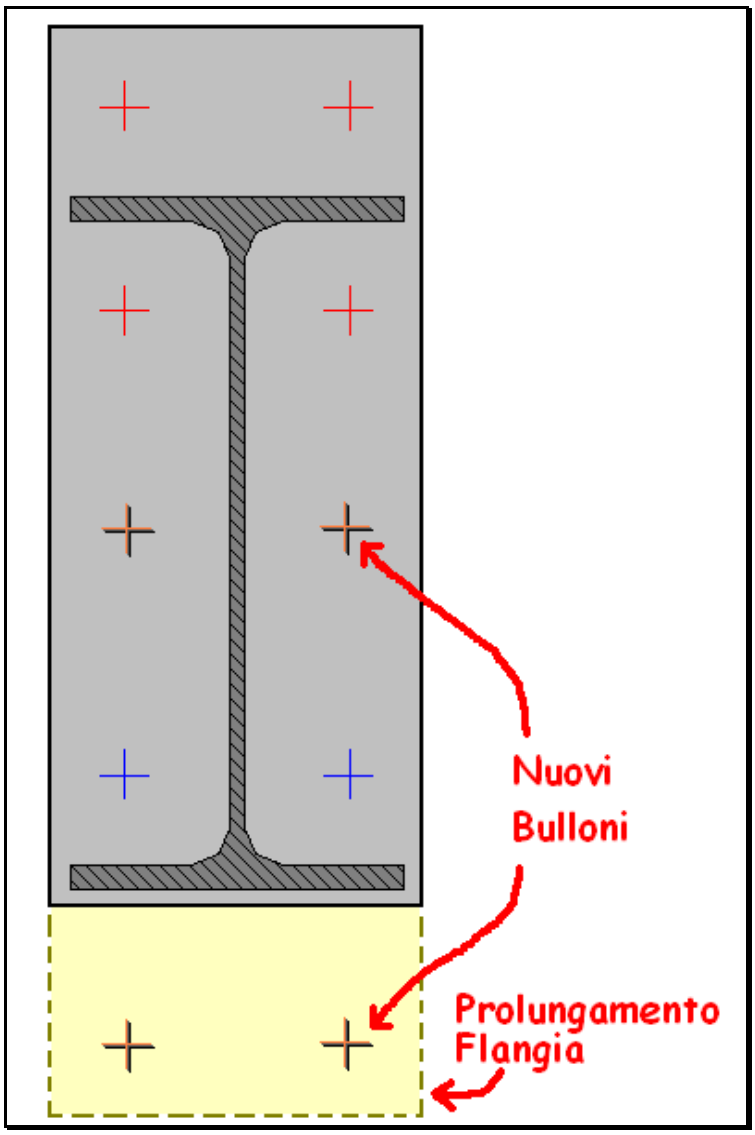


Figura 77

Passo 2.14

All'interno dell'AdV portare il cursore sopra la flangia e cliccare sul tasto destro del mouse. Selezionare (se non risulta già selezionato) la voce 'Cambia Tipo' e cliccare sul bullone N.1.

Appare la finestra 'Tipologie Bulloni' dove è possibile definire il tipo di sollecitazione a cui un bullone sarà destinato.

Bs sono i bulloni che contrastano eventuali azioni di trazione o di momenti flettenti capaci di mandare in trazione l'ala superiore del profilato costituente la trave.

Possono essere disposti solo all'interno di una determinata zona della flangia disposta attorno all'ala superiore e denominata come 'Zs'.

Bt sono i bulloni che contrastano eventuali azioni di taglio e di torsione. Possono essere disposti ovunque all'interno della flangia (anche se il posto più opportuno è all'interno della zona denominata 'Zt'), compatibilmente con le disposizioni in merito alle distanze dai margine imposte dalla normativa.
Bi sono i bulloni che contrastano eventuali azioni di trazione o di momenti flettenti capaci di mandare in trazione l'ala inferiore del profilato costituente la trave.
Possono essere disposti solo all'interno di una determinata zona della flangia disposta attorno all'ala inferiore e denominata come 'Zi'.
Bm sono i bulloni che contrastano eventuali azioni di trazione o di momenti flettenti capaci di mandare in trazione l'ala superiore o inferiore del profilato costituente la trave.
Possono essere disposti solo all'interno della zona denominata come 'Zm'.

Impostare, a questo punto, il bullone selezionato come tipologia 'Bi' e premere su 'OK'.

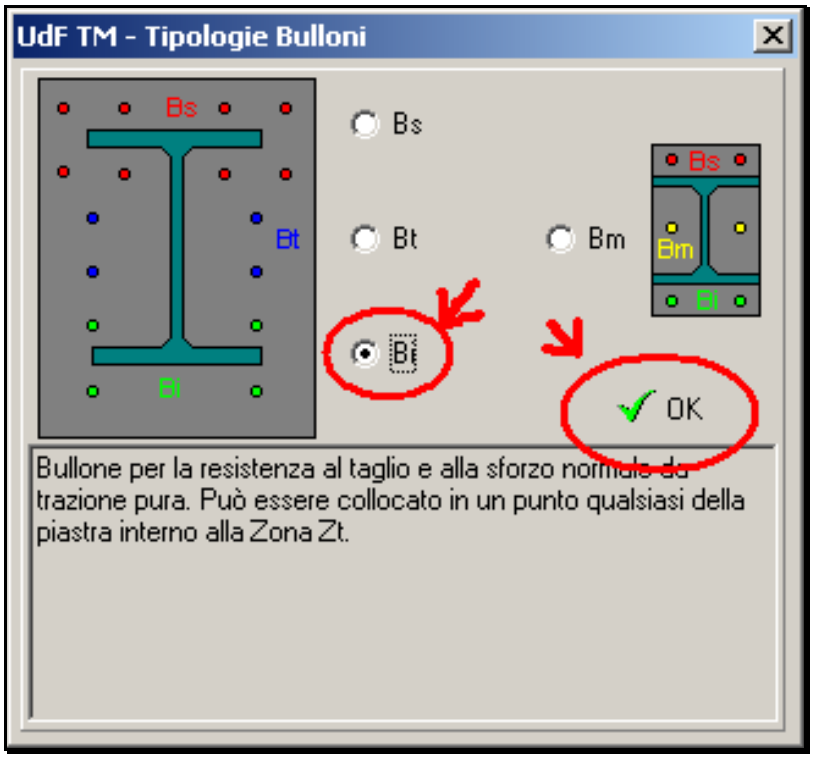


Figura 78

Passo 2.15
L'AdV presenta adesso gli assi del bullone N.1 colorati di verde a testimonianza del cambiamento di tipo da 'Bt' a 'Bi'.

Occorre adesso fare la stessa operazione sul bullone N.4 o meglio eliminarlo e lasciare fare tutto ad UdF-TM.
Cliccare con il tasto destro del mouse all'interno della flangia e selezionare la voce 'Cancella'. Disporsi sul bullone N.4 e cliccare con il tasto sinistro del mouse. Alla richiesta di cancellazione dei bulloni corrispondenti rispondere '**NO**' in modo che venga mantenuto il bullone N.1.
Premere, adesso, il pulsante 'Verifica Geometrica ' e alla richiesta di effettuare in automatico la corrispondenza dei bulloni rispondere 'YES'.
UdF-TM oltre a disporre altri tre bulloni tipo 'Bi' perfeziona le dimensioni della flangia in modo che le distanze tra i nuovi bulloni ed i margini liberi siano conformi a quelle indicate dalla normativa scelta (D.M.2008).
La flangia dovrebbe apparire come in Figura 79.

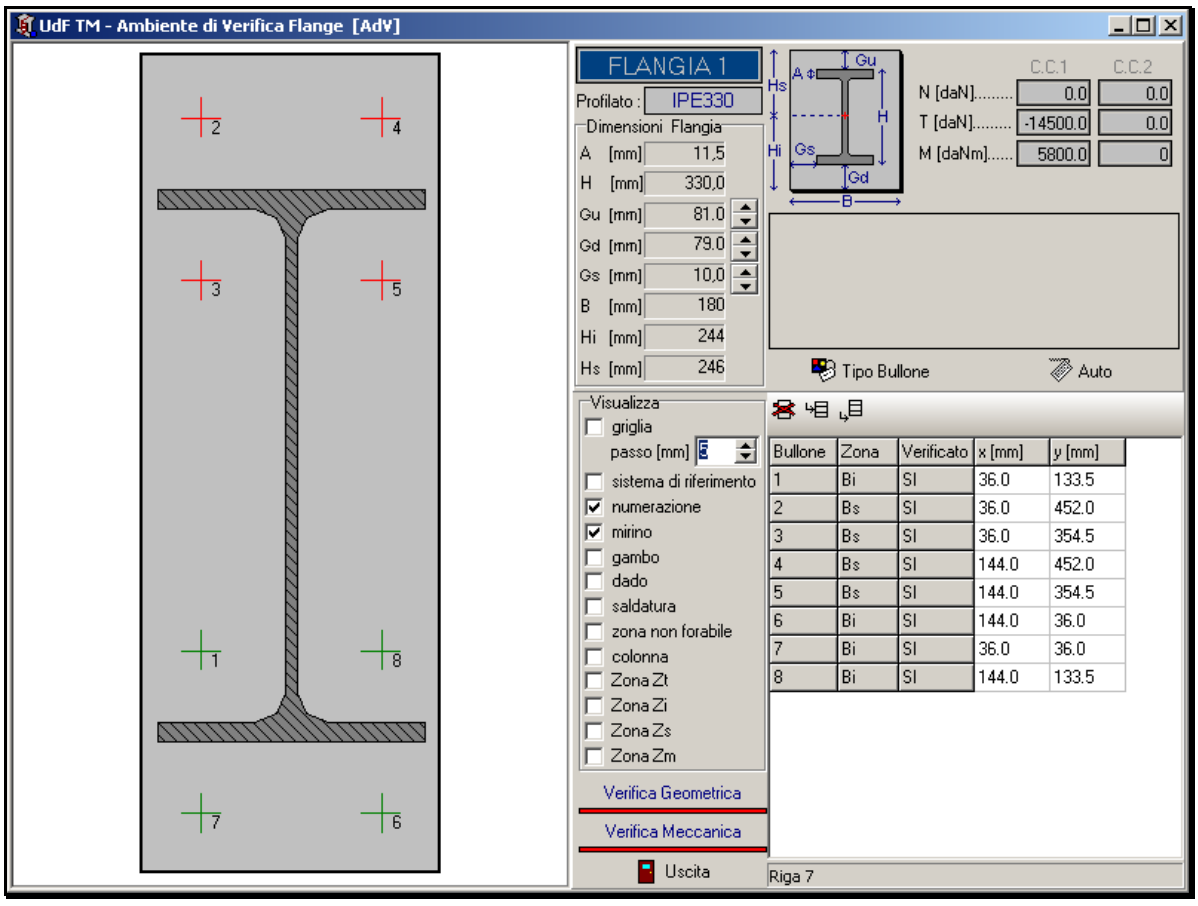


Figura 79

Passo 2.16

La Flangia dovrebbe adesso avere una altezza totale pari a 'Hi' + 'Hs' ossia a 244 mm + 246 mm = 490 mm ed una larghezza di 180 mm.

Le dimensioni calcolate da UdF-TM, essendo multipli di 10 mm, sono accettabili per cui non verranno alterate manualmente attraverso i campi ‘Gu’, ‘Gd’ e ‘Gs’.

Passo 2.17

Per aggiungere gli ultimi due bulloni centrali cliccare sul tasto destro del mouse con il cursore posto sulla flangia. Selezionare la voce ‘Aggiungi’ e cliccare nella zona della flangia tra il bullone N.1 ed il bullone N.3.
Apparsa, in questo modo, nuovamente la finestra ‘Tipologie Bulloni’ selezionare un bullone tipo ‘Bt’e premere sul tasto ‘OK’ per confermare la scelta.
La flangia conterrà il nuovo bullone N.9 così come indicato nella Figura 80.

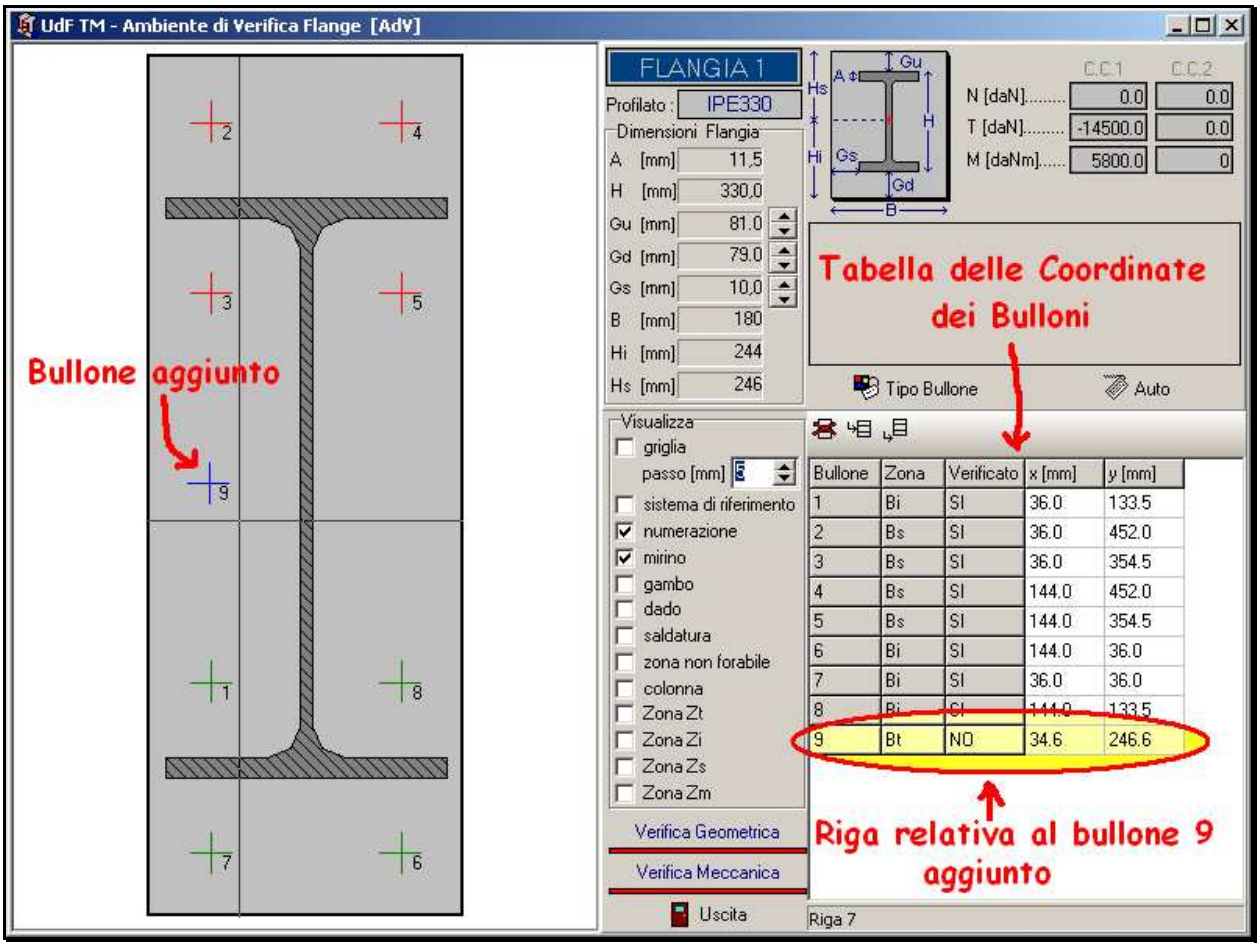


Figura 80

Nella tabella delle coordinate dei bulloni, in corrispondenza del bullone N.9 imporre X[mm]=36 e Y[mm]=245 per posizionare correttamente il bullone selezionato.

Passo 2.18

Cliccare sul pulsante ‘Verifica Geometrica ’ per due volte. La prima volta UdF-TM provvederà ad aggiungere e a disporre simmetricamente il bullone N.10 al bullone N.9. Con il secondo Click verranno avviate le procedure di verifica geometrica.
Se Tale verifiche presenteranno esito positivo il corrispondente campo si colorerà di verde.
Cliccare, infine, sul pulsante ‘Verifica Meccanica ’ per le verifiche di resistenza del collegamento e poi sul tasto ‘Uscita’ per confermare il tutto e ritornare nell’ambiente principale.

Passo 2.19

Come si denota dalla Figura 81 l’ambiente principale indica che le verifiche sono già state effettuate con esito positivo. Per questo motivo costituirebbe un errore, a questo punto, cliccare sul tasto ‘Calcola’ della barra degli strumenti in quanto, in tale caso, UdF-TM andrebbe a ridimensionare il collegamento sulla base delle indicazioni riportate nell’ambiente relativo alle opzioni Flangia (Figura 74) perdendo, di fatto, le personalizzazioni impostate nell’ambiente di verifica (AdV).

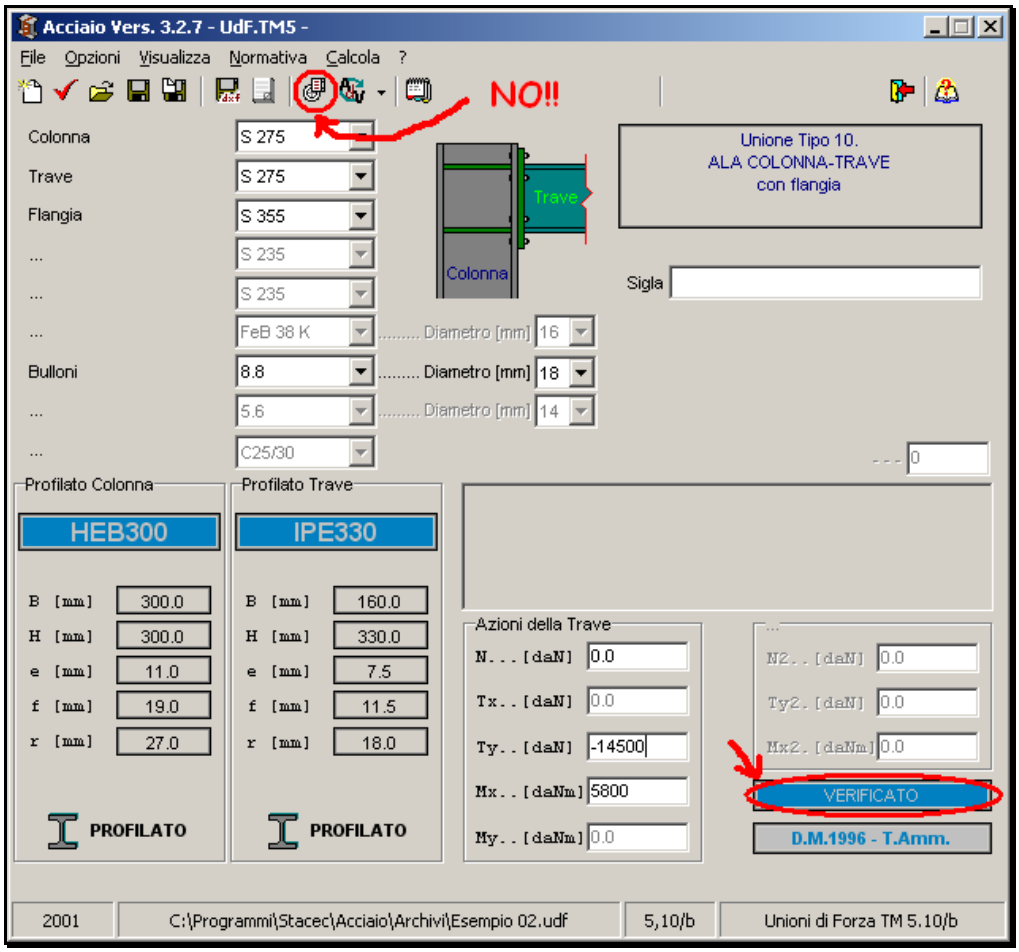


Figura 81

Cliccare sul tasto ‘Crea DxF’ della barra degli strumenti per avviare la visualizzazione del disegno esecutivo.

Passo 2.20

Nell’ambiente principale, cliccare sul tasto ‘Dettagli’ della barra degli strumenti.
Verrà visualizzata, in questo modo, la finestra ‘Azioni sui Bulloni’ in cui sarà possibile controllare lo stato tensionale su ognuno dei bulloni stessi secondo le due viste principali.

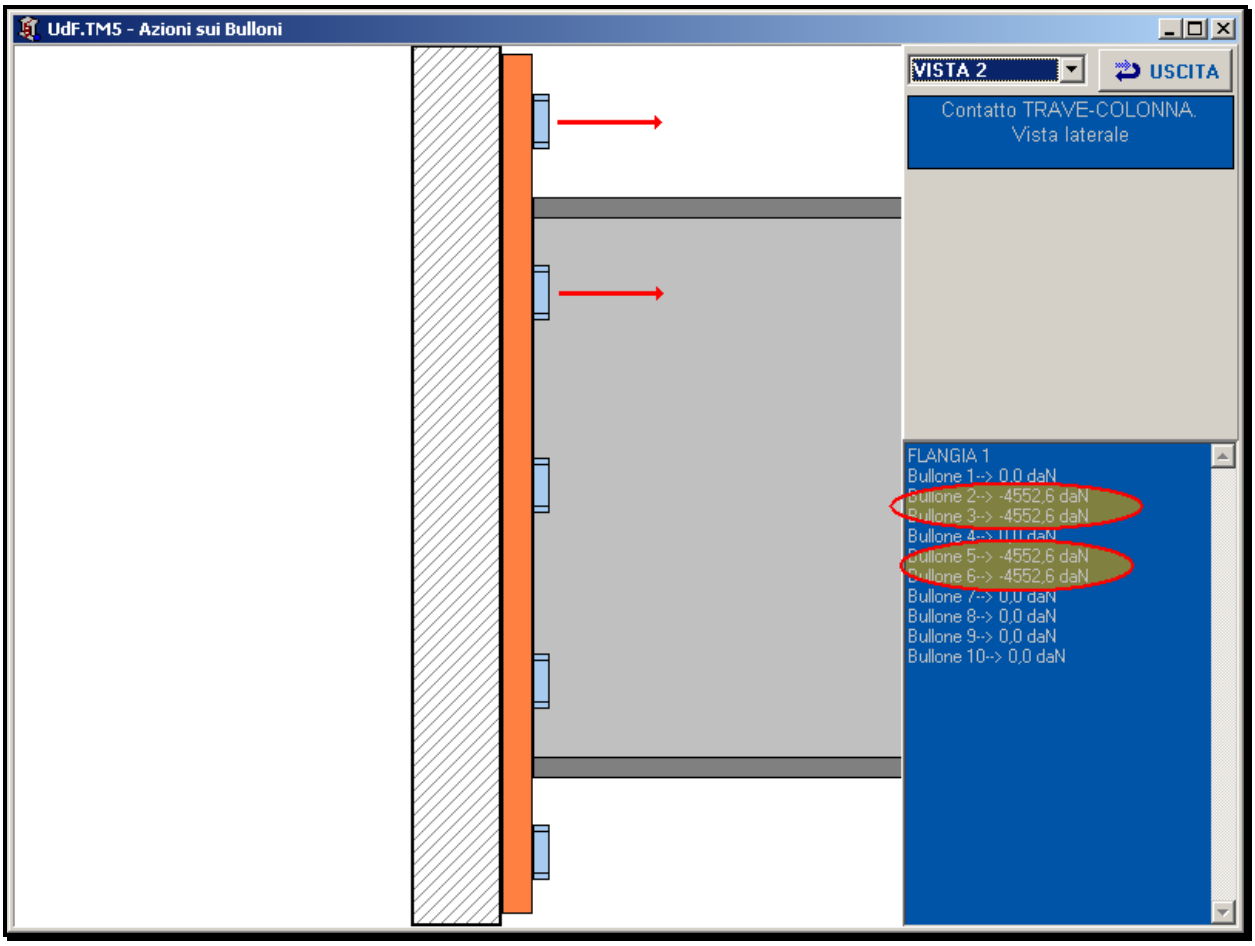


Figura 82

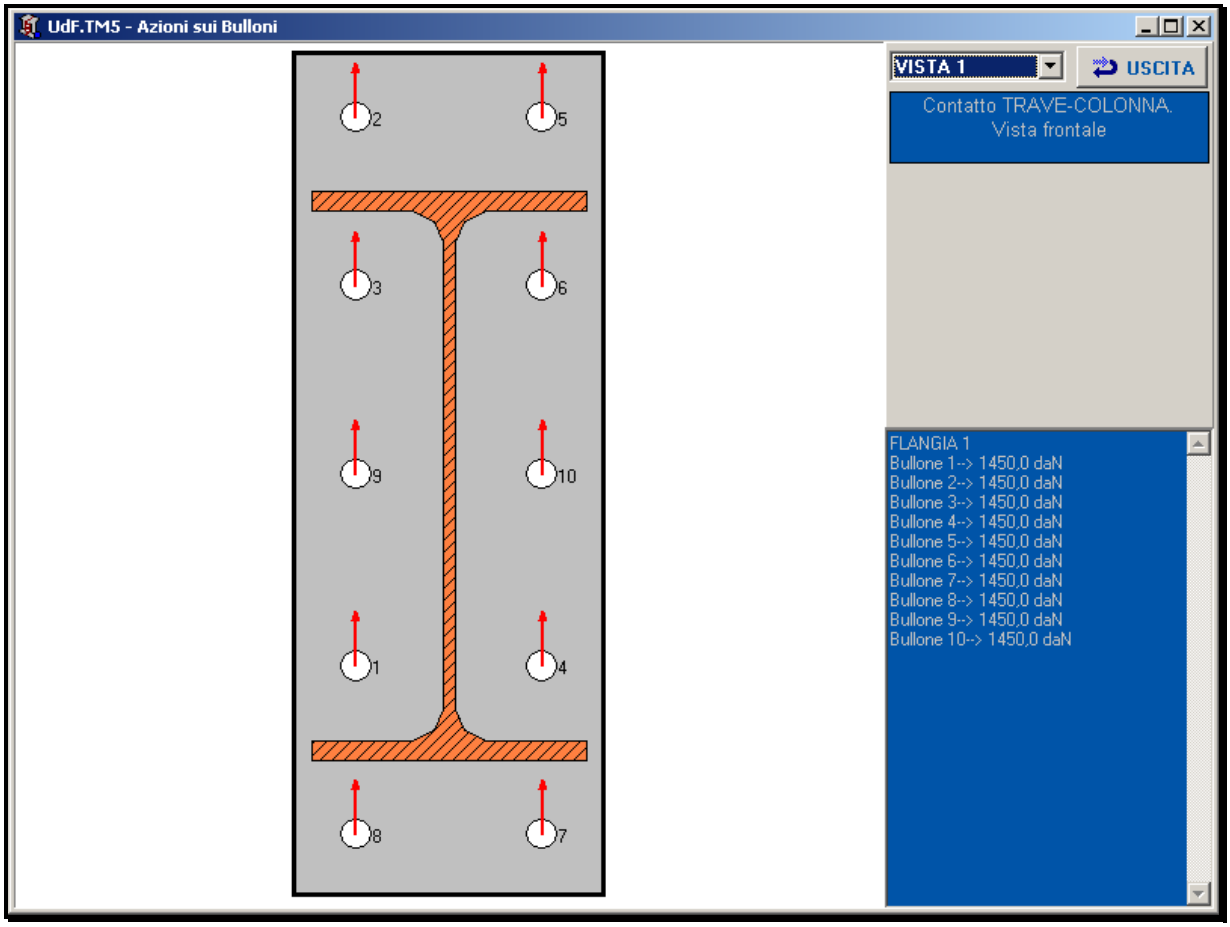

UdF.TM5 - Azioni sui Bulloni
VISTA 1
USCITA
Contatto TRAVE-COLONNA.
Vista frontale
FLANGIA 1
Bullone 1--> 1450,0 daN
Bullone 2--> 1450,0 daN
Bullone 3--> 1450,0 daN
Bullone 4--> 1450,0 daN
Bullone 5--> 1450,0 daN
Bullone 6--> 1450,0 daN
Bullone 7--> 1450,0 daN
Bullone 8--> 1450,0 daN
Bullone 9--> 1450,0 daN
Bullone 10--> 1450,0 daN
2
5
3
6
9
10
1
4
8
7

Figura 83

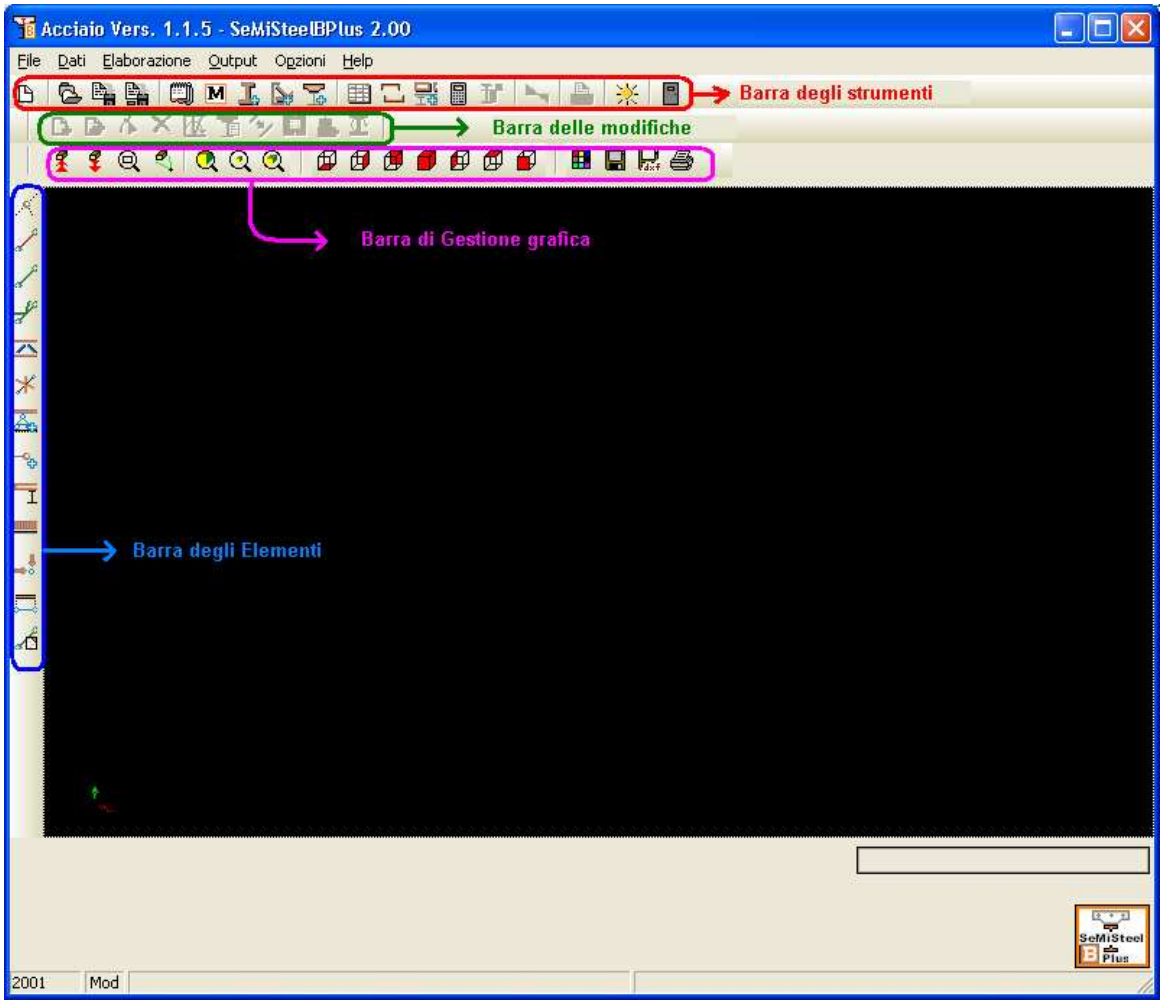
SeMiSteel B-Plus

ESEMPIO DI INSERIMENTO DELL'INPUT PER IL PROGETTO DI UN CAVALCAVIA A DUE CAMPATE.

Passo 0.

- Note Preliminari -

L’ambiente principale di SeMiSteel B-Plus è mostrato in figura



Per facilitare nel proseguo l’inserimento dell’input utilizzare i seguenti tasti:

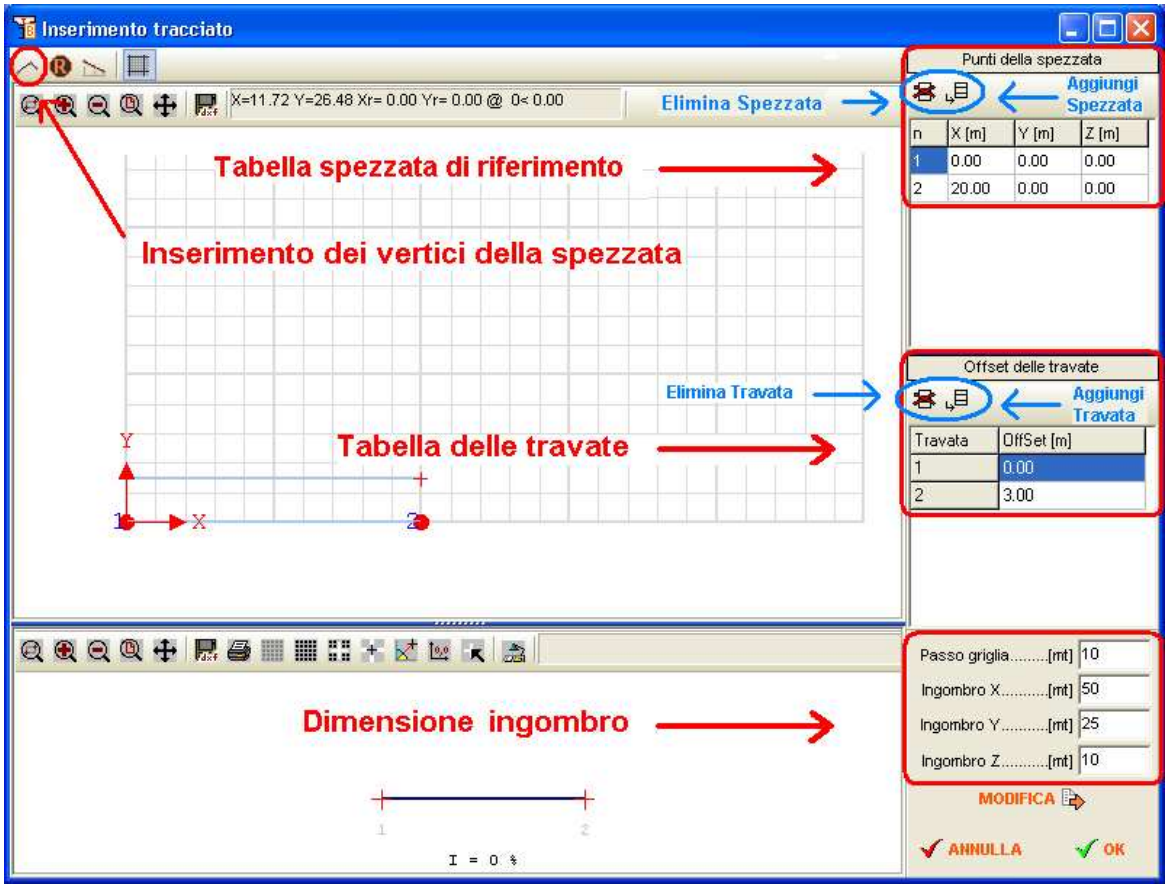
- Per rotazioni attorno al baricento, nella direzione desiderata, utilizzare i quattro tasti delle frecce direzionali sulla tastiera.
- Per lo Zoom utilizzare il tasto + (*per ingrandire*) e – (*per rimpicciolire*) sulla tastiera.
- Per rotazioni attorno al punto di vista utilizzare i quattro tasti delle frecce direzionali sulla tastiera unitamente al tasto ‘CTRL’.

Passo 1.

Mandare in esecuzione SeMiSteel B-Plus e cliccare sul pulsante ‘Nuovo Progetto’ della barra degli strumenti. Appare la finestra ‘Inserimento tracciato’ dove sarà possibile definire un tipo di traiettoria oltre al numero e la lunghezza delle campate e alla disposizione delle travate principali portanti.

Passo 2.

Il tipo di traiettoria da seguire sarà determinato attraverso una linea spezzata provvista di raccordi circolari ai vertici interni. La spezzata così raccordata costituirà la prima travata principale indispensabile, attraverso una disposizione parallela, per il posizionamento delle altre travate.
La larghezza della carreggiata, invece, dipenderà dal numero di travate principali e dalla loro reciproca distanza (oltre alla larghezza di eventuali sbalzi laterali disposti nei passi successivi).
Impostare una ‘Traiettoria’ attraverso le coordinate dei punti della spezzata (trave di riferimento) e posizionare le travate ‘principali’ parallelamente alla spezzata di riferimento, utilizzando la ‘Tabella delle travate’.



Passo 3.

Per ottenere una spezzata con tre segmenti occorre introdurre ulteriori due nodi a quelli già presenti per default nella 'Tabella spezzata di riferimento'.
Ciccare, quindi, due volte sul tasto 'Aggiunge una riga in ultima posizione' per predisporre i nuovi campi necessari e modificare i valori della colonna 'x[m]' 'y[m]' e 'z[m]' così come riportato nel prospetto seguente e cliccare sul tasto 'Modifica' per accettare i dati.

Nodo	x[m]	y[m]	z[m]
1	0	0	0
2	20	10	0
3	35	5	0
4	70	10	8

Passo 4.

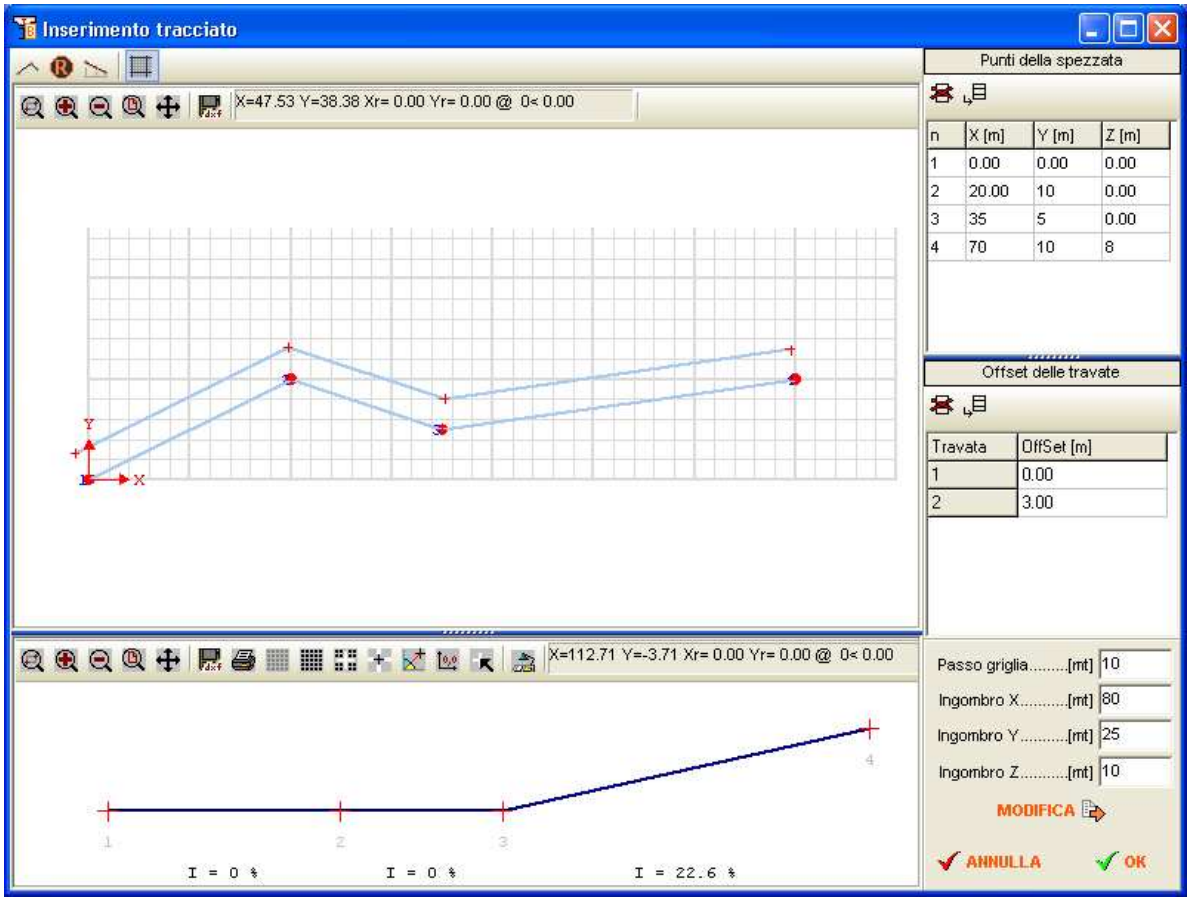
Di default SeMisteel B-plus imposta due travate con interasse trasversale di 3 m. Il numero e gli interassi delle travate costituenti l'impalcato viene gestito attraverso la 'tabella delle travate'.
Il progetto in esempio sarà provvisto di due travate con interasse di 3 m (proprio come i valori di default) per cui lasciare invariata la suddetta tabella che dovrebbe apparire come mostrato nel prospetto seguente.

Travata	OffSet [m]
1	0
2	3.00

Il valore espresso in 'OffSet' indica, dunque, la distanza relativa assiale tra la travata selezionata e la precedente (per questo motivo la travata 1 deve sempre avere un valore nullo).

Tramite i parametri relativi alla 'dimensione ingombro' e al 'passo griglia', l'utente visualizza e gestisce l'estensione dell'ambiente di lavoro per avere, in ogni istante, le

indicazioni di massima (da rifinire eventualmente con l'apposita tabella) per l'inserimento grafico dei vertici della spezzata di riferimento.
In questo esempio viene modificato l'ingombro X portando il valore a 80 m. Cliccare, poi, sul tasto 'Modifica'.

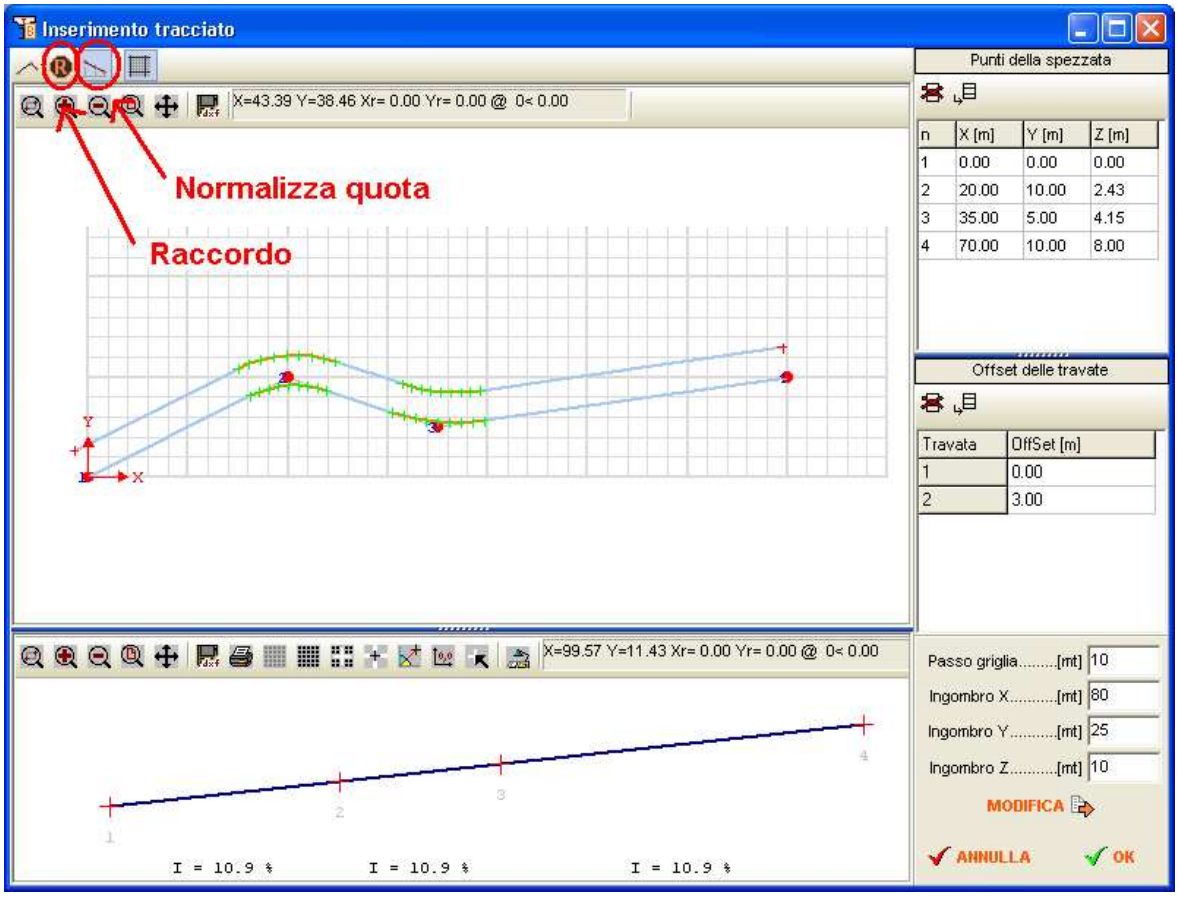


Passo 5.

Definita la traiettoria, attraverso l'unione dei nodi della spezzata, è possibile raccordare i vertici interni della spezzata di riferimento.
Cliccare il tasto 'Raccordo', selezionare il tratto 1-2 e successivamente il tratto 2-3, apparirà una nuova finestra dove inserire il valore 10 m come raggio di curvatura.
Ripetere la stessa operazione in corrispondenza del vertice 3 con raggio di curvatura 20 m.
I raccordi così definiti verranno, in tempo reale ed automaticamente, estesi a tutte le travate principali.

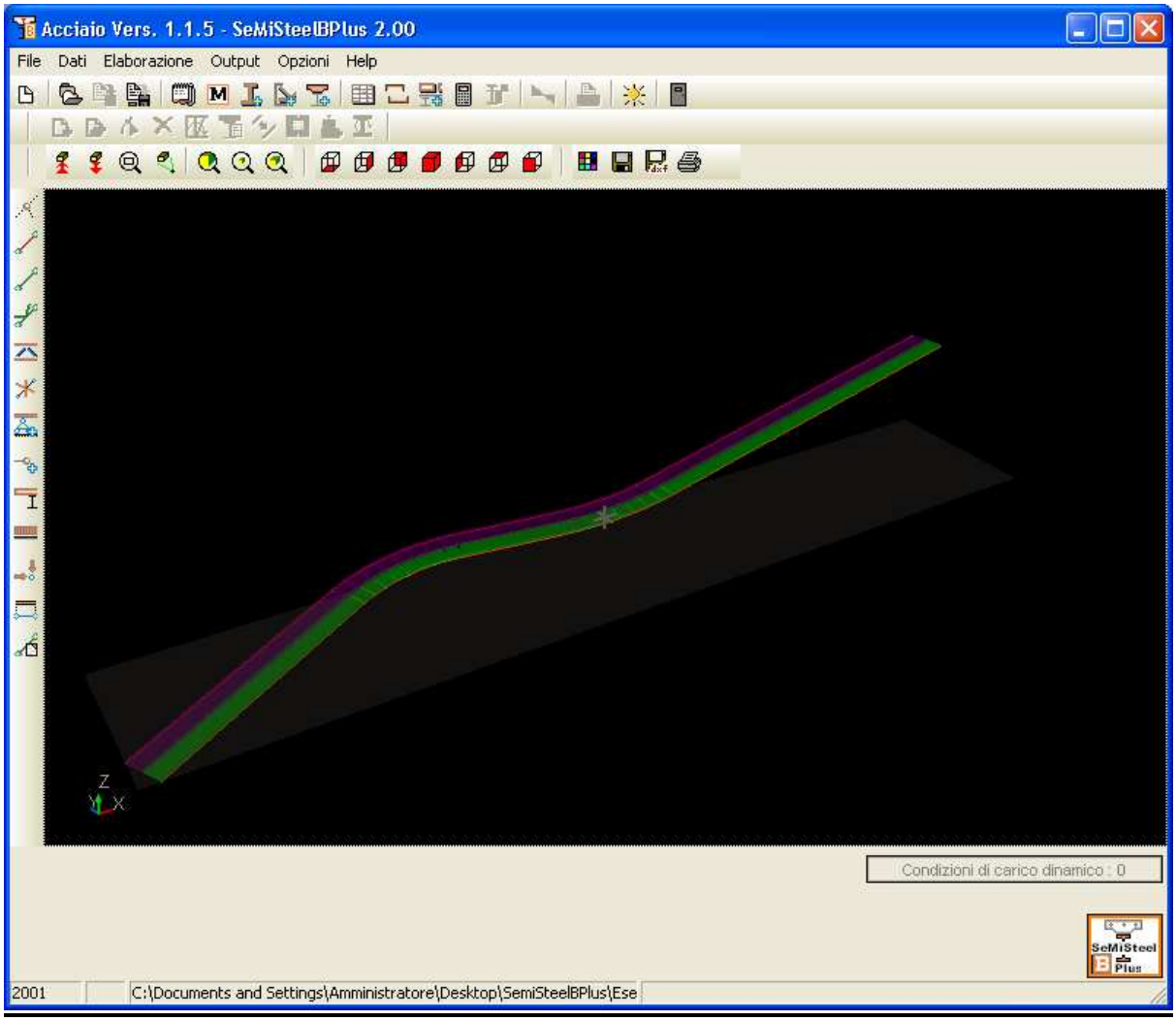
E’ possibile, inoltre, tra due vertici della spezzata di riferimento a quota nota, linealizzare la coordinata ‘z’ dei vertici interni per ottenere tratti di percorso a pendenza costante.
Dopo avere cliccato sul tasto ‘Quote Linearizzate’, selezionare, all’interno della vista in pianta, il tratto 1-2 e successivamente il tratto 3-4. SeMiSteel B-Plus andrà a leggere la quota del punto iniziale del primo tratto e del punto finale del secondo tratto e linearizzerà i valori ‘z’ di tutti in punti compresi nel tratto così definito.
Per traiettorie con tratti a pendenza diversa ripetere più volte l’operazione appena descritta.

Ciccare sul tasto ‘Modifica’ per salvare e graficizzare le modifiche apportate.



Passo 6.

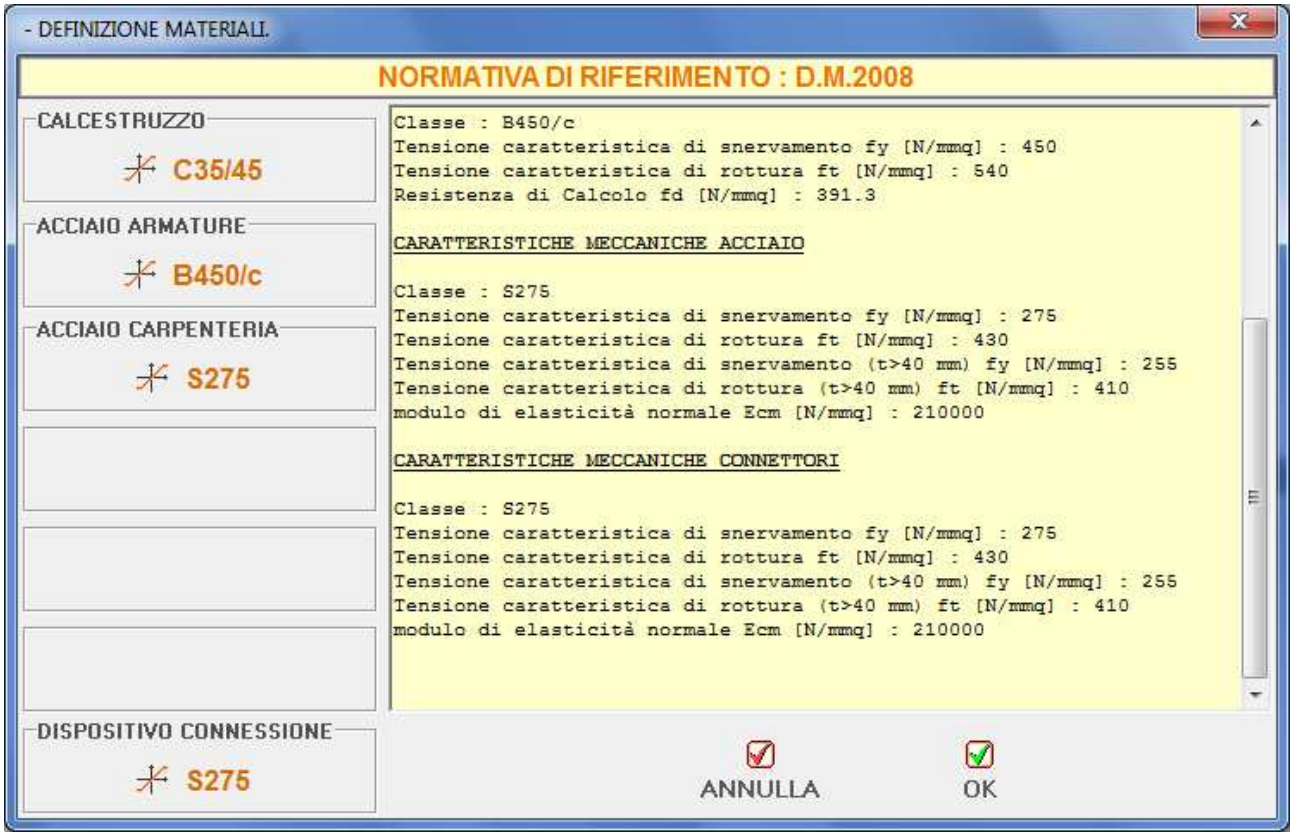
Ciccare, quindi, su ‘OK’ per chiudere la finestra, salvare le impostazioni effettuate e ritornare all’ambiente principale di SeMiSteel B-Plus.



Passo 7.

Dalla Barra degli Strumenti cliccare sul tasto ‘Opzioni di Visualizzazione’ ed attivare tutte le voci presenti nella finestra apparsa con l’esclusione di ‘Numero dell’asta’ e ‘Numero del nodo’.
Chiudere la finestra ‘Opzioni di Visualizzazione’.

Dalla ‘Barra degli Strumenti’ cliccare sul tasto ‘Materiali’ per visualizzare la finestra ‘Definizione Materiali’, personalizzare come mostrato in figura.



Cliccare su ‘Ok’ per accettare le modifiche apportate e ritornare nell’ambiente principale.

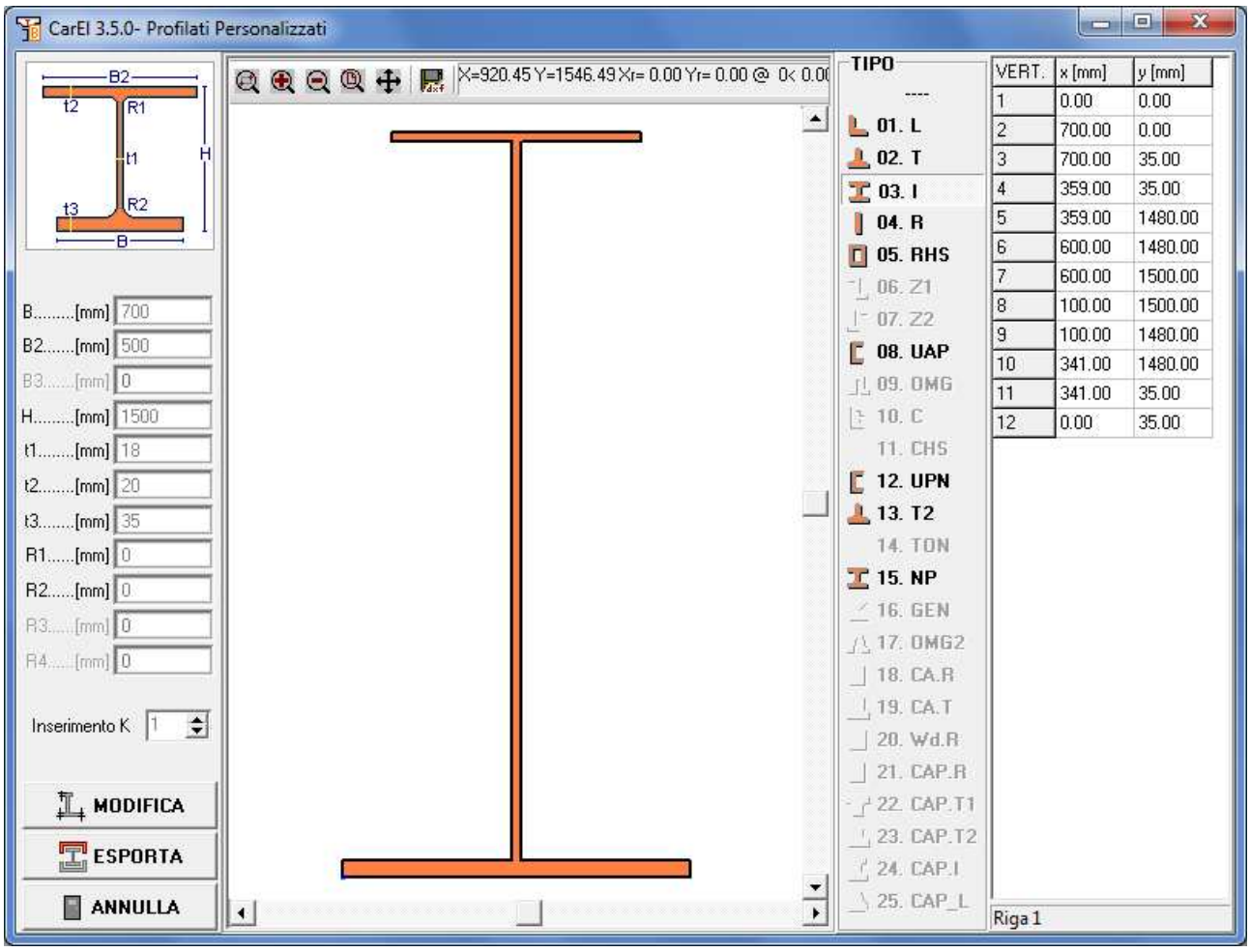
Passo 8.

Definita la geometria e i materiali, occorre associare ad ognuno degli assi di calcolo le relative sezioni trasversali.
A tal fine, per completezza, verranno utilizzati diversi tipologie di profilati in acciaio ed in modo particolare si assocerà :

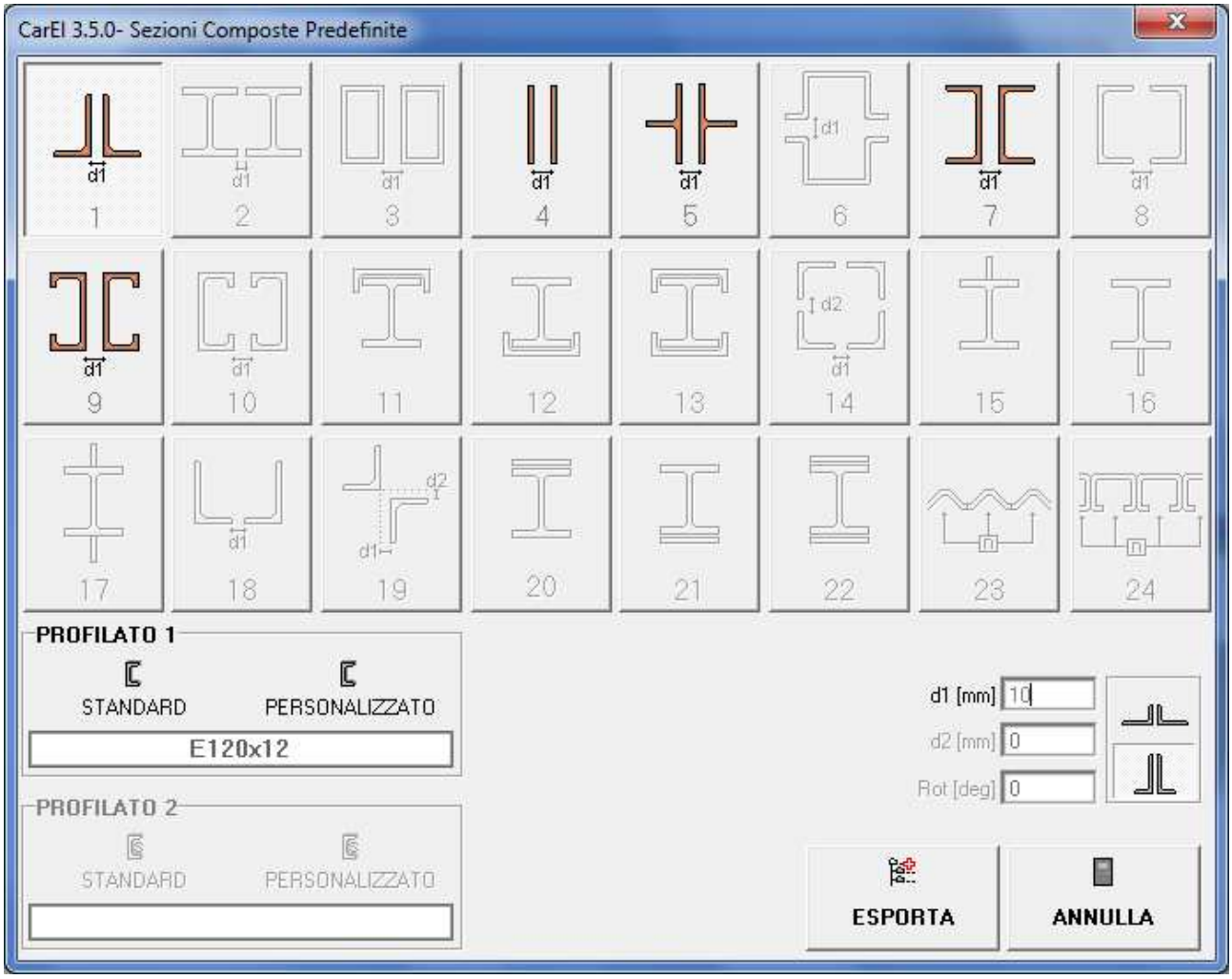
- alle Travate principali profilato a parete piena dalle dimensioni personalizzate ed ottenuto tramite unioni correnti di piatti,
- ai trasversi una travatura reticolare ed un profilato standard.
- ai controventi (ma anche alle reticolari del punto precedente) una sezione composta da due profili in acciaio.

Nella ‘Barra degli Strumenti’ cliccare, dunque, sul tasto ‘Tipologie profilati’ per visualizzare la finestra ‘Gestione Profilati’.

Cliccare sul tasto relativo ai profilati standard ed esportare una HeA400.
Cliccare, poi, sul tasto relativo ai profilati personalizzati, selezionare, all'interno della finestra appena apparsa, il tipo 'I', riempire i campi richiesti come mostrato in figura e cliccare su ' ESPORTA '.



Cliccare, questa volta, sul tasto relativo alle sezioni composte.
Nella finestra ‘Sezioni Composte Predefinite’ cliccare sul tasto in alto a sinistra relativo a due angolari accoppiati. Cliccare, poi, sul tasto in basso a sinistra ‘Profilato 1’ e caricare un profilo E120x12.
A questo punto inserire all’interno del campo ‘d1’ il valore 10 mm per distanziare i due profili della sezione.
Se le operazioni precedenti sono state correttamente eseguite la finestra attiva dovrebbe presentarsi come riportato nella figura seguente.



Cliccare su ‘Esporta Sezione’ per tornare alla finestra ‘Gestione Profilati’ e qui sul tasto ‘Ok’ per tornare all’ambiente principale di seMisteel B-Plus. Salvare il lavoro.

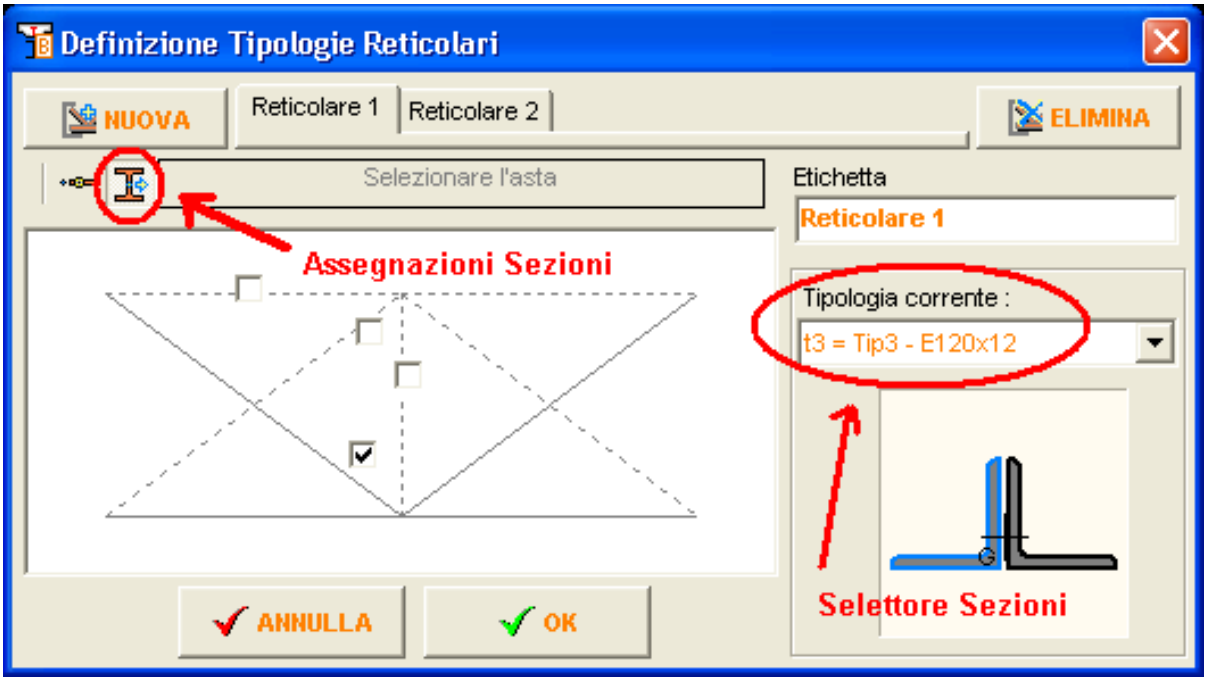
Passo 9.

Si provvederà adesso a definire le travature reticolari per poi assegnarle ai trasversi.
Dalla 'Barra degli Strumenti' cliccare sul tasto 'Tipologie Reticolari'.
Appare, in questo modo, la finestra 'Definizione Tipologie Reticolari' in cui occorre eseguire le seguenti operazioni:

a) disattivare le aste traversali che non interessano oltre alla briglia superiore eliminadone il segno di spunta;
b) nel 'Selettore Sezioni' attivare la sezione 'Tip3';
c) Dopo avere cliccato sul tasto 'Assegnazione Sezioni' selezionare tutte le aste della reticolare per assegnarvi la sezione 'Tip3' attivato al punto precedente.

Tale operazione deve essere ripetuta nel caso in cui l'impalcato è provvisto di reticolari con geometrie diverse per profili utilizzati o per schematizzazione.

La figura seguente mostra lo stato della finestra 'Definizione Tipologie Reticolari'.



Cliccare su 'Ok' per tornare all'ambiente principale.

Passo 10.

Dalla 'Barra degli Elementi' cliccare sul tasto 'Travata' e dalla 'Barra delle Modifiche' sul tasto'Modifica'.

In basso appare una tabella con due dei tre profilati caricati al passo precedente (è stata esclusa la sezione con doppio angolare in quanto non utilizzabile come travata!!).
Selezionare il ‘Tip2 - …’ e spostare il cursore in corrispondenza di una delle travate. Quando il cursore cambia aspetto e la travata cambia colore cliccare per assegnare la sezione selezionata alla travata stessa.
Ripetere tale operazione anche per la seconda delle due travate principale.
Si nota come cliccando in un punto qualsiasi della travata la selezione e l’assegnazione della sezione riguardano tutta la travata e non solo il tratto delimitato dai due nodi più vicini.
Ognuna delle travate può essere spezzata, tramite l’inserimento di un nodo specifico, in conci. Ad ognuno dei conci, poi, può essere assegnato un profilo diverso.

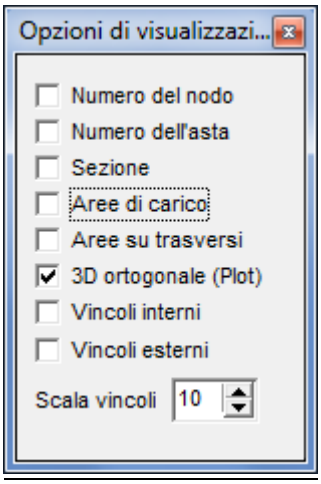
Passo 11.

Dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Trasverso’ e dalla ‘Barra delle Modifiche’ il tasto ‘Introduci multiplo’.
Dalla versione 2.0 è disponibile il comando “introduci multiplo” utile per la disposizione in serie di nodi, di assi di traversi e dei traversi stessi in un tratto rettilineo della traiettoria dell’impalcato.
La disposizione viene effettuata dividendo in tratti uguali il rettifilo selezionato con l’eslusione dei punti di estremità.
Spostare il cursore sul rettifilo iniziale del tracciato, quando il tratto così puntato cambia colore cliccare per inserire i trasversi.
In basso appare una tabella con due dei tre profilati caricati al passo precedente (è stata esclusa la sezione con doppio angolare in quanto non utilizzabile come trasverso a parete piena!!), selezionare il ‘Tip1” e indicare come numero di traversi da inserire il valore 8 e cliccare sul tasto ‘OK’.
Ripetere la stessa operazione per il rettifilo centrale, inserendo nella tabella il numero di trasversi 4.

Dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Reticolare’ e dalla ‘Barra delle Modifiche’ il tasto ‘Introduci multiplo’.
Spostare il cursore sul rettifilo finale del tracciato, quando il cursore cambia colore cliccare per inserire le reticolari. In basso appare una tabella contenente l’unica reticolare definita (‘Reticolare 1’). Indicare come numero di reticolari da inserire il valore 10 e cliccare sul tasto ‘OK’.

Dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Trasverso’ e dalla ‘Barra delle Modifiche’ il tasto ‘Introduci’ dopo aver selezionato come sezione trasversale associata ‘T1-HeA400’.
Spostare, a questo punto, il cursore su uno dei Nodi disposti in curva e cliccarci sopra per inserire direttamente il trasverso di collegamento delle travate. Ripetere l’operazione per tutti i nodi disposti in curva e per i nodi di estremità dei rettifili.

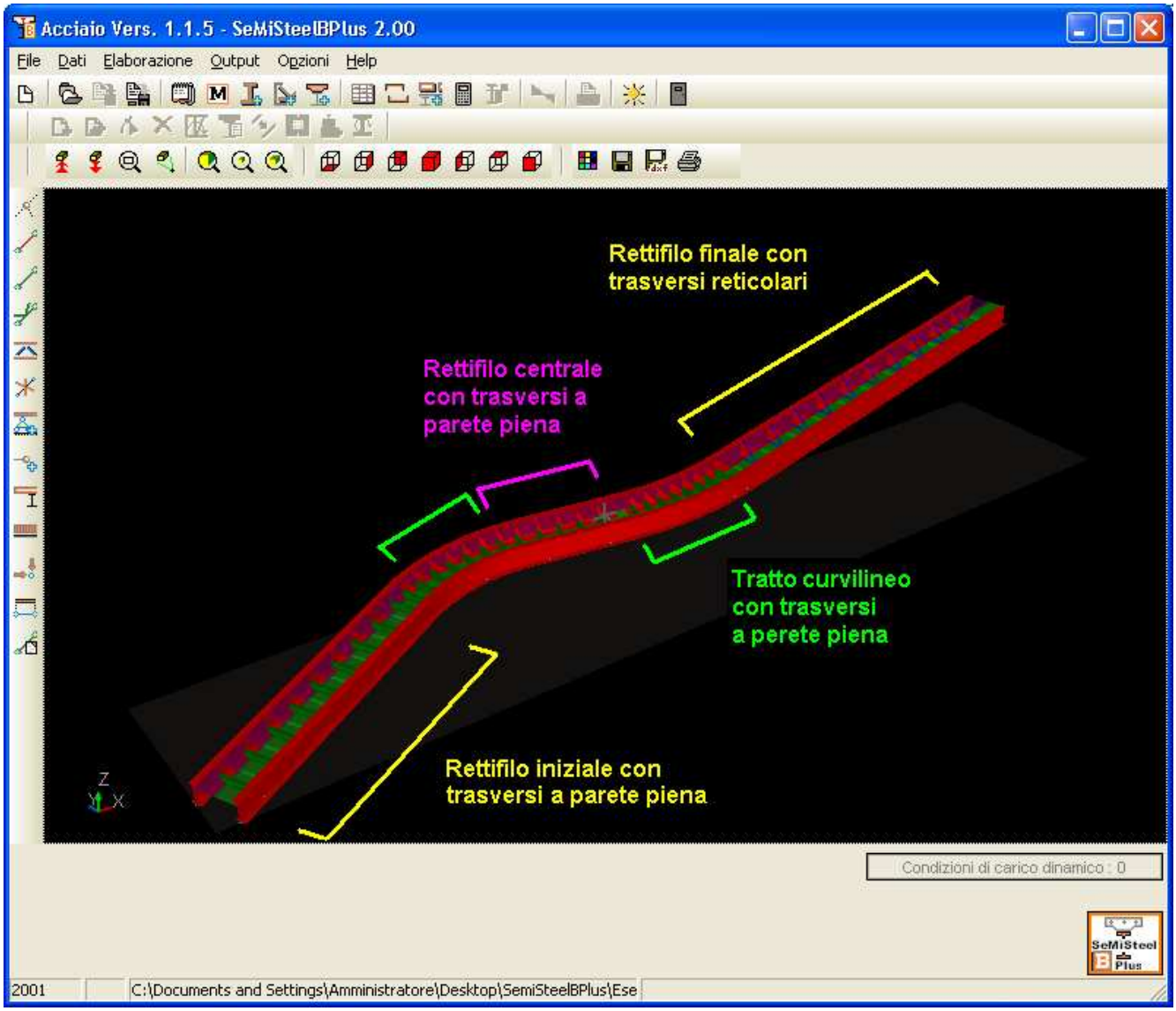
N.B.
Per eseguire agevolmente l’operazione precedente avvalersi delle opzioni di visualizzazione disattivando, eventualmente, le voci ‘aree di carico’ e ‘Sezione’



Si è così provveduto a definire il graticcio per l’analisi FEM della Fase 1.

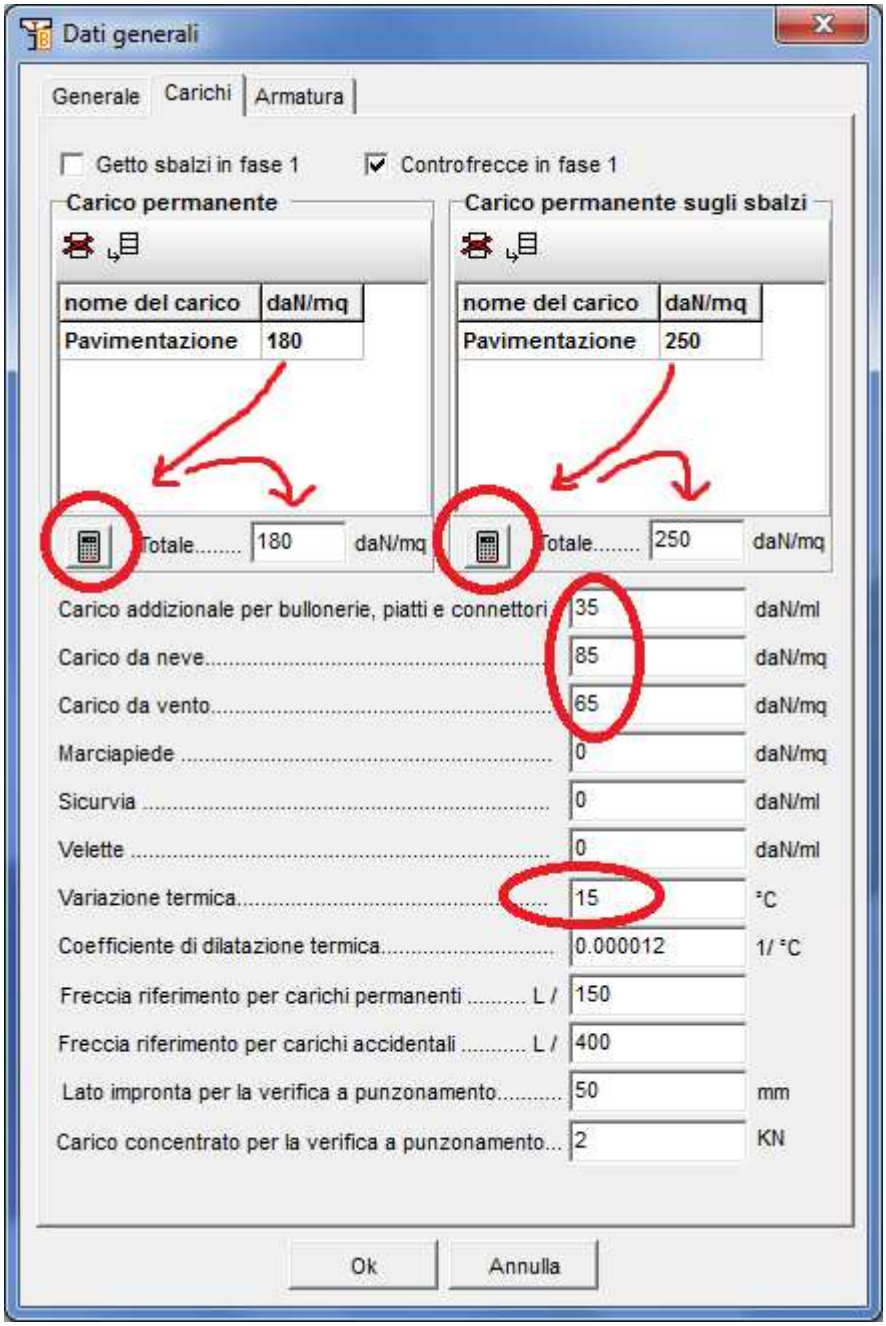
Nel caso in cui i trasversi non coincidano col posizionamento dei nodi derivanti dalla discretizzazione automatica derivante dall’introduzione multipla dei trasversi è possibile personalizzare ulteriori nodi ovvero spostare i nodi esistenti.

Se le operazioni su scritte sono state effettuate correttamente il tracciato, a questo punto, dovrà apparire come indicato nella figura seguente.



Passo 12.

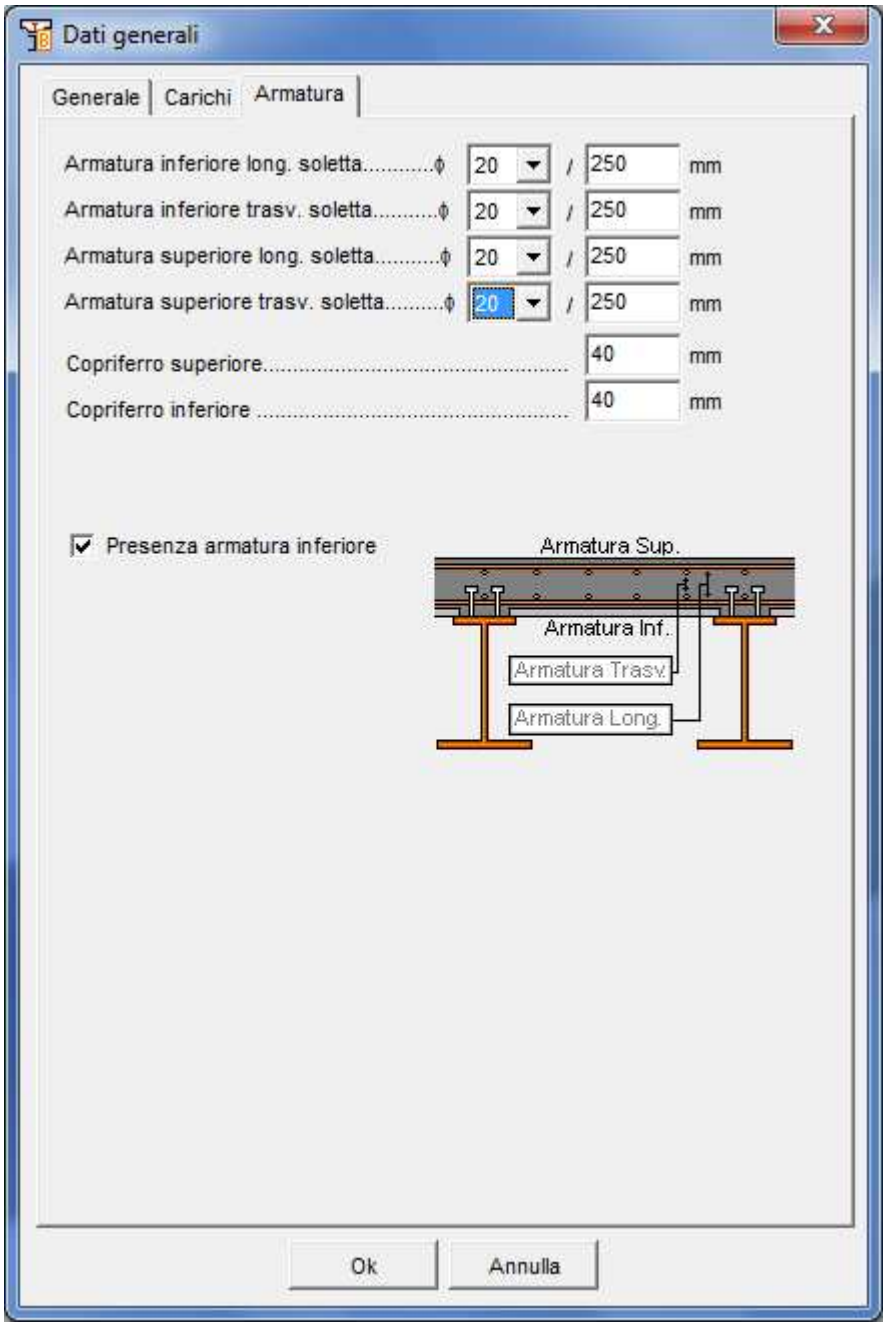
Dalla ‘Barra degli Strumenti’ cliccare sul tasto ‘Dati generali’ per visualizzare la finestra omonima. Selezionare la linguetta ‘carichi’ e personalizzare come mostrato in figura :



I carichi permanenti sono provvisti di una apposita tabella in cui è possibile definire i vari contributi (massetto, pavimentazione, …). Il valore totale, da utilizzare nella analisi, viene visualizzato in basso alla tabella stessa e calcolato attraverso il tasto specifico evidenziato con cerchietto nella figura precedente.

Passo 13.

Sempre nella finestra ‘Dati generali’ Selezionare la linguetta ‘armatura’, personalizzare come mostrato in figura.

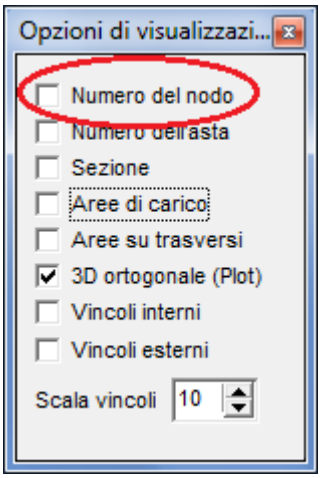


Cliccare su ‘Ok’ per accettare le modifiche apportate e ritornare nell’ambiente principale.

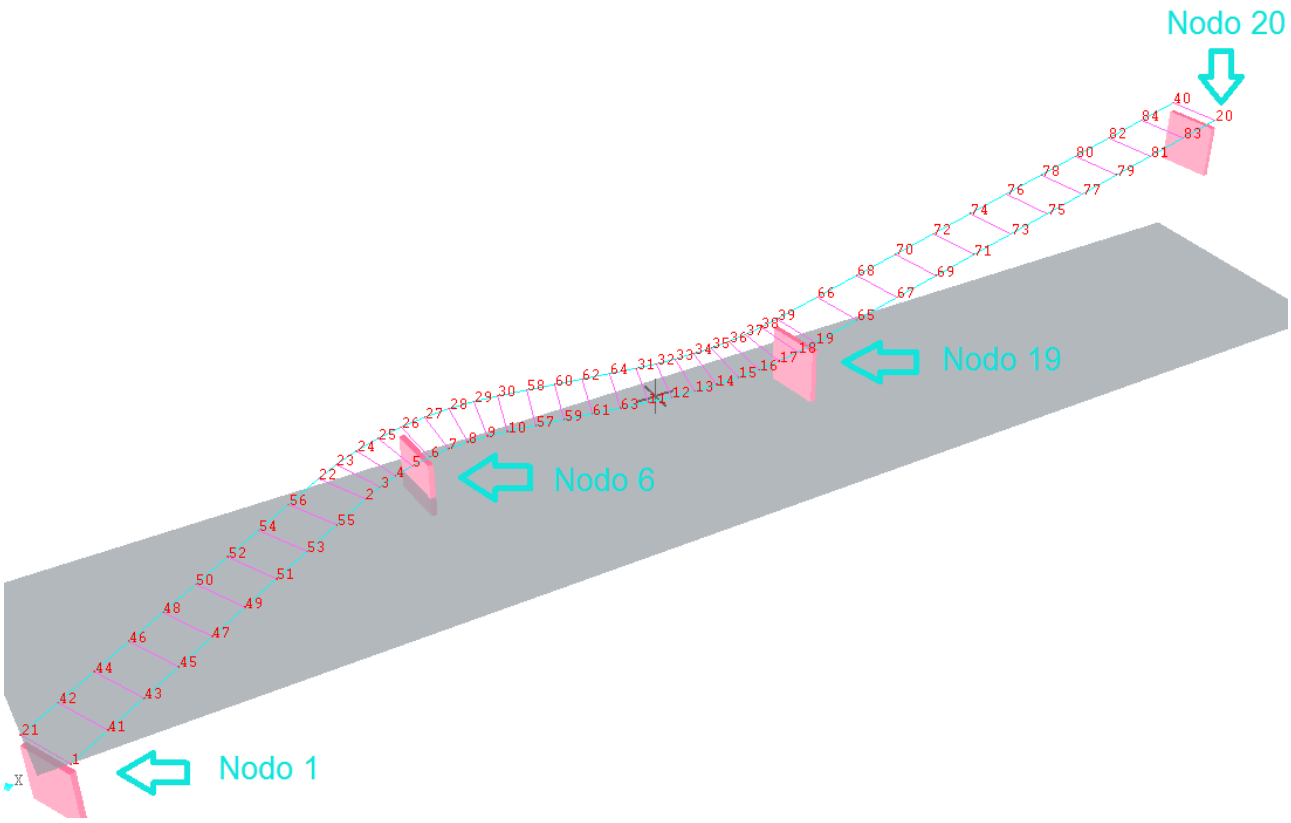
Passo 14.

Dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Vincoli Esterni’, in basso a sinistra appare una finestra dei vincoli, spostare il cursore sul Nodo 1 e optare per il ‘Vincolo Cerniera’, quindi, selezionare ‘applica vincolo’.

Se nel modello di calcolo la numerazione dei nodi non appare utilizzare sempre le opzioni di visualizzazione come indicato di seguito attivando la voce ‘Numero del nodo’.



La cerniera verrà contemporaneamente applicata anche ai nodi corrispondenti disposti sulle altre travate.
Ripetere l’operazione per i nodi 6,19,20, definendo così, simultaneamente anche le lunghezze delle campate.

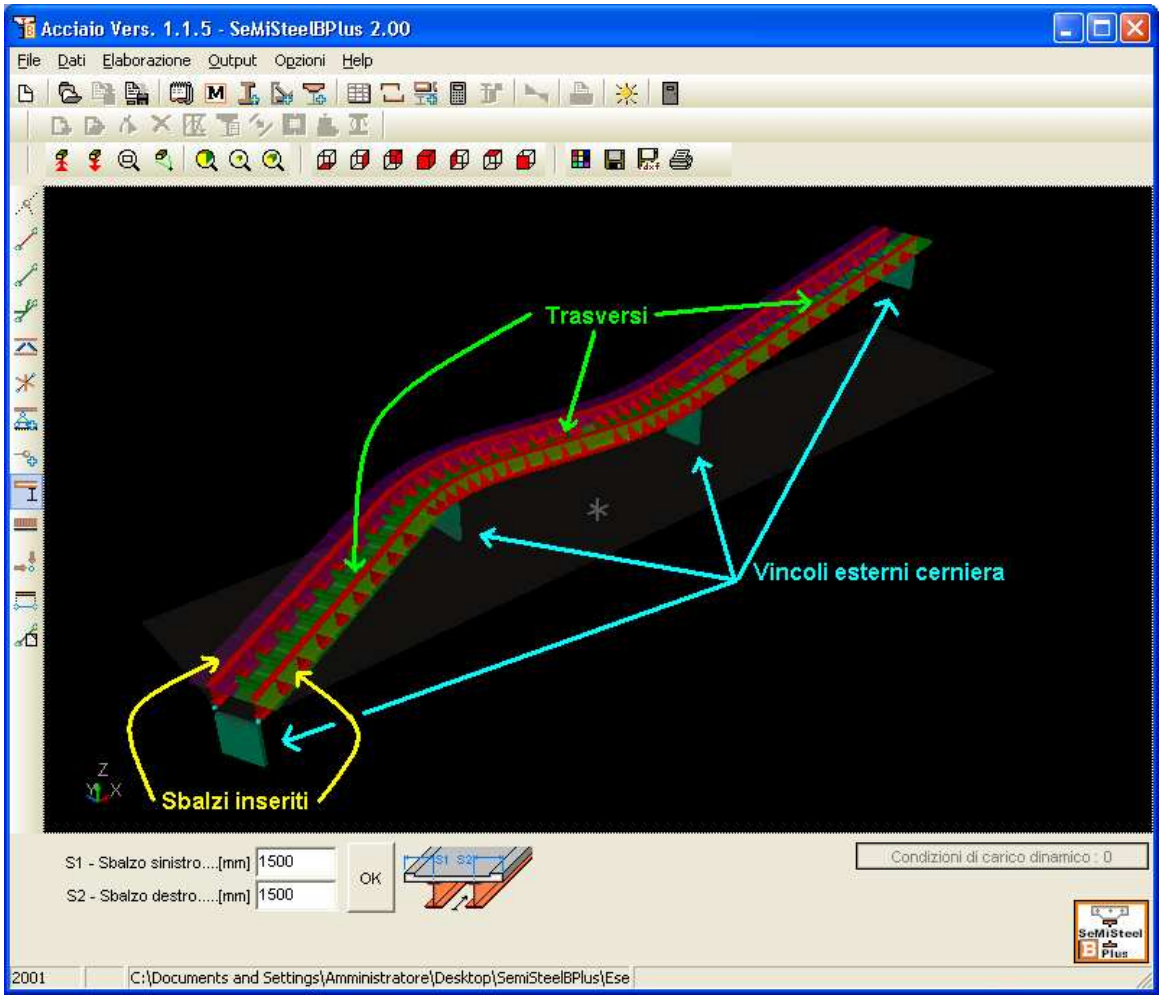


Per modificare un vincolo si procede come segue: dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Vincoli Esterni’, spostare il cursore sul Nodo in cui è presente il ‘Vincolo’ da modificare, quindi, selezionare ‘applica vincolo’ dopo avere apportato le variazioni desiderate.

Risulta, ovviamente, possibile differenziare il tipo di vincolo da travata a travata.

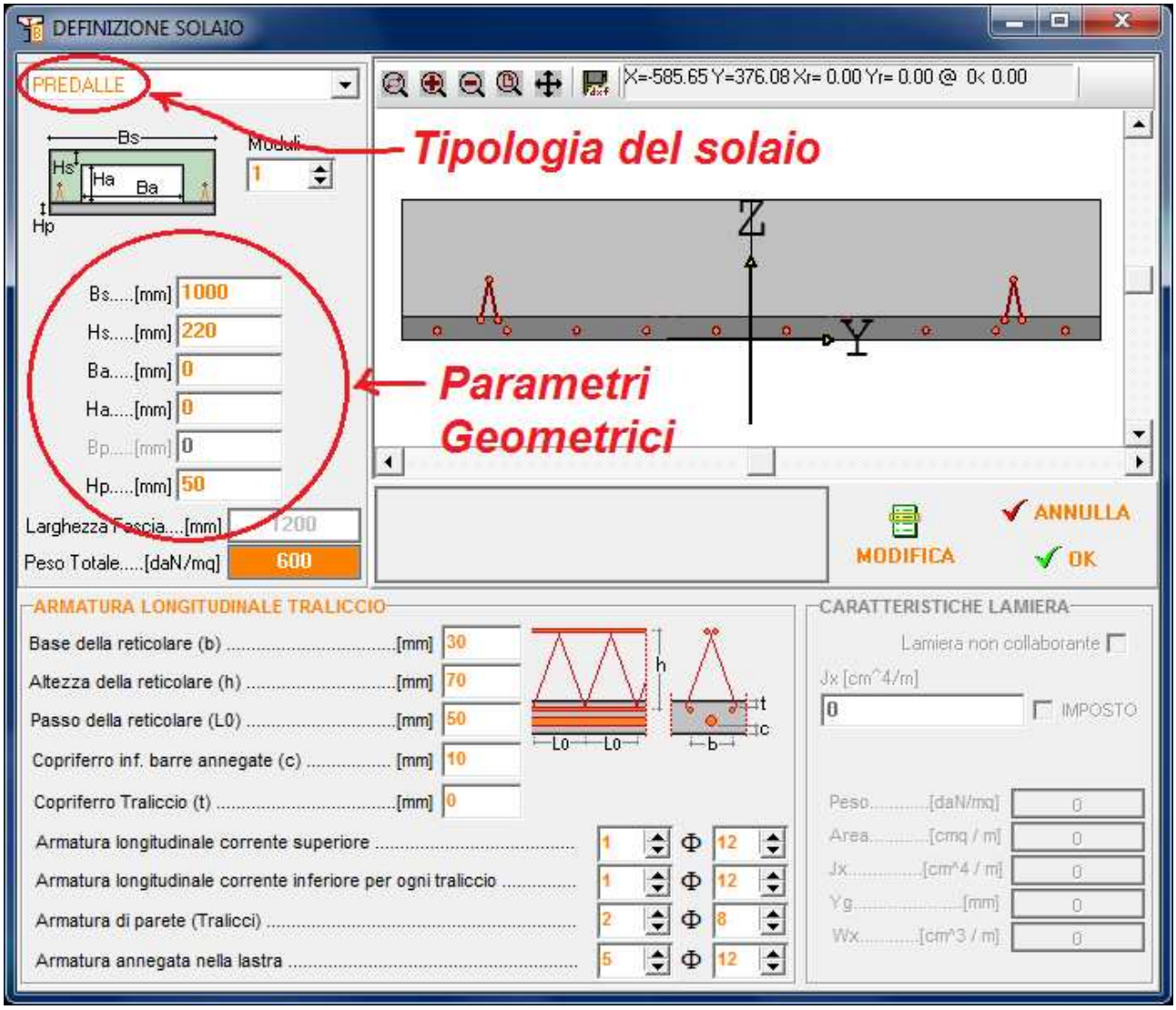
Passo 15.

Dalla ‘Barra degli Elementi’ cliccare sul tasto ‘Sbalzi Laterali’ e fornire a tutte e due i campi ‘S1’ ed ‘S2’ posti in basso a sinistra il medesimo valore 1500 mm.
Se le operazioni precedenti sono state eseguite in modo corretto il tragitto dovrebbe essere identico a quello riportato nella figura seguente, in cui i trasversi sono disegnati in verde, le travate principali in rosso e gli sbalzi vengono definiti dalle aree di influenza.



Salvare il progetto tramite il relativo tasto posto all'interno della barra degli strumenti.
Eseguire spesso l'operazione di salvataggio!!!!

Passo 16.
Dalla 'barra degli strumenti' cliccare sul tasto 'Dati Solaio' per fare apparire la finestra 'Definizione Solaio'.
Personalizzare come indicato in figura.

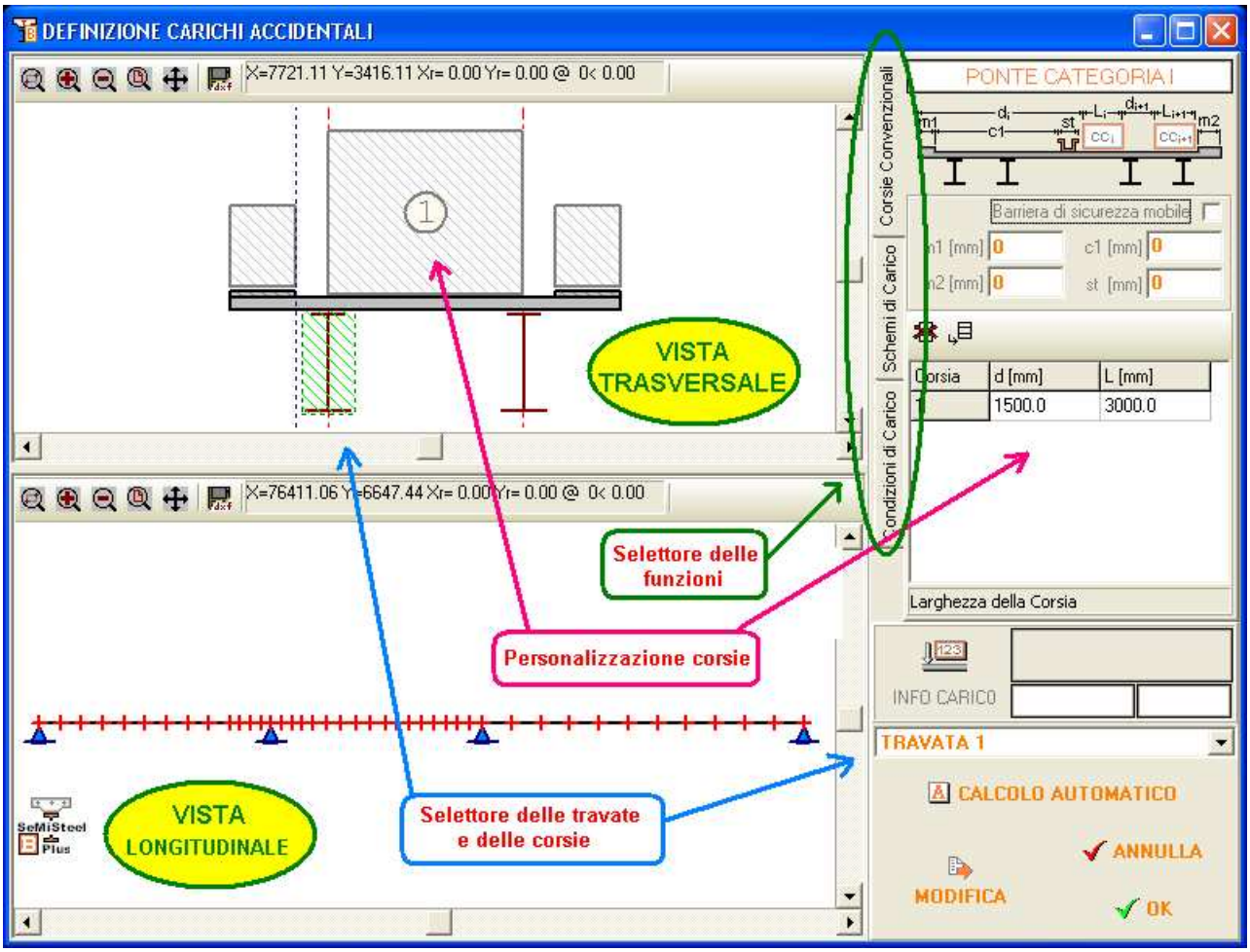


Cliccare, infine, su 'MODIFICA' e di seguito su 'Ok' per accettare le modifiche e ritornare all'ambiente principale di lavoro.

Tramite questa semplice operazione si sono automaticamente determinati i pesi propri per la Fase 1 e per la Fase 2 oltre allo spessore della soletta collaborante alla trave principale metallica.

Passo 17.

Dalla 'barra degli strumenti' cliccare sul tasto 'Definizione Carichi Accidentali' per fare apparire la finestra omonima.

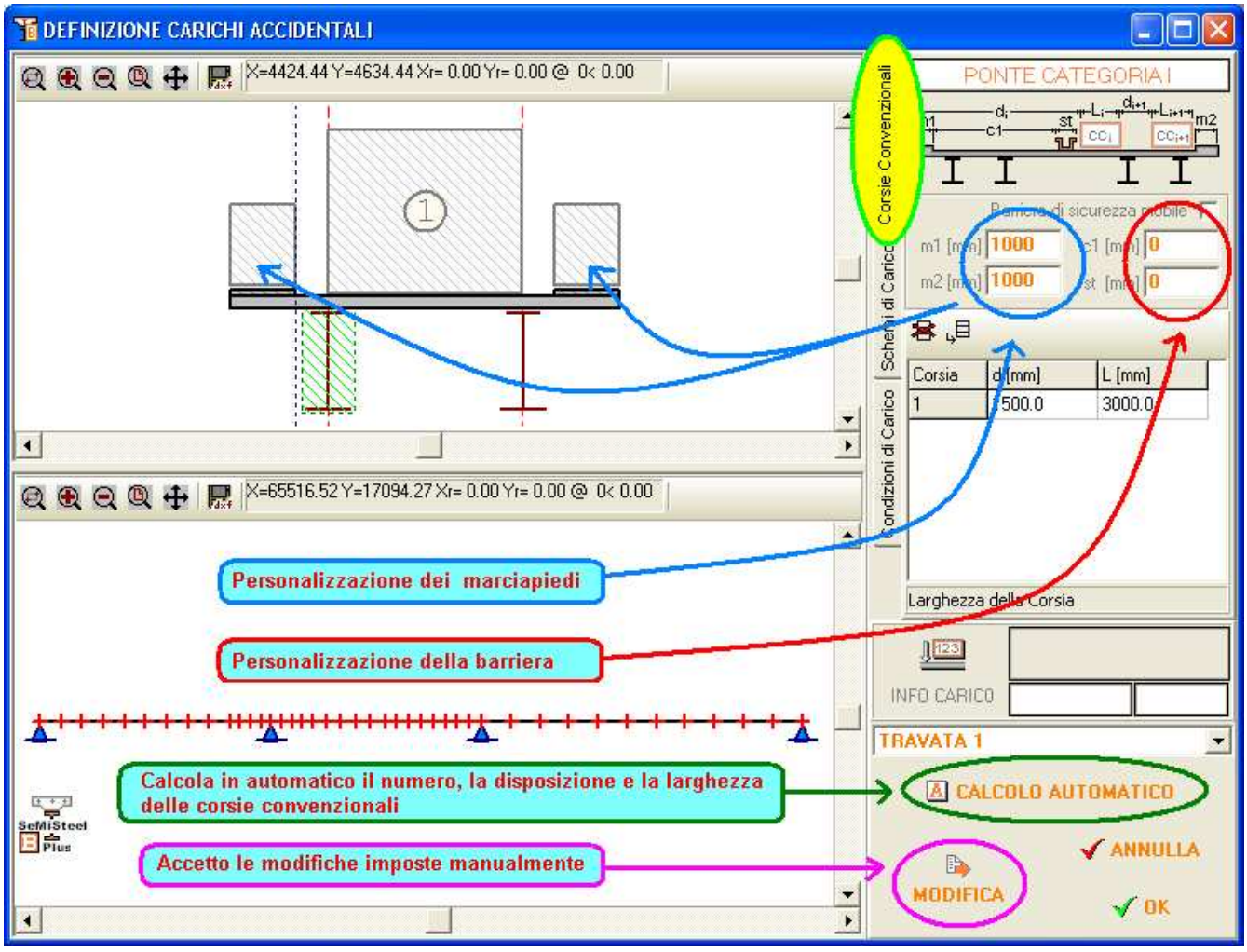


Il 'Selettore delle Funzioni' è composto da tre sezioni:
'Corsie Convenzionali' per la definizione delle geometria della carreggiata (Marciapiedi, Carreggiate, Corsie, etc.);
'Schemi di Carico' per la personalizzazione dei carichi da applicare alle corsie ed ai marciapiedi;
'Condizioni di Carico' per l'inserimento e la definizione delle condizioni di Carico Accidentale

Il ‘Selettore delle travate e delle corsie’ riporta nella vista trasversale la travata o la corsia selezionata e nella vista longitudinale i carichi (concentrati e distribuiti) disposti.
La tabella di ‘Personalizzazione Corsie’ consente all’utente di modificare manualmente il numero, la larghezza e la disposizione di ogni singola corsia convenzionale. La figura posta in alto a destra della finestra indica come tali valori sono intesi.

Passo 18.

Assicurarsi che il ‘Selettore delle Funzioni’ sia posto su ‘Corsie Convenzionali’ e personalizzare così come riportato in figura:

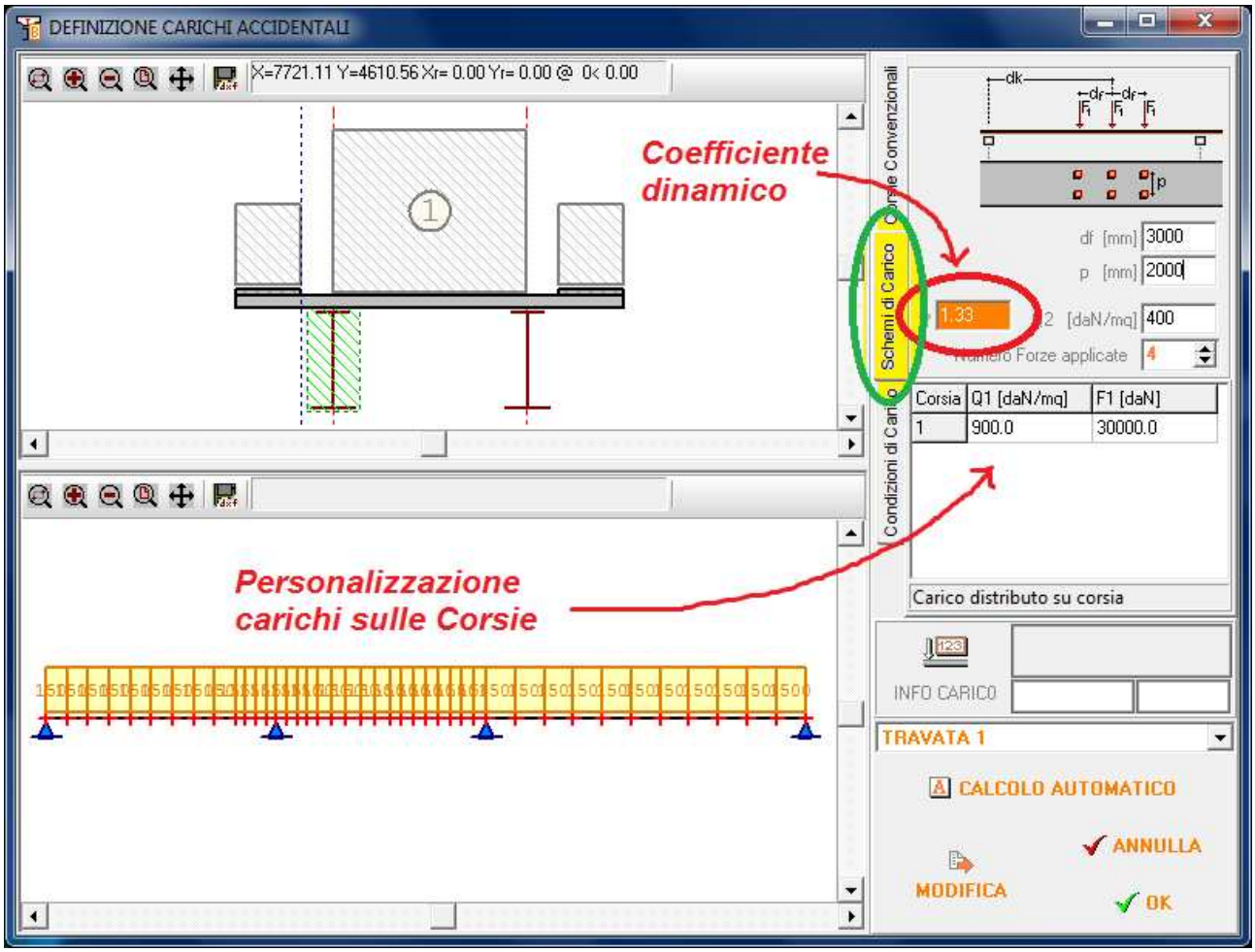


Passo 19.

Cliccare prima su ‘Modifica’ per accettare le variazioni inserite e poi su ‘Calcolo Automatico’ per ridefinire automaticamente le corsie convenzionali in seguito alla nuova geometria della carreggiata imposta.

Passo 20.

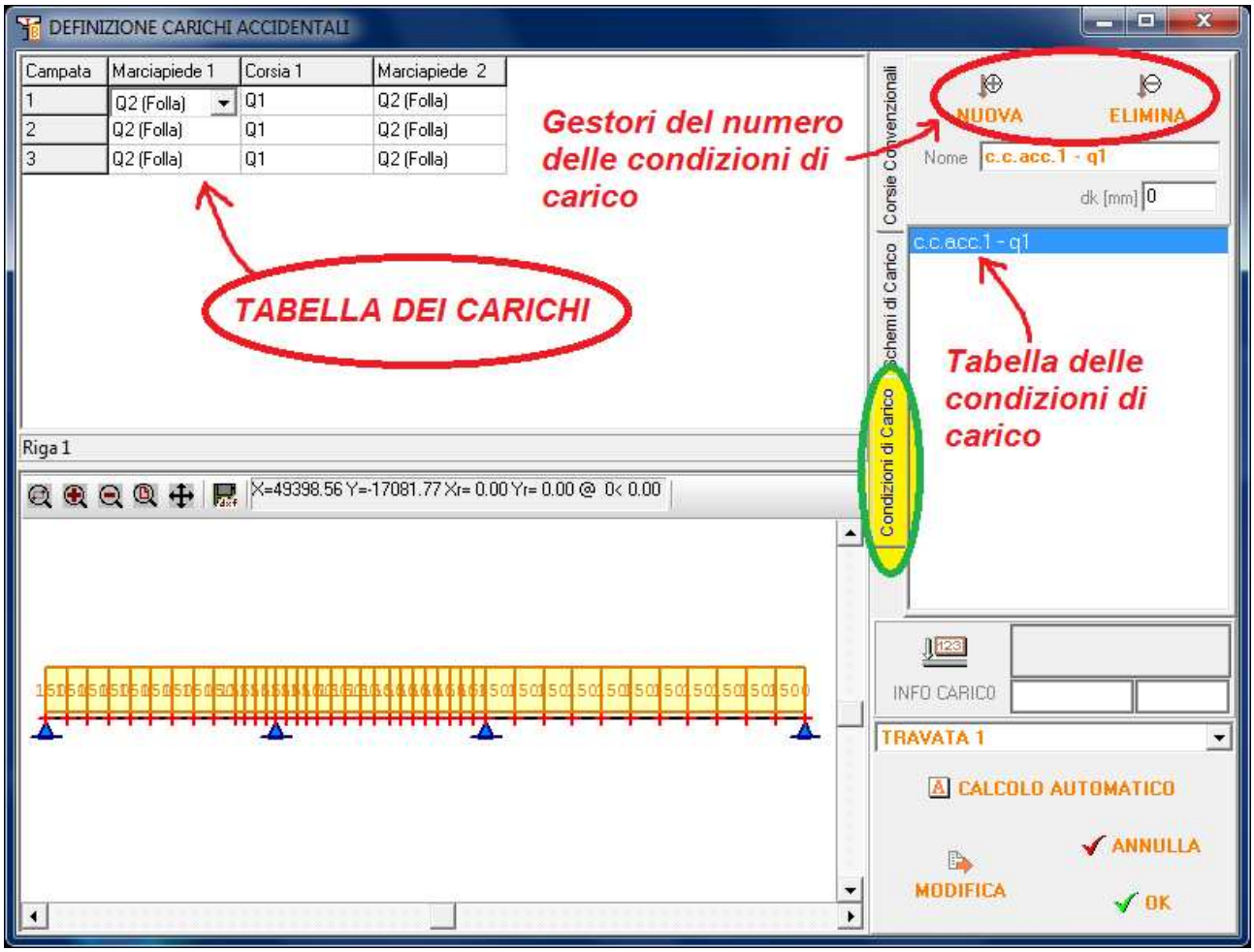
Nel ‘Selettore delle Funzioni’ cliccare su ‘Schemi di carico’ e personalizzare come indicato in figura.



La tabella di ‘Personalizzazione carichi sulle corsie consente di modificare manualmente i valori dei carichi concentrati ‘F1’ e distribuiti ‘Q1’ per ognuna delle corsie. La convenzione adottata per tali carichi è riportata nella figura posta in alto a destra della finestra stessa.
Cliccare su ‘Modifica’ per accettare le variazioni inserite.

Passo 21.

Nel ‘Selettore delle Funzioni ’ cliccare su ‘Condizioni di carico’.
L’ambiente apparso merita, per il ruolo che svolge, un approfondimento accurato.



- La ‘Tabella dei carichi’ consente di inserire su ogni campata e su ogni corsia (marciapiedi compresi) i carichi ‘Q1’, ‘F1’ o ‘Q2’ in precedenza definiti.
- La riga in cui la cella selezionata si trova indica la campata della travata mentre la colonna indica la corsia convenzionale (o il marciapiede).
- La ‘Tabella delle condizioni di carico’ riporta la lista delle condizioni utilizzate (per default esiste una unica condizione) .
- La voce selezionata in tale tabella è la condizione a cui la ‘Tabella dei carichi’ fa costantemente riferimento.
- I ‘Gestori del numero delle Condizioni di carico’ consentono di aggiungere o di eliminare le condizioni di carico provvedendo ad aggiornare ‘Tabella delle condizioni di carico’.

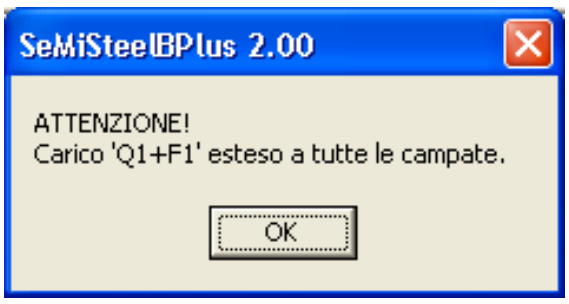
Passo 22.

Nel campo ‘Nome’ inserire ‘*Cond. 01’* e cliccare su ‘Modifica’ per accettare la condizione di carico così come illustrata nella figura precedente.
L’unica condizione di carico al momento presente cambia così di nome ma non di contenuto !!

Passo 23.

Nel campo ‘Nome’ inserire ‘*Cond. 02’*e cliccare sul tasto ‘Nuova’ appartenente ai ‘Gestori del numero delle Condizioni di carico’.
Alla richiesta di conferma per la creazione della nuova Condizione di carico rispondere positivamente.
La ‘Tabella delle condizioni di carico’ riporta adesso due Condizioni.
Cliccare direttamente nella tabella sulla voce ‘*Cond. 02*’ per selezionarla, renderla attiva e per visualizzare, nella ‘Tabella dei carichi’, i relativi valori (che per una nuova Condizione di carico sono sempre posti a zero).
Personalizzare come riportato in figura la ‘Tabella dei carichi’.

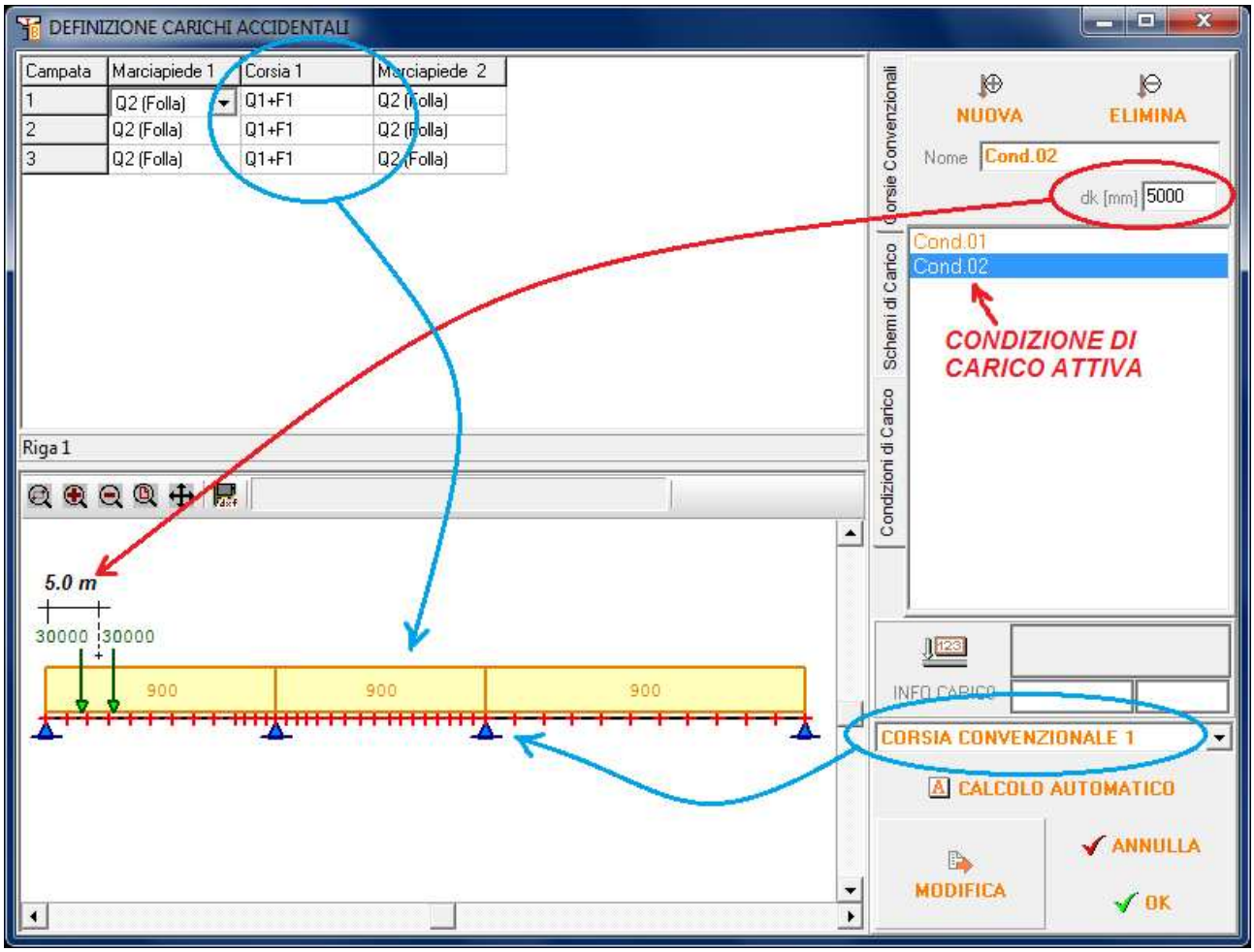
Cliccare su ‘Modifica’ per accettare le variazioni inserite.
A questo punto appare il seguente messaggio



dovuto al fatto che un carico tipo tandem deve essere esteso a tutta la corsia convenzionale e quindi a tutte le campate.
La tabella dei carichi si aggiornerà, dunque, automaticamente nel modo seguente:

Passo 24.

Portare il valore di 'dk' a 5000 mm per collocare a tre metri dall'inizio della corsia il carico Tandem e posizionare il 'Selettore delle travate e delle corsie' definiti al passo 21 su 'Corsia Convenzionale 1'; la vista Longitudinale riporterà lo schema di carico relativo alla corsia e alla condizione di carico selezionata.

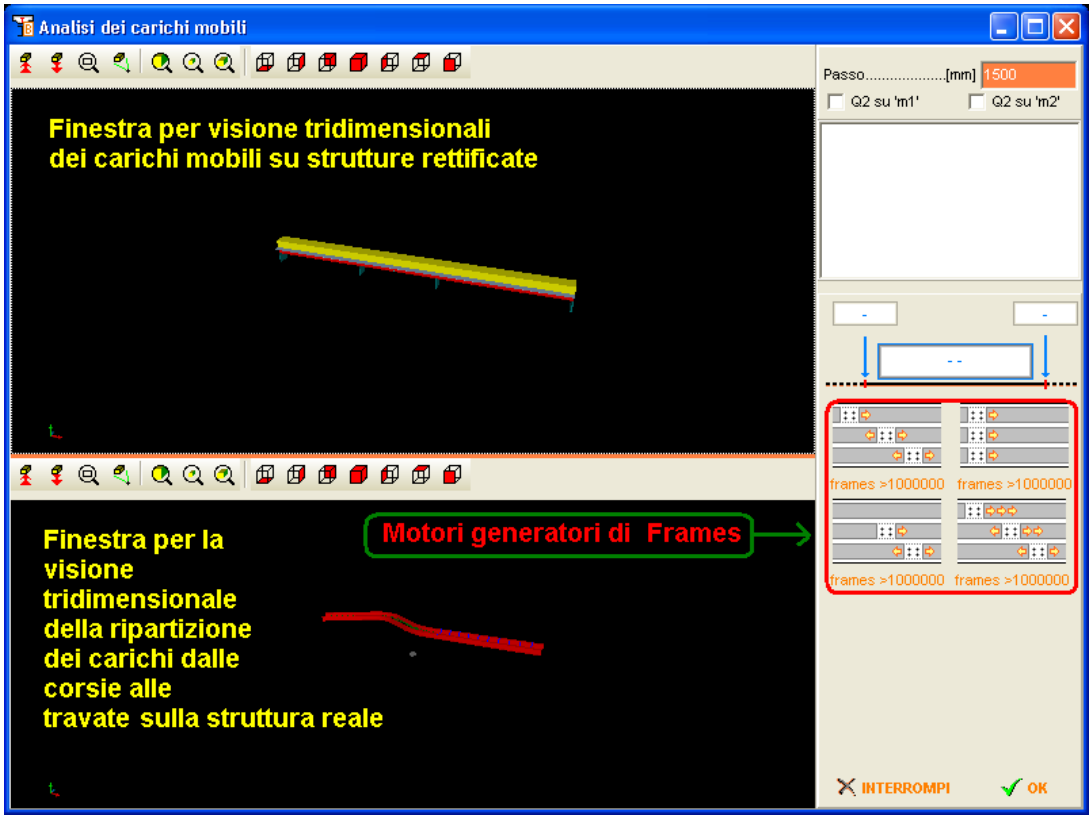


Posizionare il ‘Selettore delle travate e delle corsie su ‘Travata 1’.
La vista Longitudinale riporterà, adesso, lo schema di carico sulla travata selezionata ottenuto dalla ripartizione dei carichi sulle corsie.
Per vedere graficamente la travata (o la corsia), interessata dalla disposizione dei carichi nella vista longitudinale, posizionare il ‘Selettore delle Funzioni’ su ‘Corsie Convenzionali’.

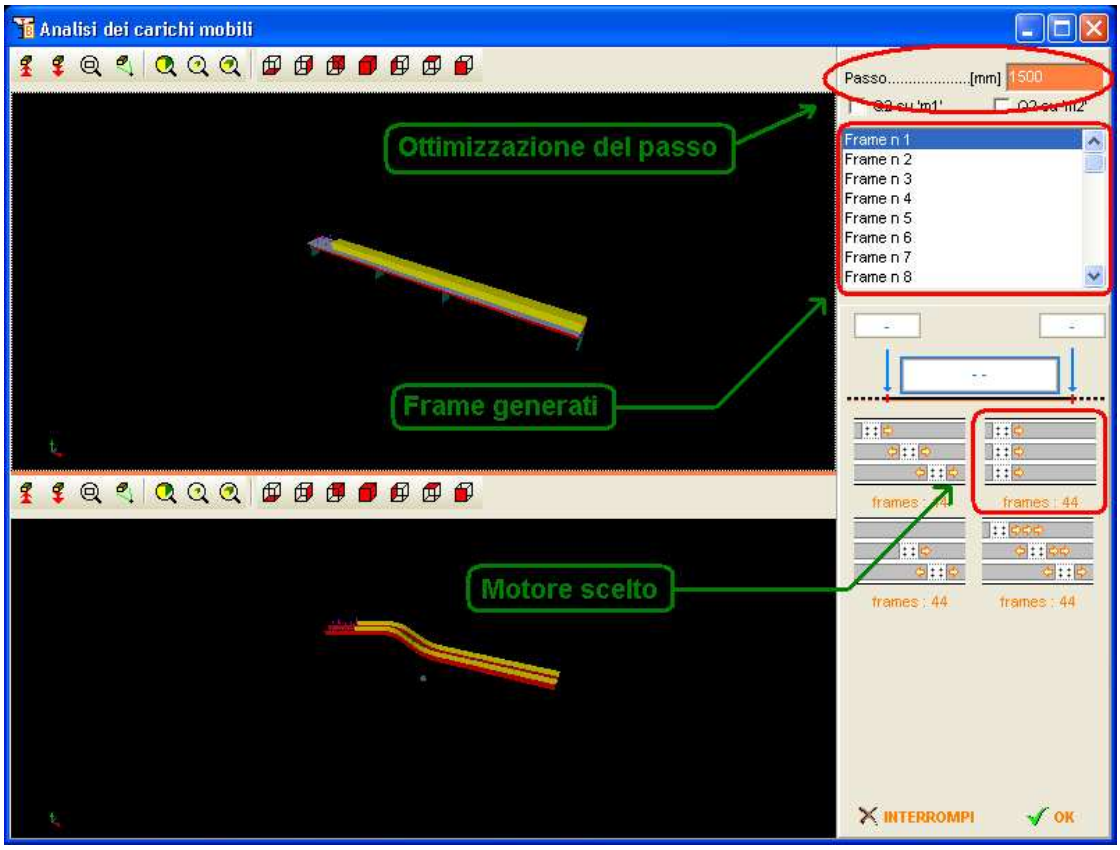
Cliccare su ‘Ok’ e appare la finestra ‘Analisi Carichi mobili’

Passo 25.

La funzione svolta da questo ambiente è la generazione di singole condizioni di carico derivanti dai carichi mobili. In pratica viene simulato lo spostamento del carico tandem lungo l’asse della propria corsia ed a ogni spostamento viene fatto corrispondere, dunque, una condizione di carico.
Il criterio di spostamento del carico tandem viene regolato da quattro motori generatori.
La dinamica e la ripartizione del carico, dalla corsia alla travata, vengono visualizzate in apposite finestre con la vista tridimensionale dell’intera struttura.



Inserito il valore del passo da utilizzare in corrispondenza di ognuno dei motori viene preventivamente indicato il numero di frames (Condizioni di Carico) che verranno generati.
Ovviamente maggiore è il numero dei frames maggiore risulterà il tempo di analisi.

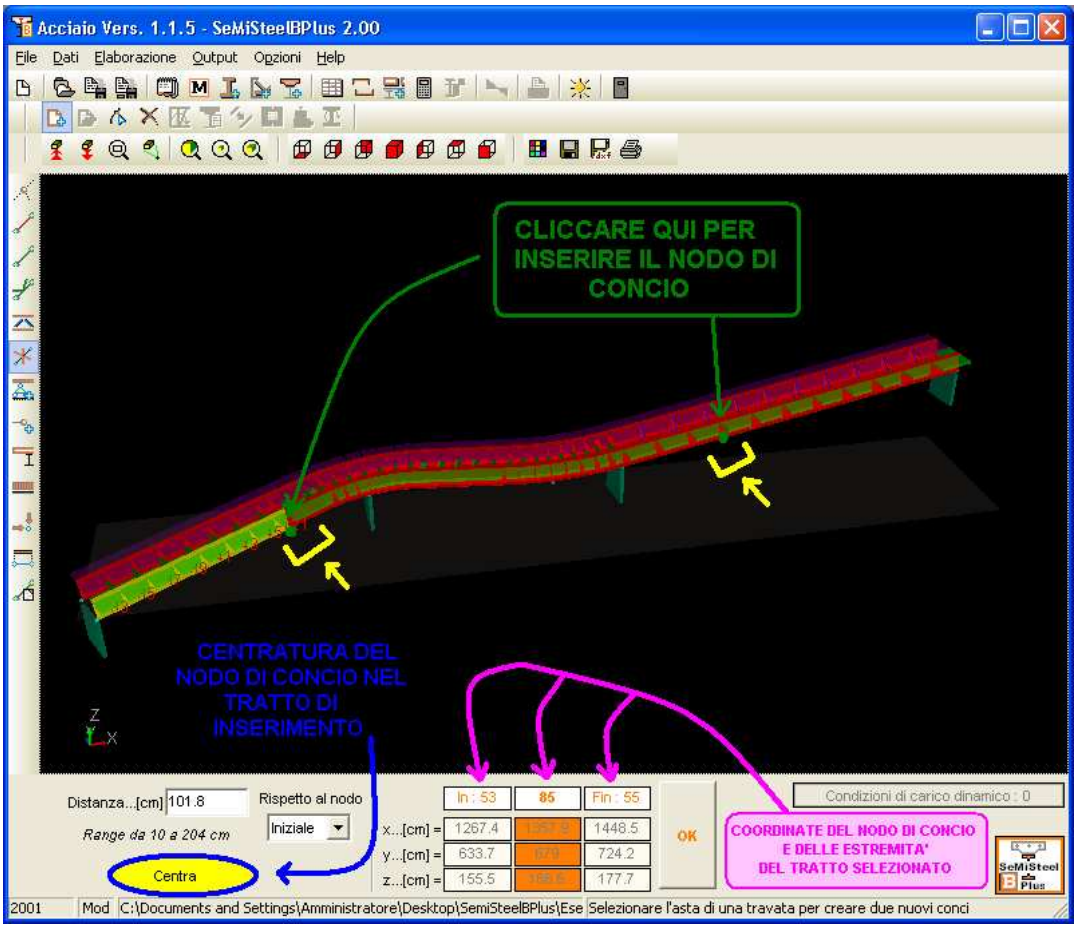


Scegliere un passo di 1500 mm e cliccare in corrispondenza del motore indicato in figura che provvederà a generare 50 frames.
Cliccare sul tasto ‘OK’ per accettare le modifiche e ritornare all’ambiente principale di SeMiSteel-BPLus.

Passo 26.

Come anticipato al passo 10, SeMiSteel B-Plus prevede anche una comoda gestione in conci delle travate per facilitare montaggio e trasporto dei singoli pezzi.
Cliccare, sulla ‘barra degli elementi’, il tasto ‘Travata’ e dalla ‘barra delle Modifiche’ il tasto ‘modifica’. Se, in tali condizioni, il cursore viene spostato in prossimità di una delle travate tutta la travata viene evidenziata a testimonianza del fatto che ogni modifica effettuata su uno dei tratti si ripercuoterà su tutta la travata stessa (la travata

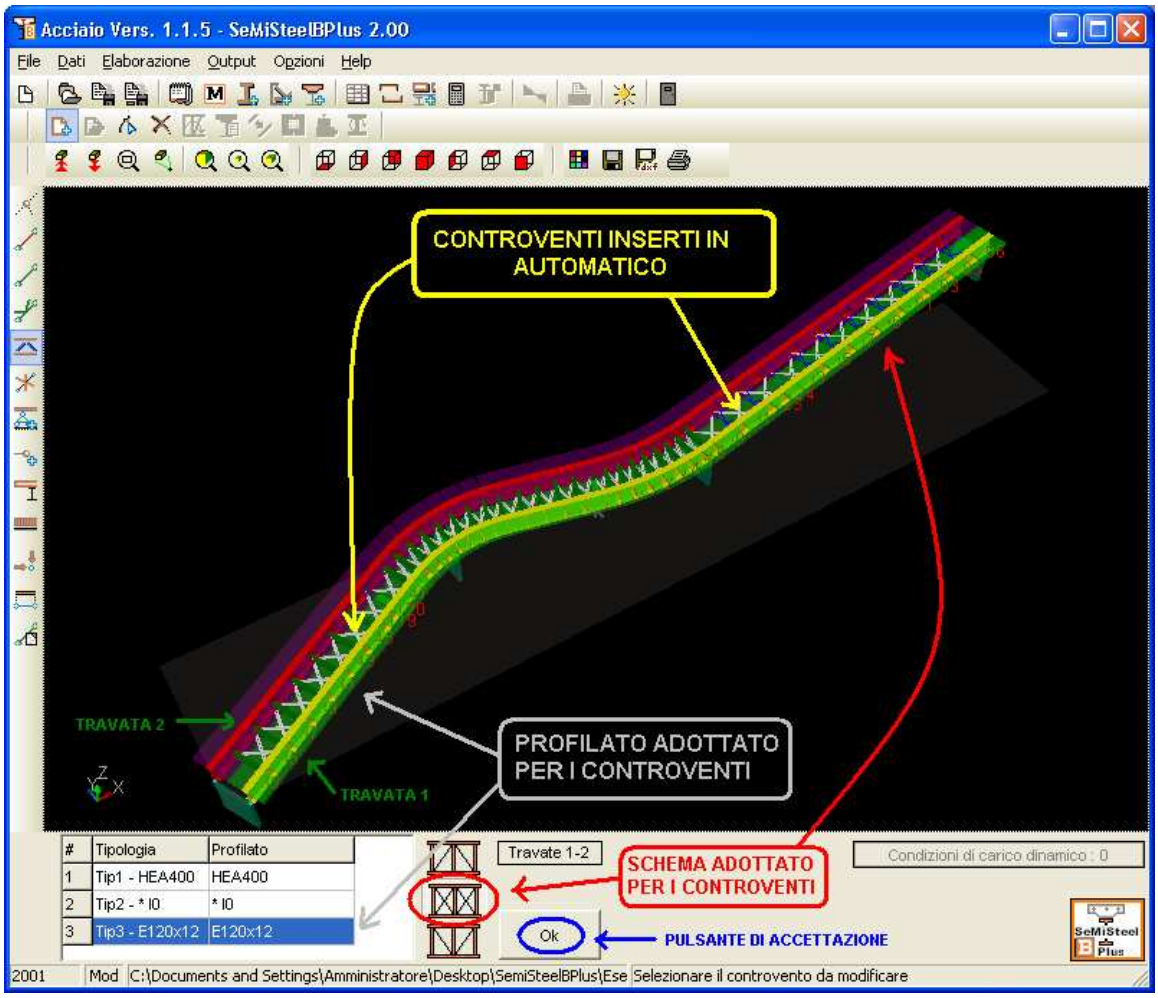
al momento è articolata in nodi ed in tratti per esigenze legate al calcolo e all'input, ma di fatto è un unico elemento !).
Cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Estremità di Concio' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'Introduci'.
Spostare il cursore in prossimità della parte finale della prima campata e successivamente nella parte iniziale della terza campata così come indicato in figura, applicare in questi punti il nodo di concio, infine cliccare il tasto 'centra'.



Cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Travata' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'modifica'. Se, adesso, il cursore viene spostato in prossimità di una delle travate la travata viene evidenziata secondo due parti a testimonianza del fatto che è stata spezzata.
Risulta, in questo modo, possibile differenziare il tipo di sezione trasversale nell'ambito della stessa travata.
Cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Travata' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'Informazioni sulla travata selezionata'.
Se il cursore viene spostato in prossimità di una delle travate e vi si clicca appare un apposito ambiente per il controllo degli allineamenti delle sezioni.

Passo 27.

SeMiSteel B-Plus prevede una agevole procedura per l'inserimento dei controventi fra le travate.
Cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Controventi' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'Introduci'.
Cliccare in sequenza sulla prima e sulla seconda travata per definire le due travate che delimiteranno i controventi.
In basso a Sinistra appare la lista dei profilati caricati in precedenza. Selezionare il 'Tip3'.
Sempre in basso a sinistra sono disposti tre pulsanti con lo schema da adottare nei controventi. Cliccare sul pulsante centrale e poi sul tasto 'Ok' per accettare tali modifiche.
La schermata, utilizzando i comandi della tastiera descritti al passo 0 per ottimizzare la vista della struttura, dovrebbe essere quella riportata in figura.



Adottare la stessa procedura descritta per inserire ulteriori controventi nel caso in cui siano presenti più di due travate principali.

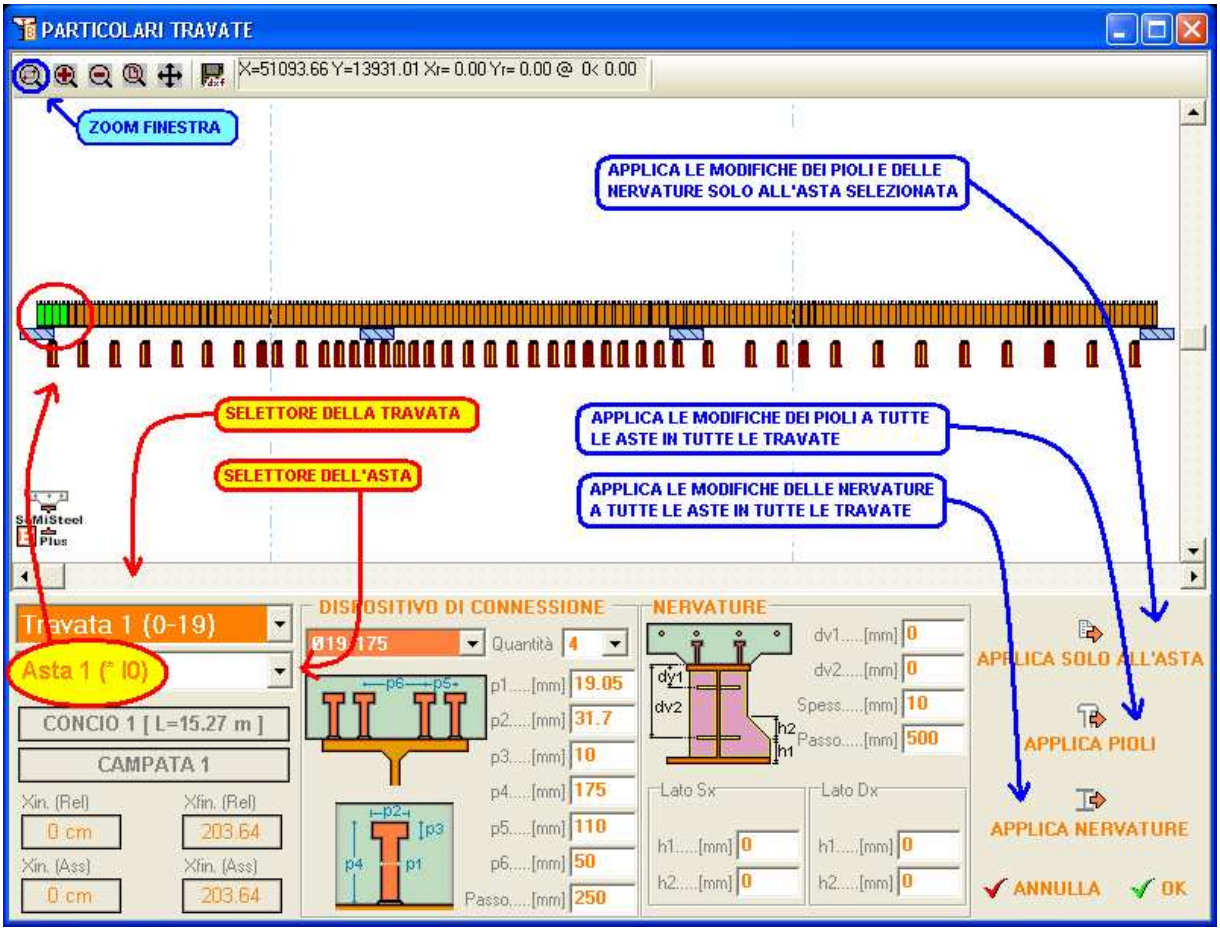
Passo 28.

Cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Travata' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'Caratteristiche Sezioni'.
Cliccando su una delle travate appare la finestra 'Caratteristiche sezioni'. Tale finestra consente di visualizzare per ogni sezione una serie di informazioni tra cui la larghezza della soletta collaborante, le zone di fessurazione della campate, le caratteristiche elastiche nelle varie fasi del calcolo.
Per individuare una sezione spostare l'indicatore della barra posta in basso nella finestra. Una linea rossa verticale indicherà la sezione analizzata e di cui vengono visualizzati i risultati.
Per ogni asta della travata vengono, così, calcolate e visualizzate tutte le grandezze elastiche da associare all'elemento FEM per ognuna delle tre analisi da effettuare.
Cliccare su 'Ok' per ritornare all'ambiente principale di lavoro di SeMiSteel B-Plus.

Passo 29.

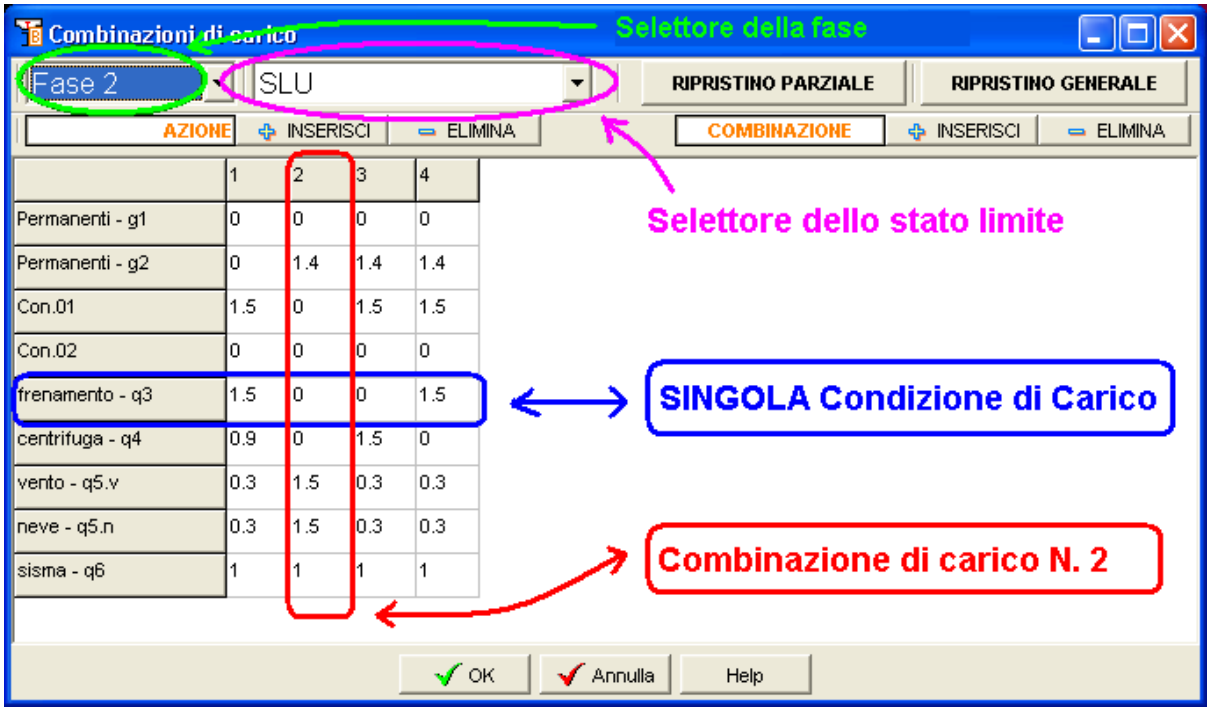
Semisteel B-Plus possiede un ambiente per la personalizzazione dei dispositivi di connessione degli irrigidimenti d'anima delle travate.
Per accedere a tale ambiente cliccare, sulla 'barra degli elementi', il tasto 'Travata' e dalla 'barra delle Modifiche' il tasto 'Progettazione dei Pioli'.
Cliccare, poi, in corrispondenza di una delle travate per fare apparire la finestra 'Particolari travate'.

E' possibile effettuare modifiche sia a livello locale (quindi su un tratto qualsiasi della travata) sia a livello globale (ossia su tutti i tratti di tutte le travate).
Quindi sia i pioli connettori che le nervature irrigidenti possono essere infittiti (o cambiati di dimensione) in prossimità dell'appoggio o di qualsiasi punto della travata.
Impostare i valori relativi ai pioli ed alle nervature come indicato in figura e cliccare sui tasti 'Applica Pioli' ed 'Applica Nervature' per estendere a tutte le aste tali modifiche.



Passo 30.

Prima di effettuare il calcolo della struttura occorre definire le combinazioni di carico da utilizzare; occorre, cioè, stabilire come e quante volte le singole condizioni di carico (permanenti, accidentali da traffico, variazioni termiche, sisma, vento, neve, frenamento, centrifughe unitamente alle condizioni personalizzate - *tramite cui l'utente può inserire azioni localizzate sui nodi o distribuite sulle aste* – ed alle condizioni di carico accidentale da traffico mobili) siano reciprocamente relazionate.
Dalla 'Barra degli strumenti' cliccare sul tasto 'Combinazioni di Carico' per fare apparire la finestra omonima.
Se dal selettore della fase si sceglie la 'Fase 2' e dal selettore dello stato limite si sceglie 'SLU' allora, per default, tale finestra dovrebbe apparire come in figura:



	1	2	3	4
Permanenti - g1	0	0	0	0
Permanenti - g2	0	1.4	1.4	1.4
Con.01	1.5	0	1.5	1.5
Con.02	0	0	0	0
frenamento - q3	1.5	0	0	1.5
centrifuga - q4	0.9	0	1.5	0
vento - q5.v	0.3	1.5	0.3	0.3
neve - q5.n	0.3	1.5	0.3	0.3
sisma - q6	1	1	1	1

La tabella presenta 9 righe e 4 colonne.
Ognuna delle righe rappresenta una singola condizione di carico (definita anche nel proseguo come ‘Azione’).
Ognuna delle colonne rappresenta, invece, una singola combinazione di carico.
Conseguentemente, nel progetto in esame, sono presenti apparentemente 9 condizioni di carico articolate in 4 combinazioni di carico. In realtà le condizioni di carico sono in numero superiore in quanto esistono le condizioni derivanti dai frames dell’analisi dei carichi mobili effettuata al passo 25.

I numeri all’interno delle celle della tabella indicano il livello di partecipazione dell’azione nell’ambito della relativa combinazione di carico.
Ad esempio in riferimento alla precedente figura viene evidenziata la Combinazione di Carico N.2 in cui:
le azioni ‘g1’ sono assenti essendo il valore della cella pari a **0**;
le azioni ‘g2’ sono presenti ed amplificate del 40% essendo il valore della cella pari a **1.4**;
l’azione ‘vento’ è presente ma ridotta del 70% essendo il valore della cella pari a **0.3**.

I valori all’interno delle singole celle possono essere singolarmente variate a piacimento da parte dell’utente.

I pulsanti ‘RIPRISTINO PARZIALE’ e ‘RIPRISTINO TOTALE’ ricostituiscono all’interno delle celle i valori di default rispettivamente alla tabella selezionata o a tutte le tabelle (ossia a tutte le fasi e a tutti gli stati limite).
Nuove Azioni (ossia le righe della tabella) e nuove Combinazioni (ossia le colonne della tabella) possono essere inserite tramite gli appositi pulsanti.

Cliccare su ‘Ok’ per ritornare all’ambiente principale di lavoro di SeMiSteel B-Plus.

Passo 31.

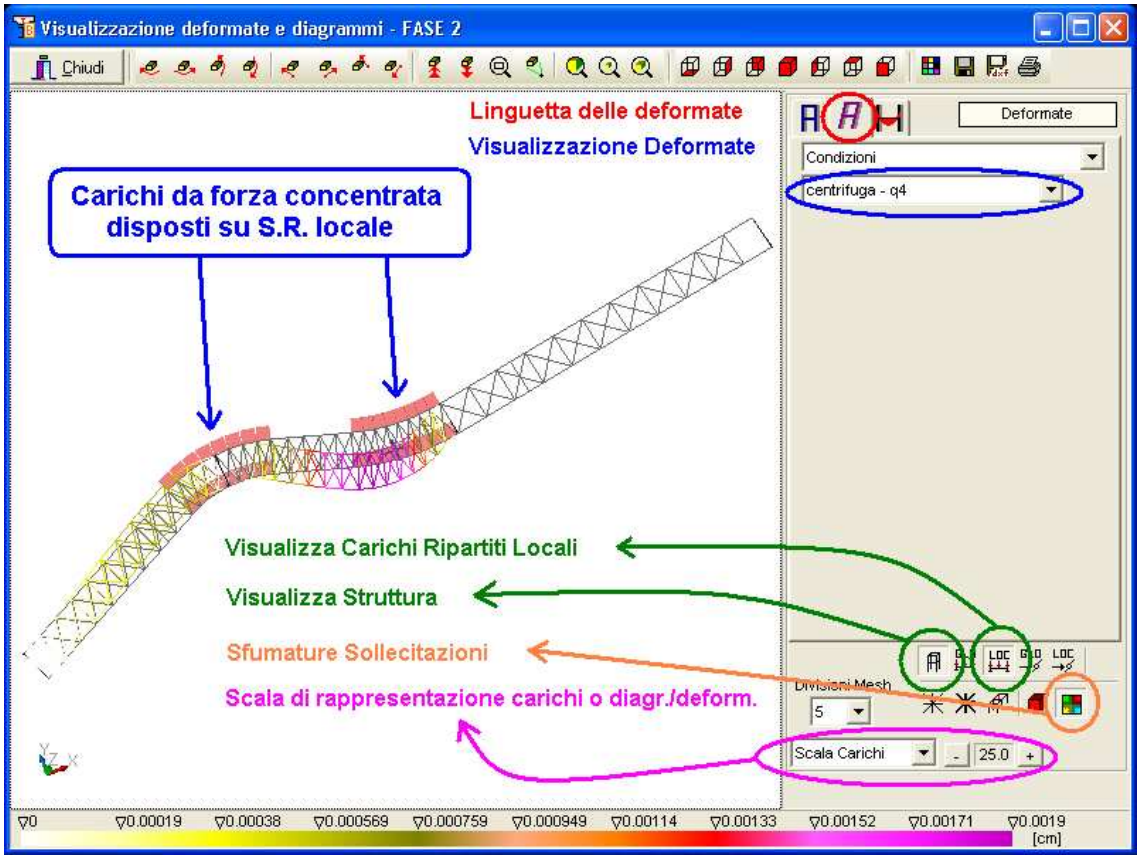
A questo punto è possibile effettuare il calcolo della struttura.
Cliccare, a tale scopo, sul tasto ‘Avvia Calcolo’ nella ‘Barra degli strumenti’. Il programma comincia così l’analisi della struttura articolata nelle tre fasi che interessano la vita dell’opera (fase di getto, fase di esercizio e fase dei fenomeni lenti).

Passo 32.

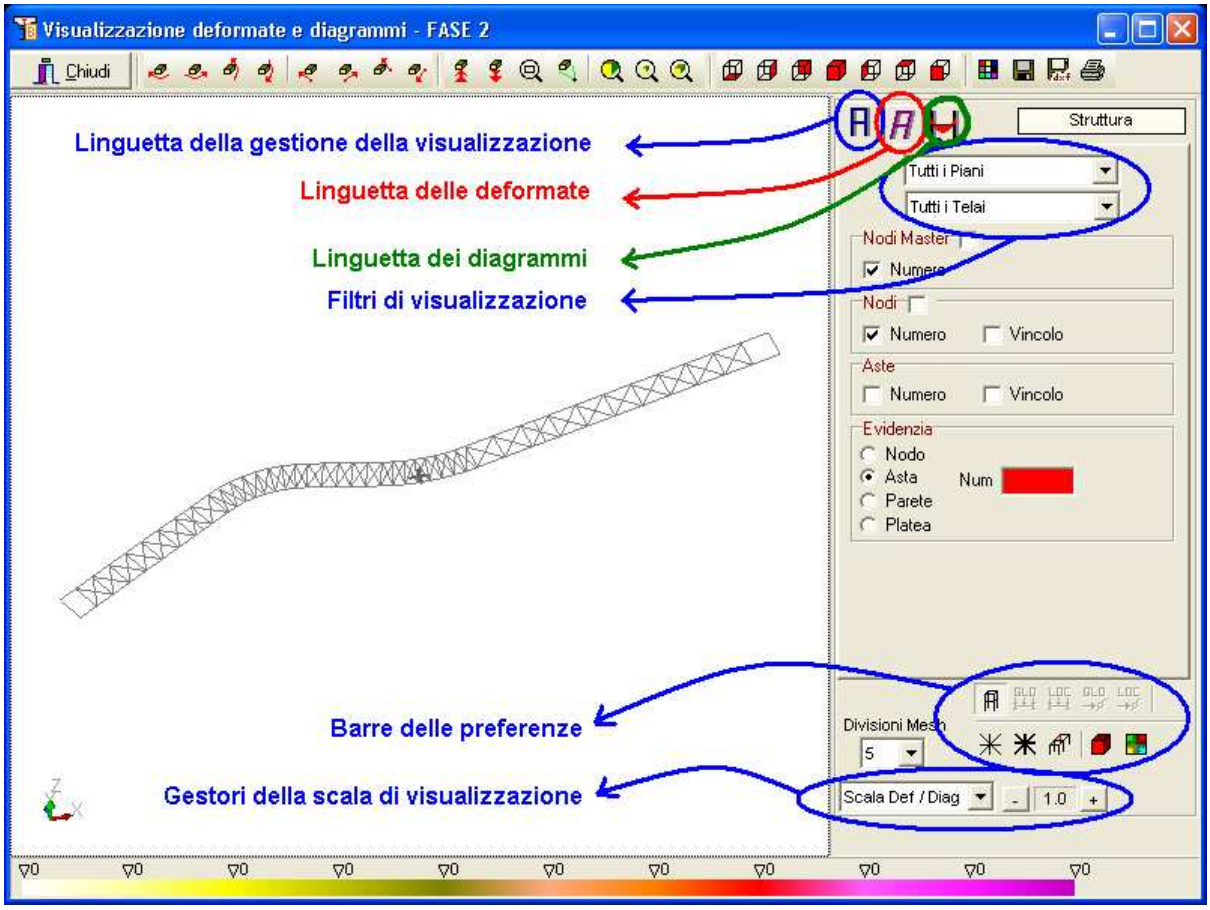
A calcolo terminato è possibile, prima di passare alle verifiche delle aste che compongono la struttura (Travi principali composte, traversi, controventi, reticolari), visualizzare graficamente i diagrammi, le deformate o i carichi agenti che interessano la struttura.
Cliccare, dunque, sul tasto ‘Visualizza Diagrammi ’ nella ‘Barra degli strumenti ’ e poi dal menu a tendina così comparso scegliere la ‘Fase 2’.
Eseguire in maniera consequenziale le seguenti selezioni per la visualizzazione delle deformate dovute ai carichi della forza centrifuga:

- Carichi da forza centrifuga-q4
- Visualizza carichi ripartiti locali
- Sfumature sollecitazioni
- Nella scala carichi inserire il valore 25 mentre nella scala delle deformazioni lasciare il valore di default 1.

tale finestra dovrebbe apparire come in figura:

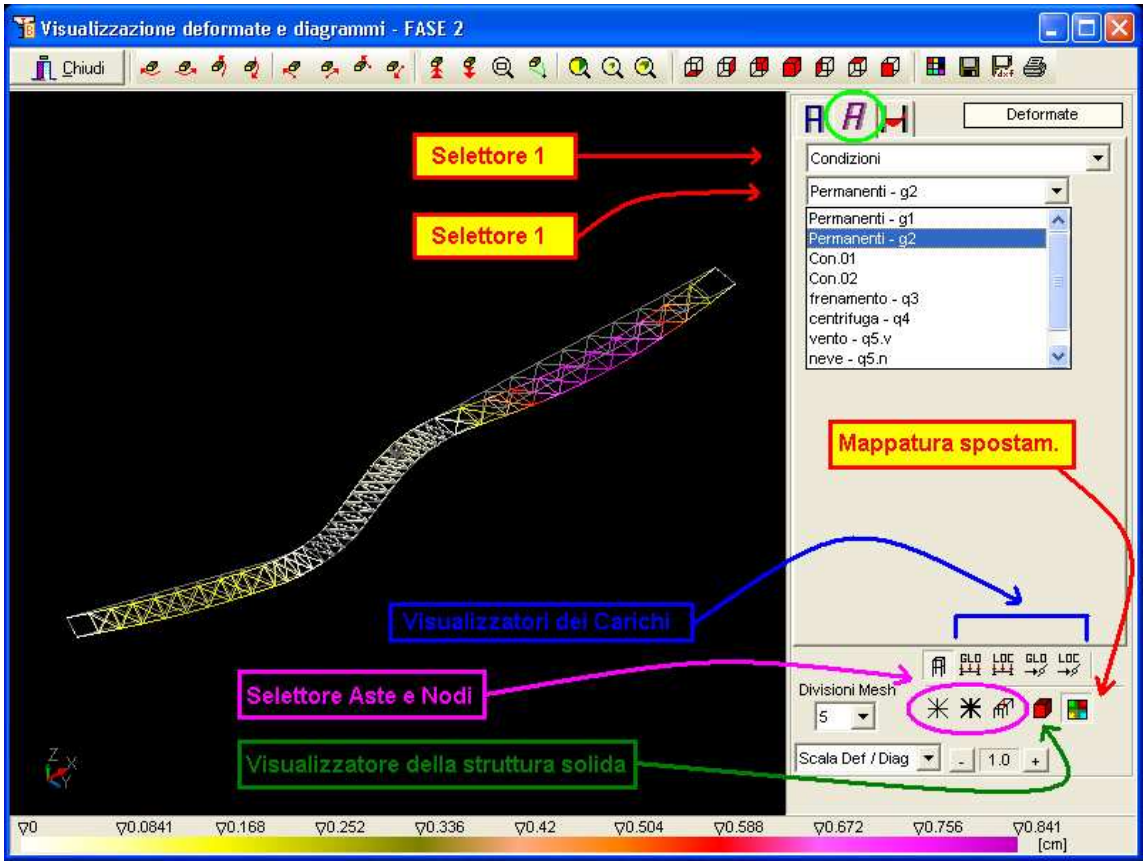


Ripetere l'operazione 'Visualizza Diagrammi ' nella 'Barra degli strumenti ' dal menu a tendina scegliere la 'Fase 2'.
Appare la finestra 'Visualizzazione deformate e diagrammi' relativa, ovviamente, alla fase 2 la quale dovrebbe essere nella stessa forma riportata in figura.



Tale ambiente presenta a destra tre linguette : Gestione di visualizzazione (struttura), deformate e diagrammi.

Selezionare la linguetta relativa alle deformate. La finestra ‘Visualizzazione deformate e diagrammi’ appare adesso così:



In questa sezione della finestra sarà possibile visualizzare le deformate della struttura relativamente alle singole condizioni di carico o combinazioni di carico. Le entità degli spostamenti potrà essere meglio rappresentata da una mappa colorata attivabile tramite un apposito pulsante.

Il ‘selettore 1’ consente di visualizzare le deformate relative alle combinazioni o alle singole condizioni di carico.

Il ‘selettore 2’ consente di scegliere la combinazione o la condizione di carico.

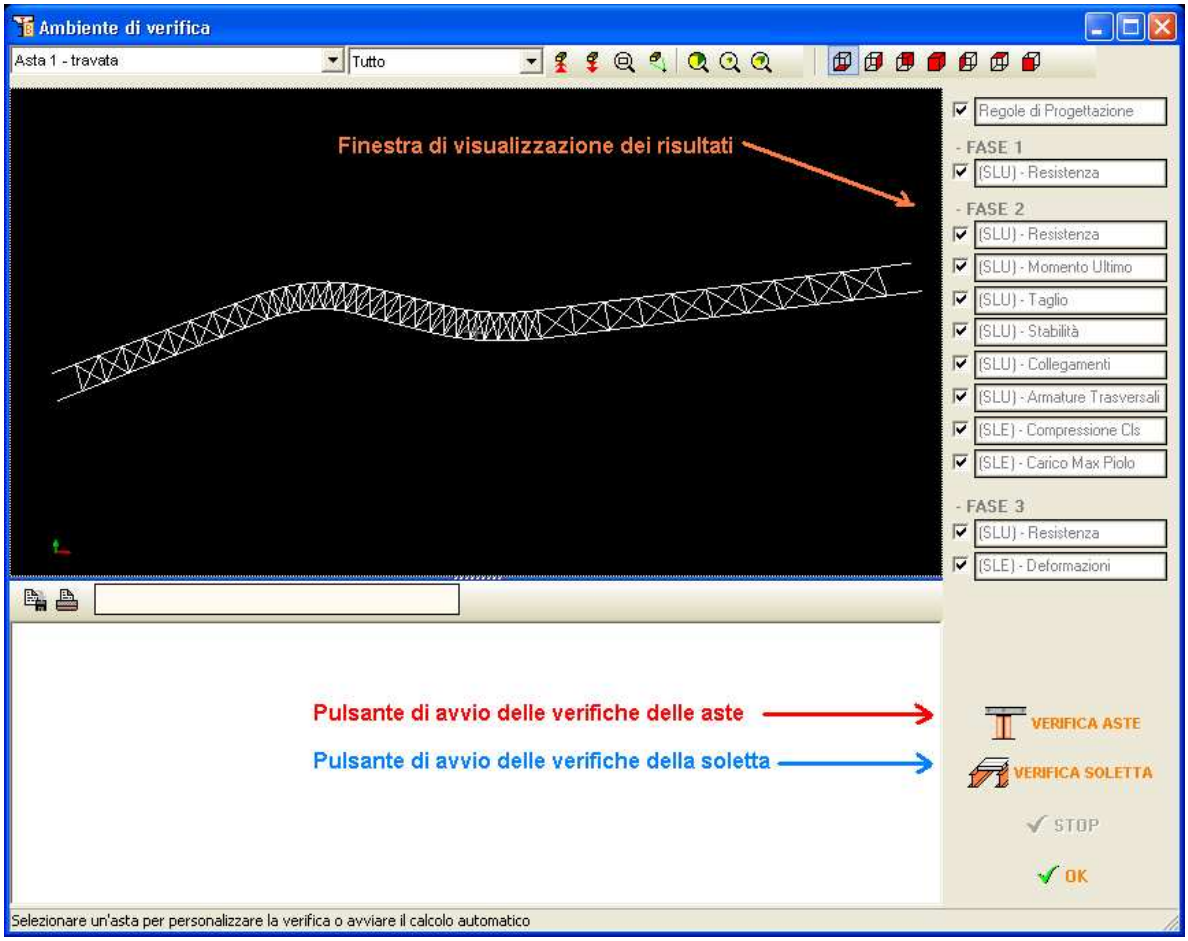
Unitamente alle deformate sarà anche possibile visualizzare i carichi distribuiti sulle aste e concentrati sui nodi relativi alla condizione o combinazione scelta e causa degli spostamenti stessi.
A titolo di esempio selezionare la condizione ‘Centrifuga – q4’ ……

Attraverso, poi, il selettore di aste e nodi sarà possibile selezionare graficamente gli elementi costituenti la struttura al fine di ottenere dettagliate informazioni sulle entità degli spostamenti, dei carichi, sulle grandezze elastiche e rigidezze associate, etc.

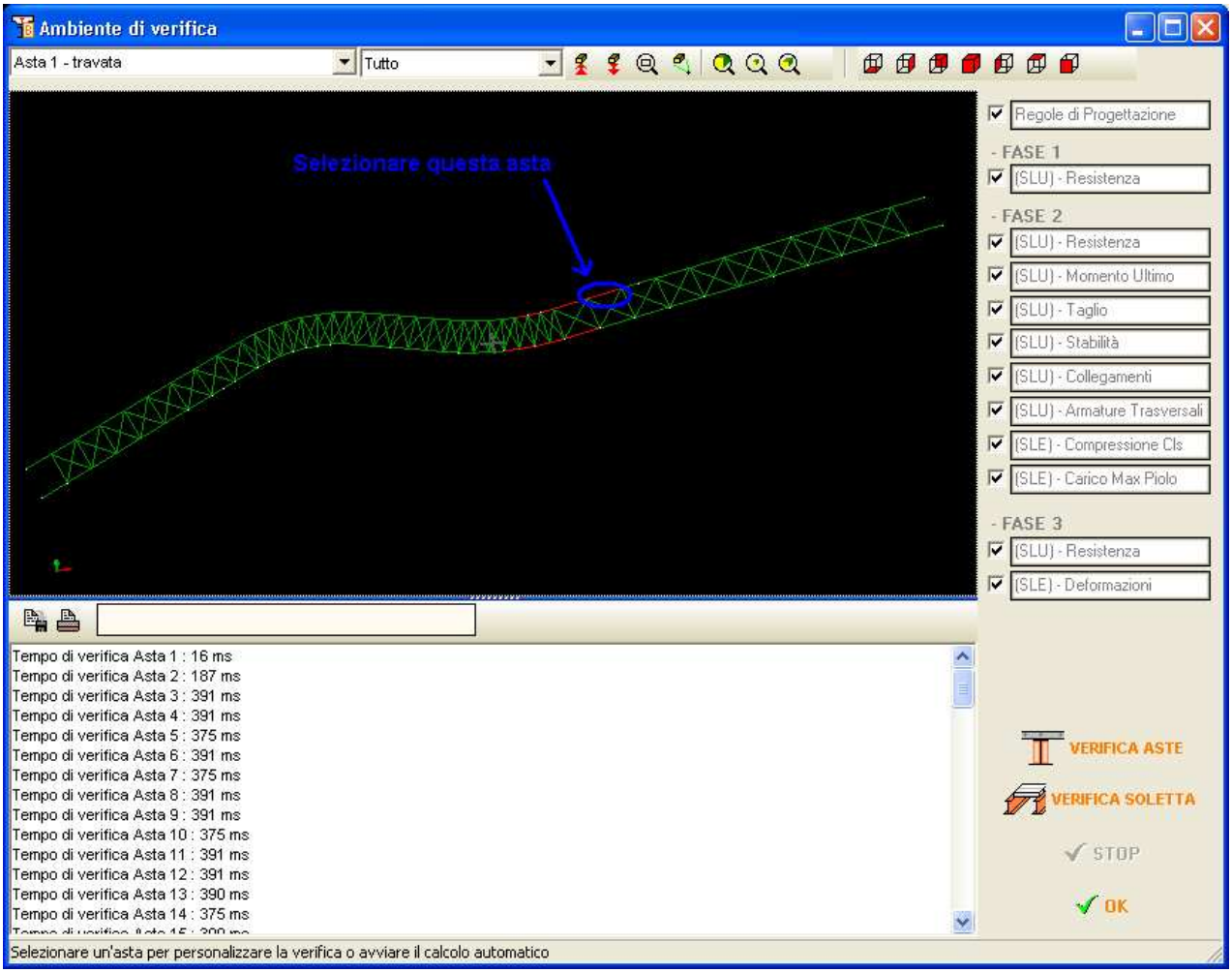
Selezionando la linguetta relativa ai diagrammi si adotteranno procedure identiche a quelle adottate per le deformate con lo scopo di visualizzare asta per asta l'andamento dei momenti flettenti, dello sforzo normale, dei tagli e del momento torcente.

Passo 33.

Se la struttura offre risultati ritenuti soddisfacenti si passa alla verifica degli elementi. Chiudere la finestra 'Visualizzazione deformate e diagrammi' tramite il tasto specifico posto in alto a sinistra per tornare all'ambiente principale di SeMisteel B Plus.
Cliccare sul tasto 'Esegui Verifiche' della barra degli strumenti per fare apparire la finestra 'Ambiente di verifica' dove sarà possibile dare avvio alle verifiche delle travate, dei trasversi (a parete piena e reticolari), dei controventi e della soletta in c.a.
Tale ultima finestra dovrebbe apparire come indicato in figura.



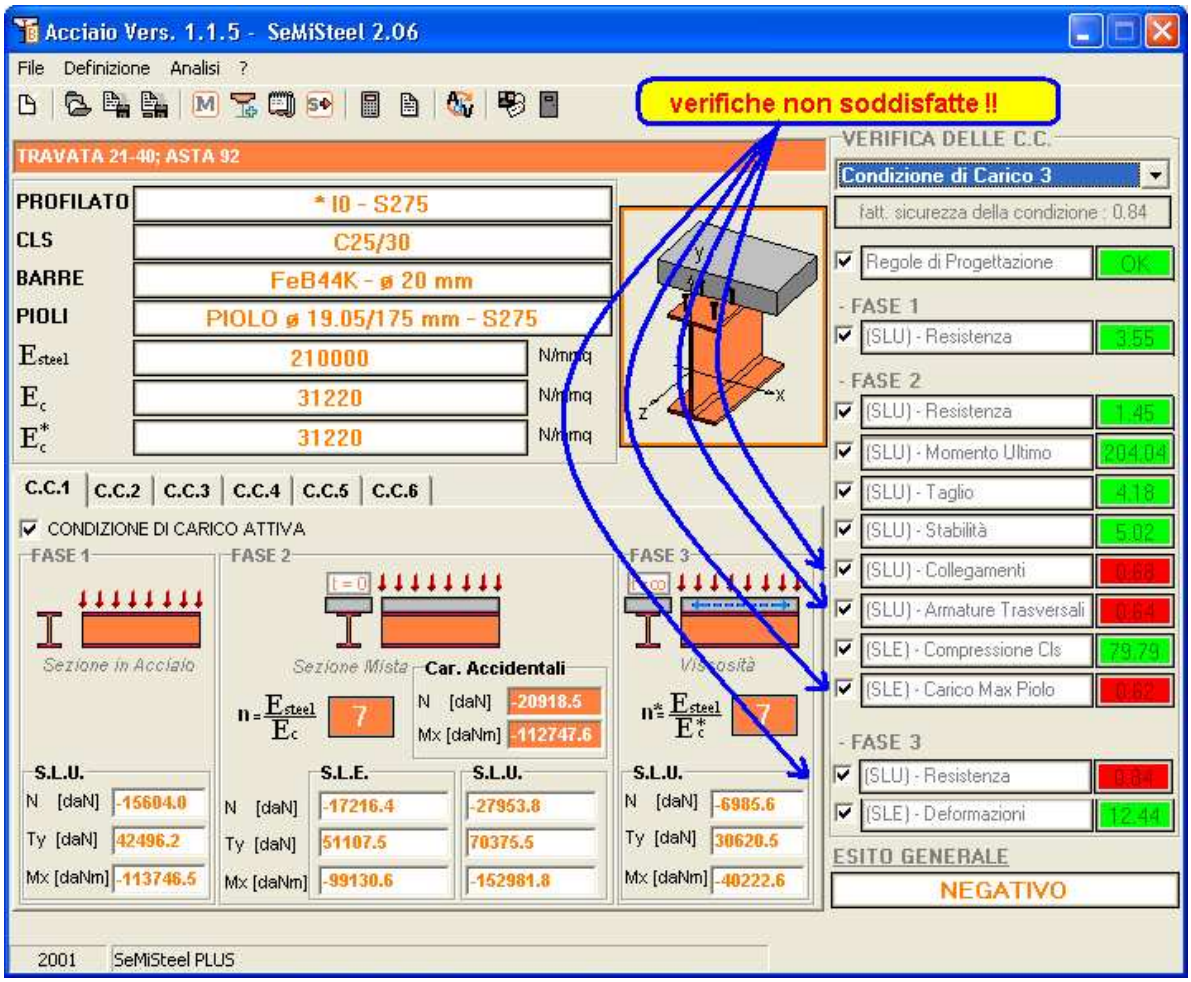
Cliccando sul tasto ‘Verifica Aste’ SeMiSteel B Plus inizierà a verificare tutte le aste. Procedendo, le aste sottoposte a verifica saranno man mano colorate di rosso o di verde per indicare l’esito rispettivamente negativo o positivo delle verifiche stesse.
Per approfondire le procedure di verifiche e i risultati ottenuti elemento per elemento cliccare direttamente sull’asta da esaminare.



Dopo aver cliccato sull’asta appare SeMiSteel il software specifico per la verifica di sezioni miste acciaio-calcestruzzo reso interattivo con la versione B Plus.

Passo 34.

In questa nuova finestra cliccare sul tasto ‘Calcolazione’ della barra degli strumenti. Il tratto viene dunque nuovamente sottoposto a verifica e la finestra dovrebbe apparire come in figura.



Si intuisce subito quali tipi di verifiche eventualmente possono avere creato problemi ed in corrispondenza di quale Condizione di Carico attraverso una lista delle verifiche effettuate accompagnate dai relativi fattori di sicurezza minini.

Per avere ulteriori delucidazioni cliccare sul tasto ‘Relazione di calcolo’ della barra degli strumenti.

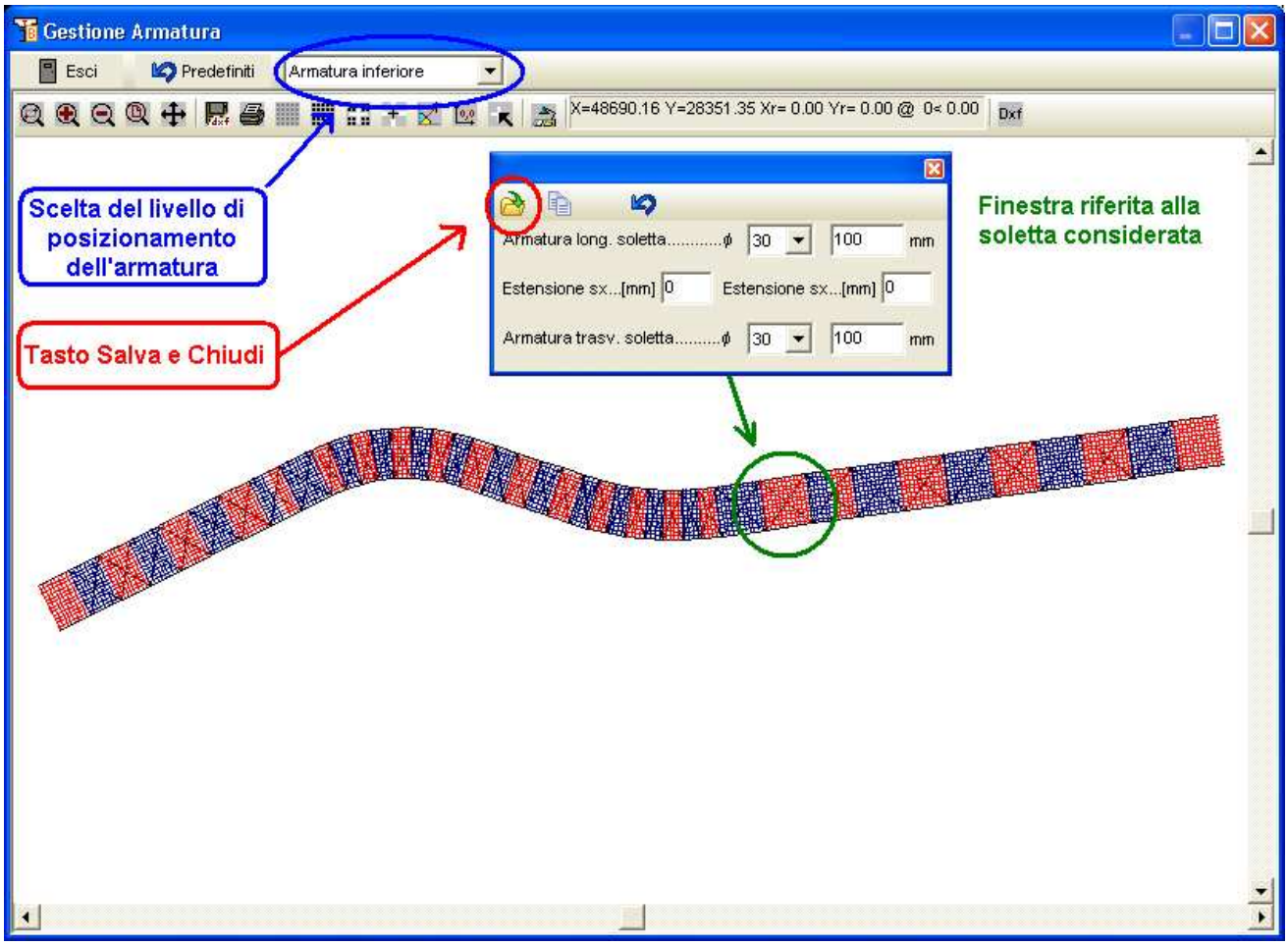
Passo 35.

Ritornare all’ambiente principale di SeMiSteel B Plus.

Passo 36.

Dalla ‘Barra degli Strumenti’ cliccare sul tasto ‘Gestione Armatura’, comparirà una finestra dove verrà schematizzato il tracciato planimetrico del tragitto. Selezionare

l'impalcato da rettificare, appare una finestra all'interno della quale è possibile gestire (allo stesso modo) le armature inferiori e superiori della soletta considerata. Inserire i medesimi valori sia al diametro che al passo delle armature longitudinali e trasversali (come in figura). Per salvare i dati attinenti alla variazione effettuata cliccare il tasto 'salva e chiudi'.
Dopo aver eseguito le correzioni nella finestra 'Gestione Armatura', cliccare il tasto esci e salvare le modifiche.

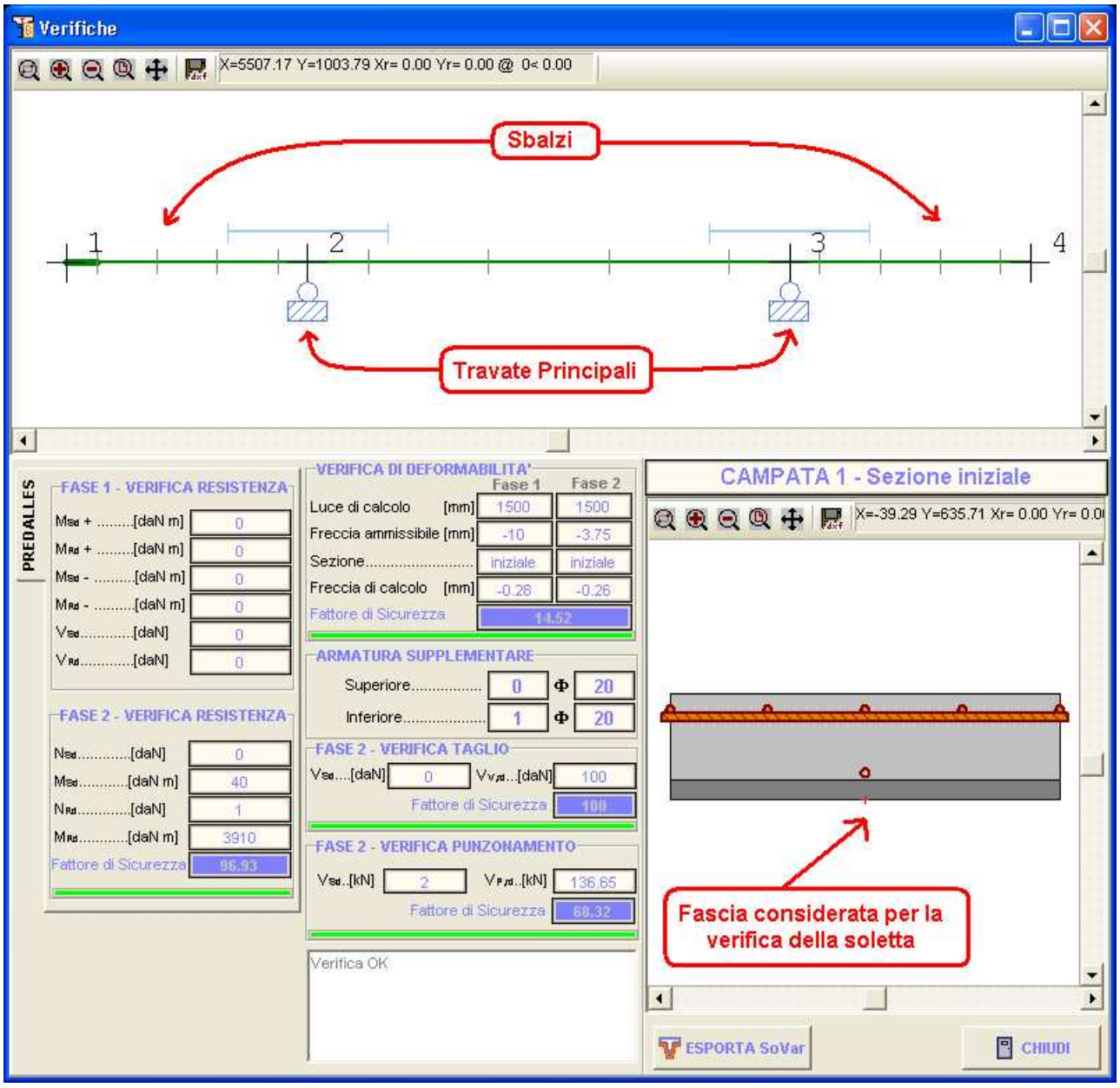


Passo 37.

Ripetere l'operazione dei passi 31 (Calcolazione) e 35 (Verifica).
Come si può notare, adesso, la situazione è notevolmente cambiata e le aste sono state verificate.
Nel caso di aste non verificate, analizzare le cause e ripetere i passi precedenti al fine di fare avere esito positivo alla verifica di tutte le aste.

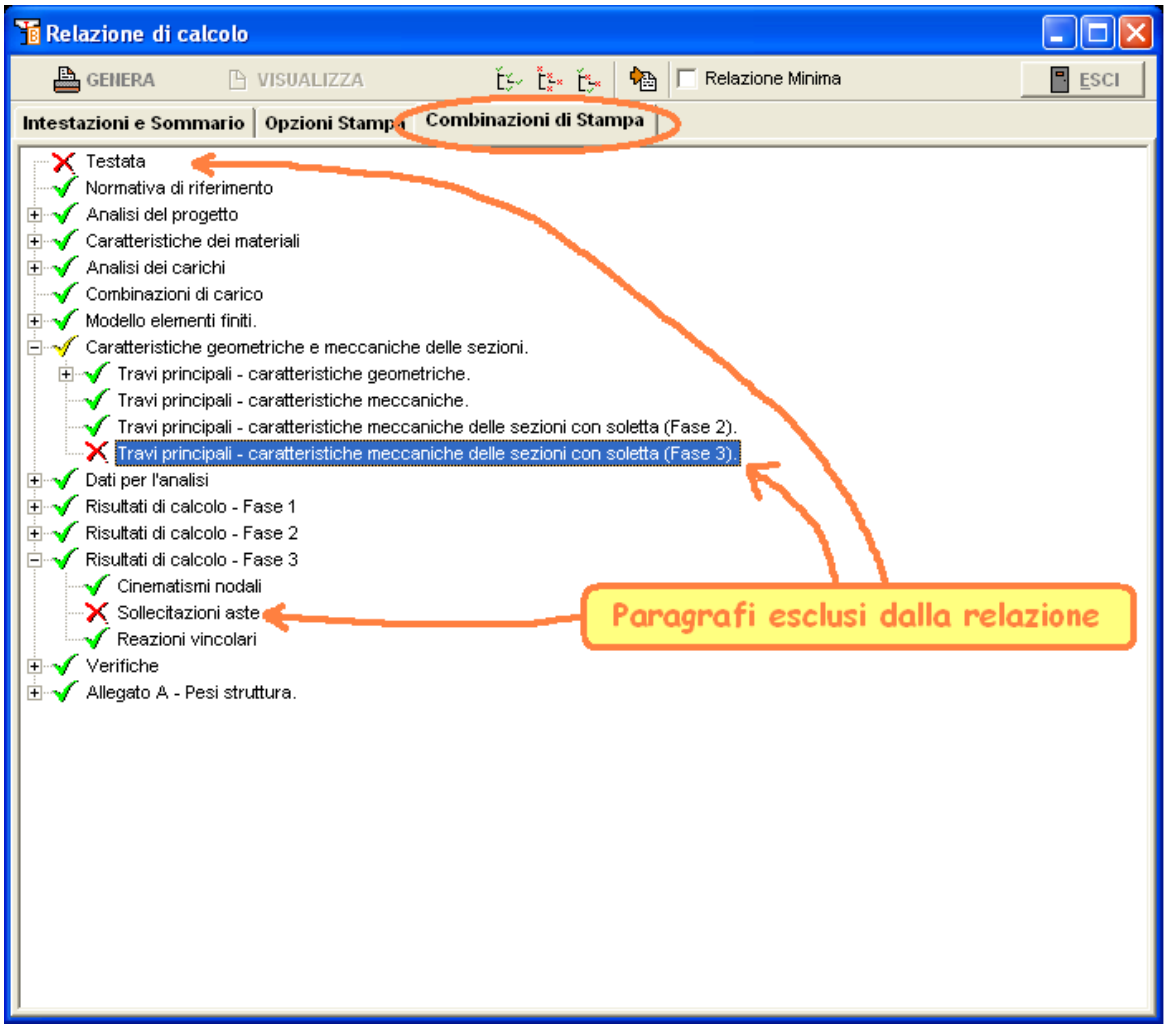
Passo 28.

Per la verifica della soletta in predalle all'interno dell' Ambiente di Verifica cliccare sul tasto 'Verifica Soletta'.
Questa volta apparirà 'SoVar' il software specifico per la verifica in di solai in predalles, lamiera grecata o a secco.
SeMiSteel B Plus, come con SeMiSteel, interagisce perfettamente anche con SoVar a cui trasmette tutte le informazioni necessarie per effettuare le verifiche.



Passo 39.

Eseguito il calcolo della struttura, controllati i risulati del calcolo, effettuate le verifiche delle travate, dei trasversi, dei controventi e della soletta in c.a. si potrà sintetizzare il tutto in una relazione di calcolo.
All'interno dell'ambiente principale di SeMiSteel B Plus cliccare sul tasto 'Relazione di Calcolo' per fasre apparire l'omonima finestra.



All'interno di tale ultima finestra sarà possibile, oltre a prevedere aspetti secondari della relazione (intestazioni a piè di pagina, sommario, numero di pagina, formato della carta, distanza dai margini, etc.), personalizzare la composizione della relazione stessa includendo ed escludendo i singoli paragrafi.
Per la visualizzazione cliccare sul tasto 'Genera'.

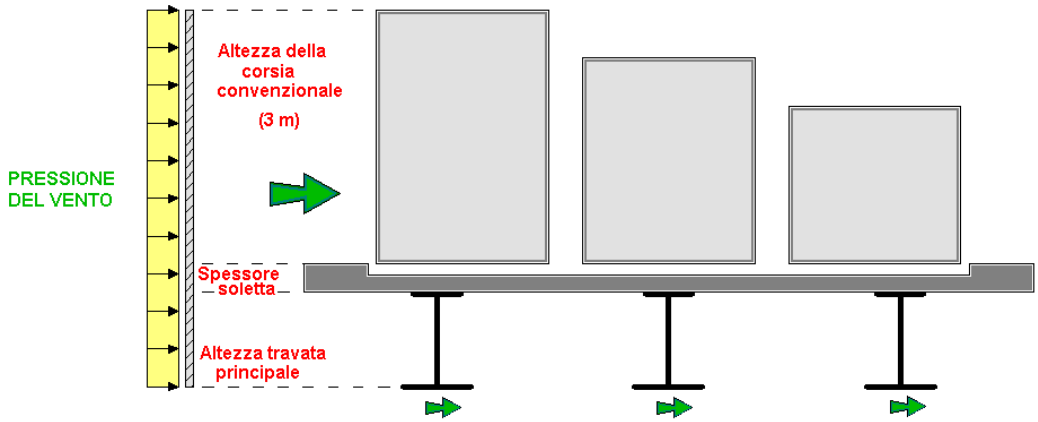
Passo 40. - Ulteriori funzioni contenute in SeMiSteel B-Plus

1. Azione del vento.

SeMiSteel B-Plus assimila convenzionalmente il carico del vento ad un carico orizzontale statico diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tali azioni vengono considerati agenti sulla proiezione del piano verticale della superficie direttamente investita, pari al prodotto tra la lunghezza del ponte e la somma tra l'altezza travata principale in acciaio, lo spessore della soletta in c.a. e l'altezza (assunta pari a 3 m) della corsia convenzionale.

Il valore della pressione del vento unitario viene richiesta nei dati generali.

Il carico lineare così ottenuto verrà diviso o distribuito egualmente fra tutte le travature reticolari principali presenti.



2. Azione Centrifuga.

SeMiSteel B-Plus calcola automaticamente l'azione centrifuga tramite un riconoscimento dei tratti in curva e la valutazione del raggio di curvatura. Il carico lineare così calcolato verrà moltiplicato per il numero di corsie convenzionali e conseguentemente diviso egualmente tra le travature reticolari principali.

3. Rotazione Trasverso

Dopo aver definito il materiale e il profilato standard (nei passi 7,8), i trasversi vengono

introdotti fra le travate principali mediante i tasti "introduci" o "introduci multiplo" (sulla barra

delle modifiche).

SeMiSteel B-Plus, fornisce l'opzione per poter ruotare i trasversi sia intorno all'asse Z che

intorno all’asse del trasverso.

Cliccando sul tasto ‘Trasverso’ nella ‘Barra degli Elementi’ e selezionando dalla ‘Barra delle

Modifiche’ il tasto ‘Rotazione trasverso’ è possibile modificare lungo il tragitto (solo nei rettifili)

la rotazione dei singoli trasversi, inserendo nella finestrina che apparirà in basso un angolo

massimo compreso fra -80°/+80°.

Per convenzione si è assunto che:

- il punto di rotazione è dato dall’intersezione tra la travata principale di riferimento (travata 1) ed il traverso stesso;
- la rotazione è positiva se oraria attorno all’asse +Z;
- la rotazione ha un angolo di 0 gradi sessagesimali quando il traverso è ortogonale allla travata di riferimento.
- la rotazione viene espressa in gradi sessagesimali.

Lo spostamento rotazionale del traverso selezionato è possibile fino a quando la proiezione dello stesso non intercetta la posizione del traverso immediatamente successivo o precedente. Inoltre la variazione di angolo comporterà anche un conseguente spostamento di eventuali controventi presenti nel tragitto.

Eseguire le stesse operazioni per effettuare una rotazione rispetto all’asse del trasverso, selezionando dalla barra delle modifiche il tasto ‘Rotazione asse trasverso’.

Nell’ambiente principale SeMiSteel B-Plus apparirà una finestra ‘Rotazione asse’ in cui è possibile inserire l’angolo torsionale del trasverso.

Per convenzione si è assunto che:

- l’asse di rotazione corrisponde con l’asse baricentrico del trasverso;
- la rotazione è positiva se oraria rispetto ad un osservatore posto sulla travata principale di riferimento;
- la rotazione viene espressa in gradi sessagesimali.

SoVar

MANUALE D’USO

Premessa

Il presente manuale vuole presentare tutte le operazioni che si possono eseguire con il software SoVar. Dopo alcune informazioni introduttive, viene fornita una breve descrizione dell'interfaccia grafica, e poi vengono date le specifiche sulle fasi di utilizzo del software: input, calcolo, post-processing. Infine vengono presentati, come esempio, due input rispettivamente di un solaio collaborante (lamiera grecata e clsa) e di un solaio a secco (legno e tavolato).

Obiettivo

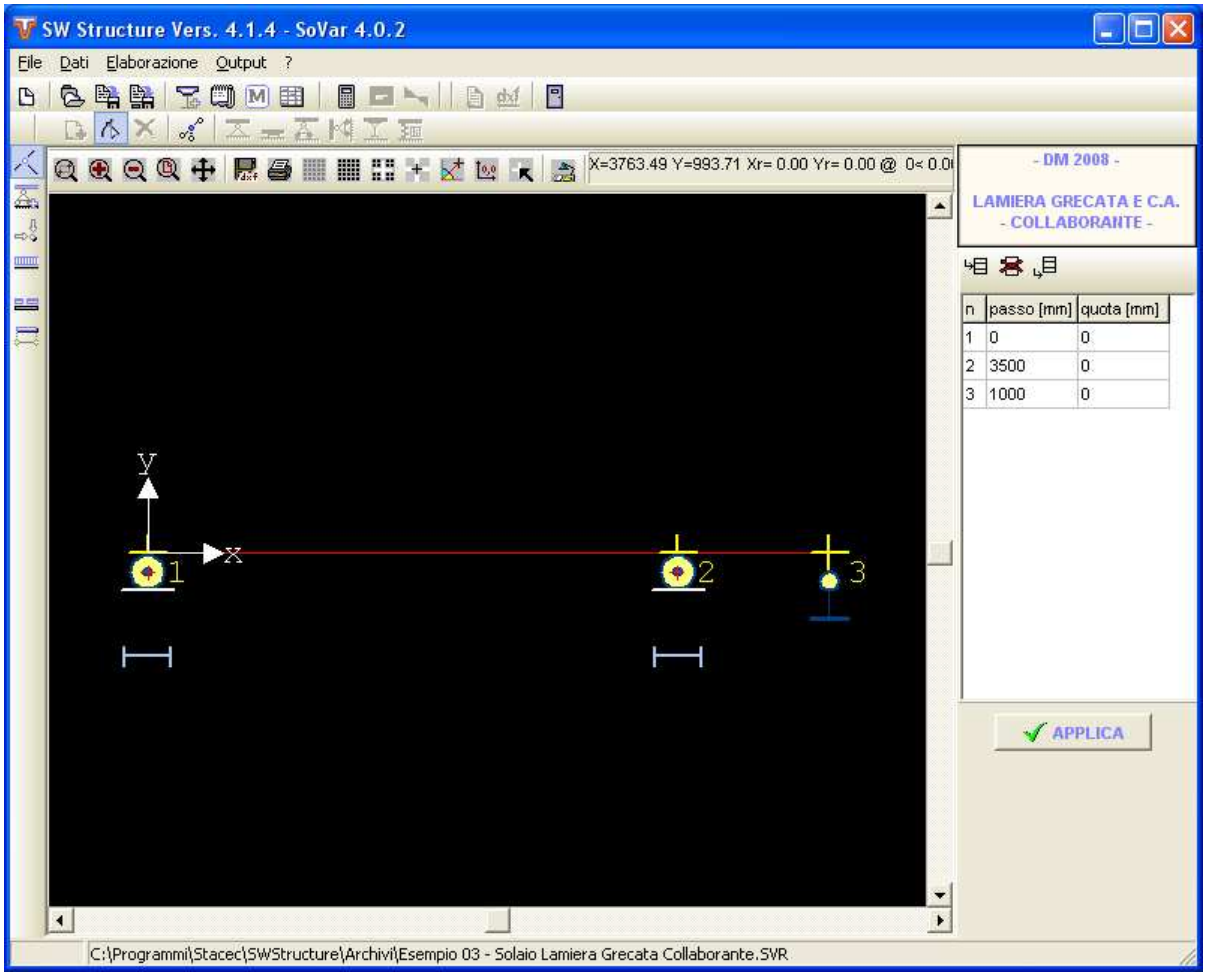
Il software SoVar consente di eseguire il calcolo della soluzione, in termini di spostamenti e sollecitazioni, di solai. Il software inoltre esegue la verifica dei solai in lamiera grecata in acciaio, in profilati affiancati in acciaio, in legno, in putrelle e tavelloni, misti acciaio-cls o predalles. I risultati dell'analisi e delle verifiche possono essere stampati in una dettagliata relazione.Per i solai misti acciaio-cls o predalles il software restituisce degli elaborati in formato dxf con i dettagli delle armature .

Caratteristiche Generali

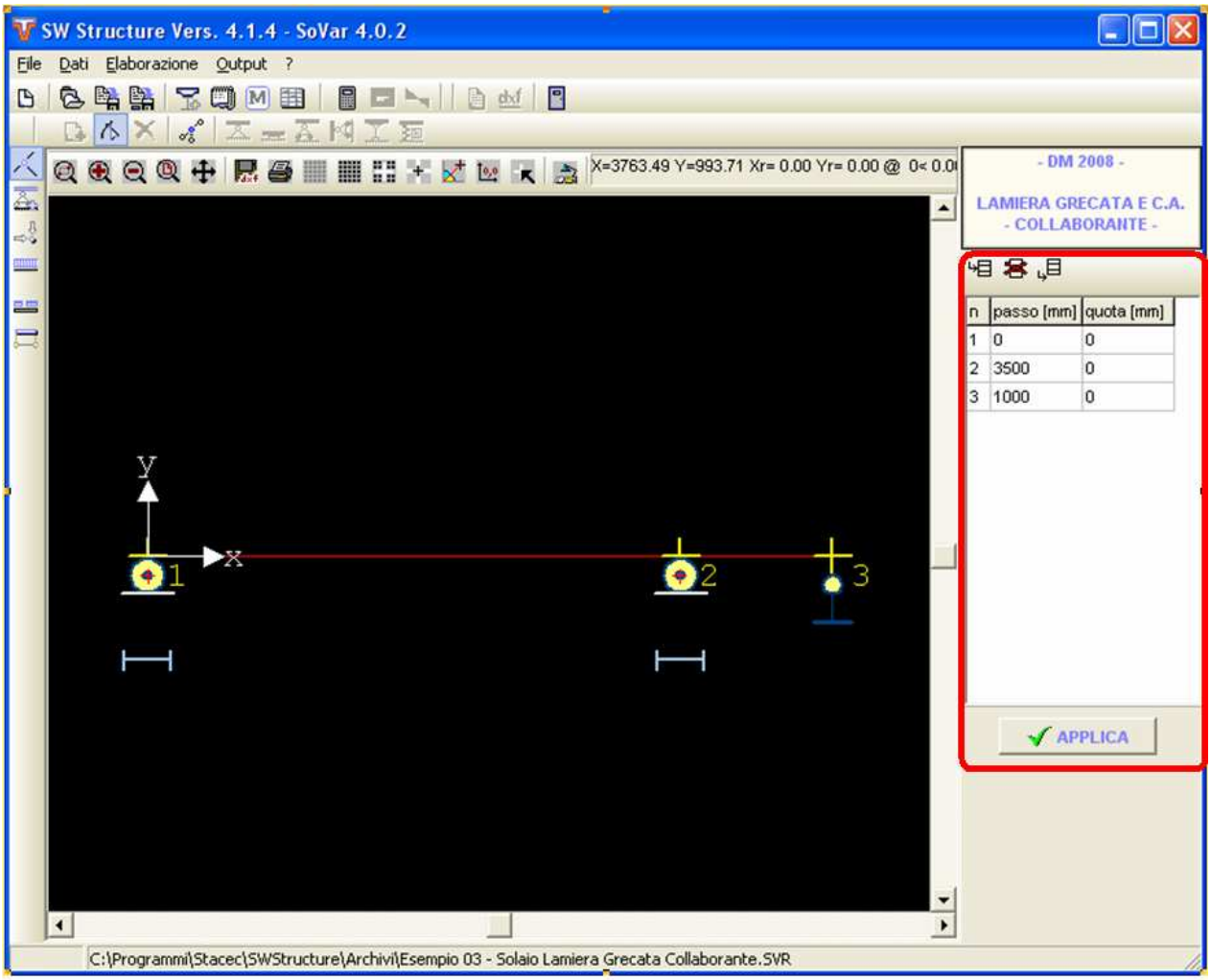
Sovar esegue l'analisi ad elementi finiti della struttura risolvendo i sistemi lineari associati alle azioni di carico. I calcoli di verifica dei solai vengono effettuati secondo le prescrizioni del DM 14/01/2008.

Interfaccia Grafica

L'interfaccia grafica di SoVar è caratterizzata da una finestra principale e da altre finestre secondarie. La finestra principale è dotata di una barra di Menu, e di vari tool button .
L'editor verrà visualizzato nell'Area Operativa della Finestra Principale.



Interfaccia grafica



Finestra principale – Area Operativa (evidenziata con contorno rosso)

I tool button della finestra principale sono di seguito elencati.

- **Nuovo** consente di creare un nuovo progetto.
- **Apri** serve per aprire un archivio esistente.
- **Salva** serve per salvare le modifiche effettuate al progetto corrente.
- **Salva con Nome** consente di salvare il progetto corrente specificando il nome dell'archivio in cui memorizzare il progetto.
- **Sezione** consentesi definire la sezione trasversale.
- **Dati Generali** serve per aprire l'editor dei dati generali.
- **Materiali** consente di aprire l'editor dei materiali.
- **Combinazioni di Carico** apre l'editor delle combinazioni di carico.

- **Avvia Calcolo** lancia il calcolo.
- **Esegui Verifiche** apre la finestra delle verifiche. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Visualizzazione Diagrammi** apre la finestra di visualizzazione dei risultati. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Relazione di Calcolo** apre la finestra della relazione. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Tavole Dxf** apre la finestra delle tavole dxf. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Esci** chiude SoVar, previa richiesta all'utente del salvataggio di eventuali modifiche.
- **Nodo** attiva le operazioni relative ai nodi.
- **Vincoli Esterni** attiva le operazioni relative ai vincoli nodali.
- **Carichi Concentrati** attiva le operazioni relative ai carichi nodali.
- **Carichi Ripartiti** attiva le operazioni relative ai carichi distribuiti su aste.
- **Combinazioni a Scacchiera** consente di visualizzare le varie distribuzioni di carico.
- **Misura Distanze** serve per misurare la distanza tra un nodo e un altro. Premuto il pulsante e selezionati due nodi infatti vengono fornite in una finestra di dialogo, informazioni relative alla distanza tra i due nodi.
- **Inserimento** permette di accedere alle operazioni di inserimento.
- **Modifica** consente di entrare nelle operazioni di modifica.
- **Elimina** fa' entrare nelle operazioni di eliminazione.

- **Allinea** consente di allineare i nodi presenti fra due estremi.
- **Cerniera** consente di inserire il vincolo esterno cerniera.
- **Incastro** consente di inserire il vincolo esterno incastro.
- **Carrello X** consente di inserire il vincolo esterno carrello con asse di scorrimento orizzontale.
- **Carrello Y** consente di inserire il vincolo esterno carrello con asse di scorrimento verticale.
- **Puntello** consente di inserire il vincolo esterno puntello.
- **Vincolo Cedevole** consente di inserire un vincolo esterno cedevole.

Editor dei Nodi

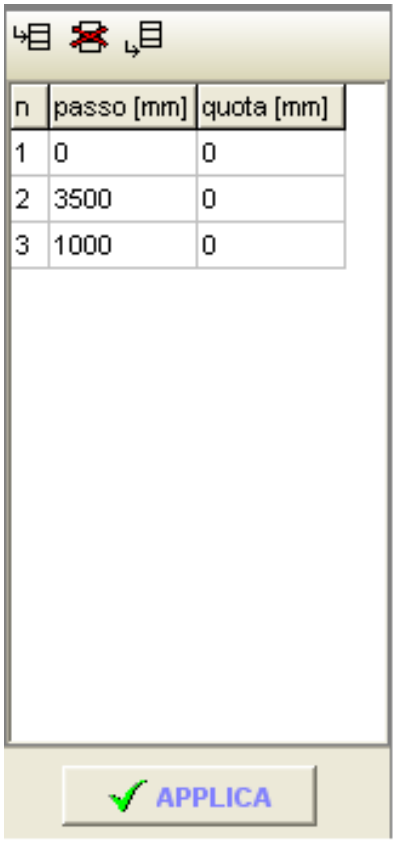
È costituito dall'elenco completo dei nodi con le coordinate piane degli stessi. L'editor consente l'inserimento, la cancellazione e la modifica delle coordinate dei nodi.

Per accedere all'editor bisogna ciccare sul pulsante Nodi e poi sul pulsante Modifica .
L'editor verrà visualizzato nell'Area Operativa della Finestra Principale.

L'inserimento di un nodo viene fatto premendo il pulsante di Inserimento dell'editor, settando le coordinate del nuovo nodo e premendo il pulsante Aggiorna dell'editor.

La cancellazione dall' Editor dei Nodi viene fatta selezionando la riga corrispondente al nodo voluto e premendo il pulsante Rimuovi .

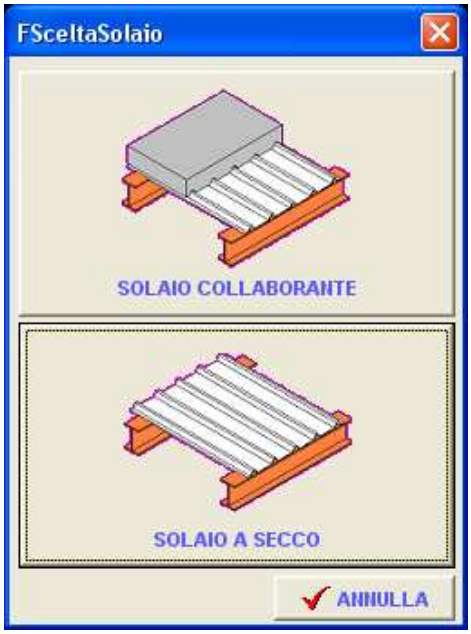
L' Editor dei Nodi può essere utilizzato in qualsiasi momento per modificare le coordinate di un nodo: per farlo occorre selezionare la riga corrispondente al nodo richiesto, modificare le coordinate e premere il tasto Aggiorna.



Editor Nodi

Scelta Solaio

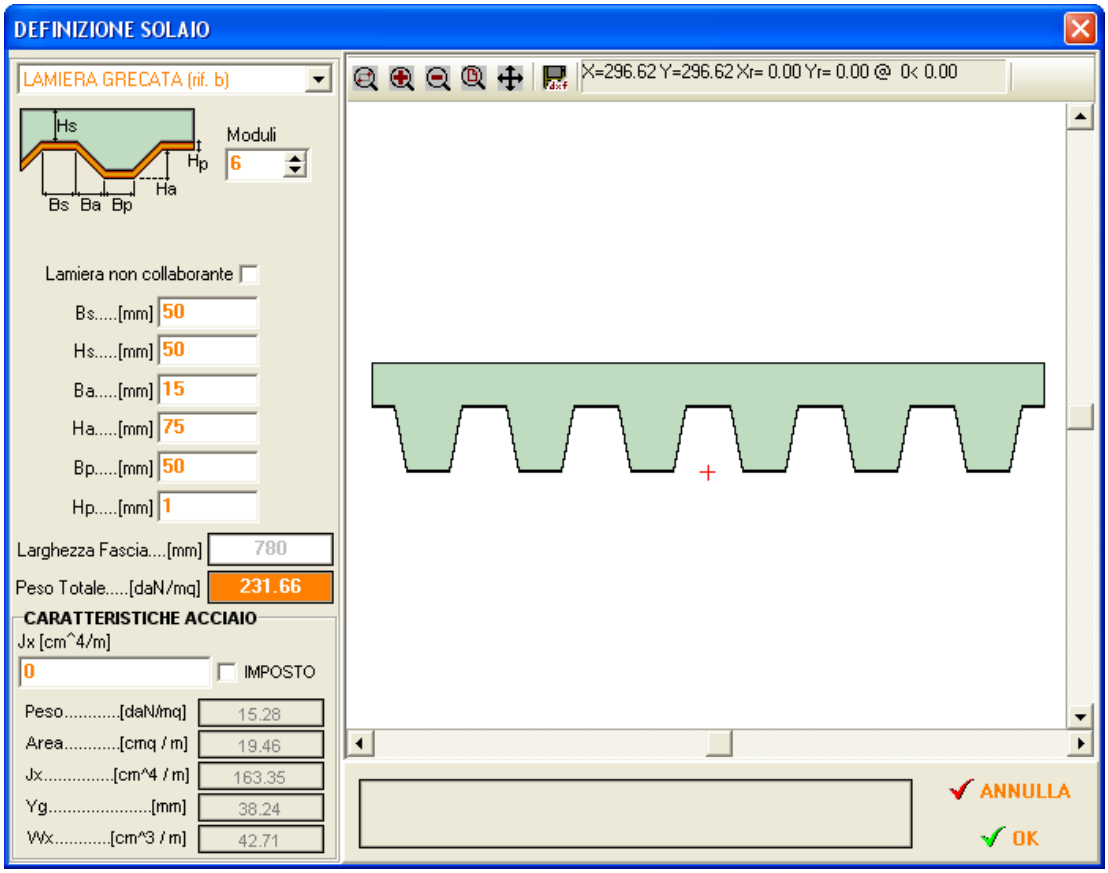
Per iniziare un nuovo input è necessario ciccare su **Nuovo.** A questo punto appare la maschera che consente di stabilire il tipo di solaio che si vuol verificare. Per la verifica dei solai in lamiera grecata in acciaio, in profilati affiancati in acciaio, in legno, in putrelle e tavelloni bisogna scegliere **Solaio a secco,** mentre per la per la progettazione delle armature e per la verifica dei solai misti lamiera grecata-cls o dei solai predalles bisogna scegliere **Solaio collaborante.**



Editor Scelta Solaio

Editor Sezione

L'editor Sezione consente di definire la sezione trasversale.



Editor Sezione (Solaio in lamiera grecata collaborante)

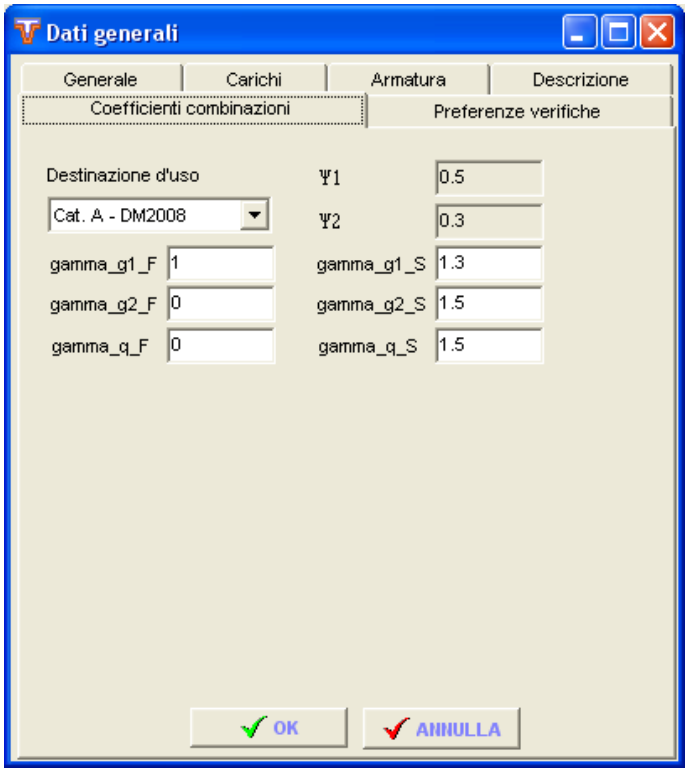
Materiali

L'editor Materiali consente di assegnare i materiali a tutti gli elementi strutturali delle varie tipologie di solai.

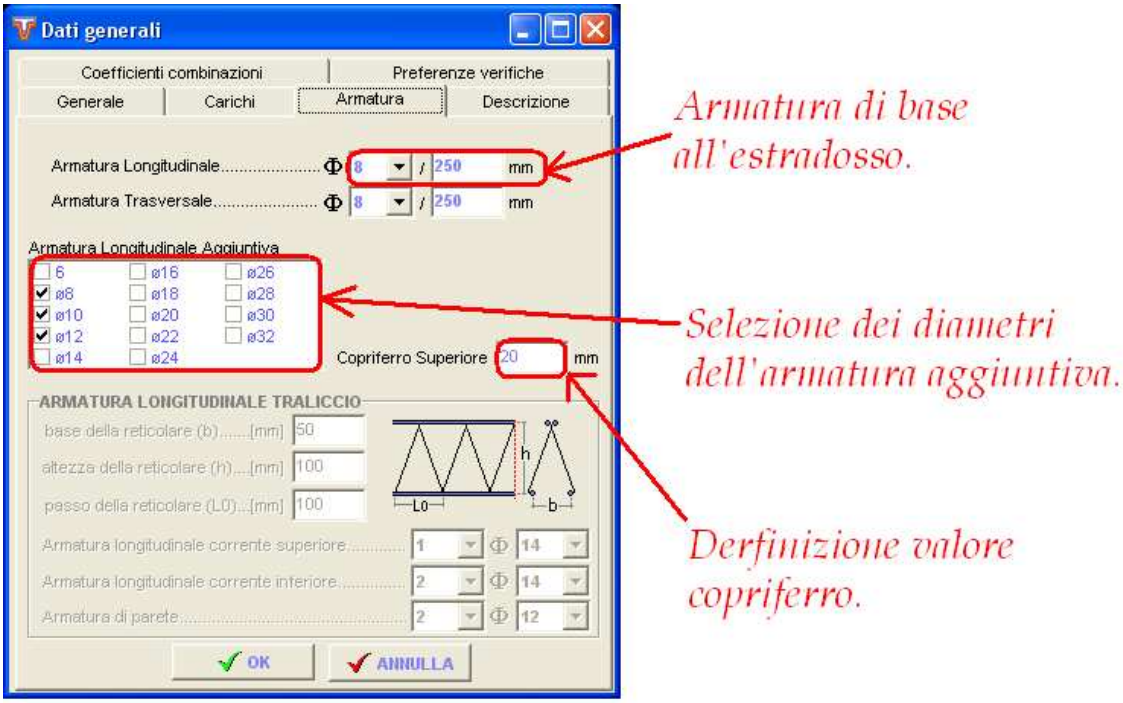
Editor Materiali (Solaio in lamiera grecata collaborante)

Editor dei Dati Generali

L'editor si apre tramite l'omonimo pulsante e consente di modificare i dati generali del progetto.



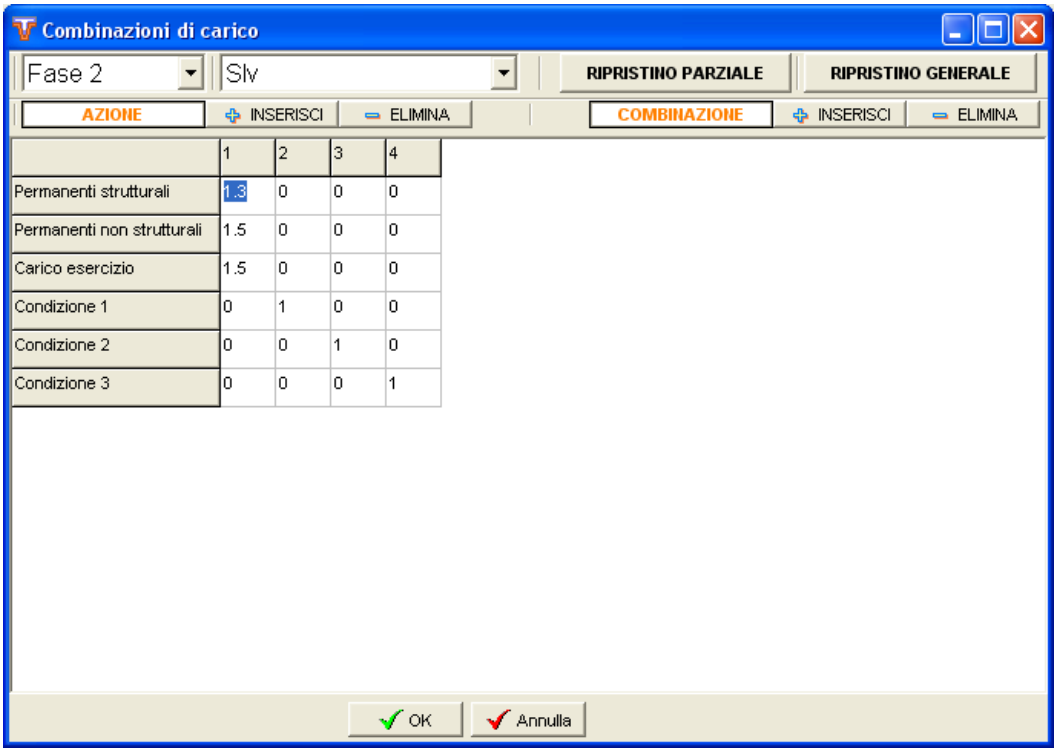
Editor Dati Generali – Coefficienti di combinazione (Solaio in lamiera grecata collaborante)



Editor Dati Generali – Armatura (Solai collaboranti)

Editor Combinazioni di Carico

Il progetto è caratterizzato da azioni di carico e combinazioni di carico. Le combinazioni di carico sono raggruppate in inviluppi. Per i solai a secco è prevista la sola Fase 1, mentre per i solai collaboranti sono previste due fase di calcolo: la Fase 1 si riferisce alla fase di getto del calcestruzzo ossia alla fase in cui il calcestruzzo non ha ancora fatto presa. La Fase 2 è quella in cui il calcestruzzo gettato in opera ha fatto presa e collabora alle resistenze delle sezioni trasversali.
Con riferimento a ciascuna fase Sovar prende in conto i casi di carico e li combina fra di loro in maniera tale da massimizzare gli effetti degli stessi sulla struttura. L'editor consente di introdurre degli ulteriori casi di carico e delle ulteriori combinazioni di carico.



Editor Combinazioni di Carico

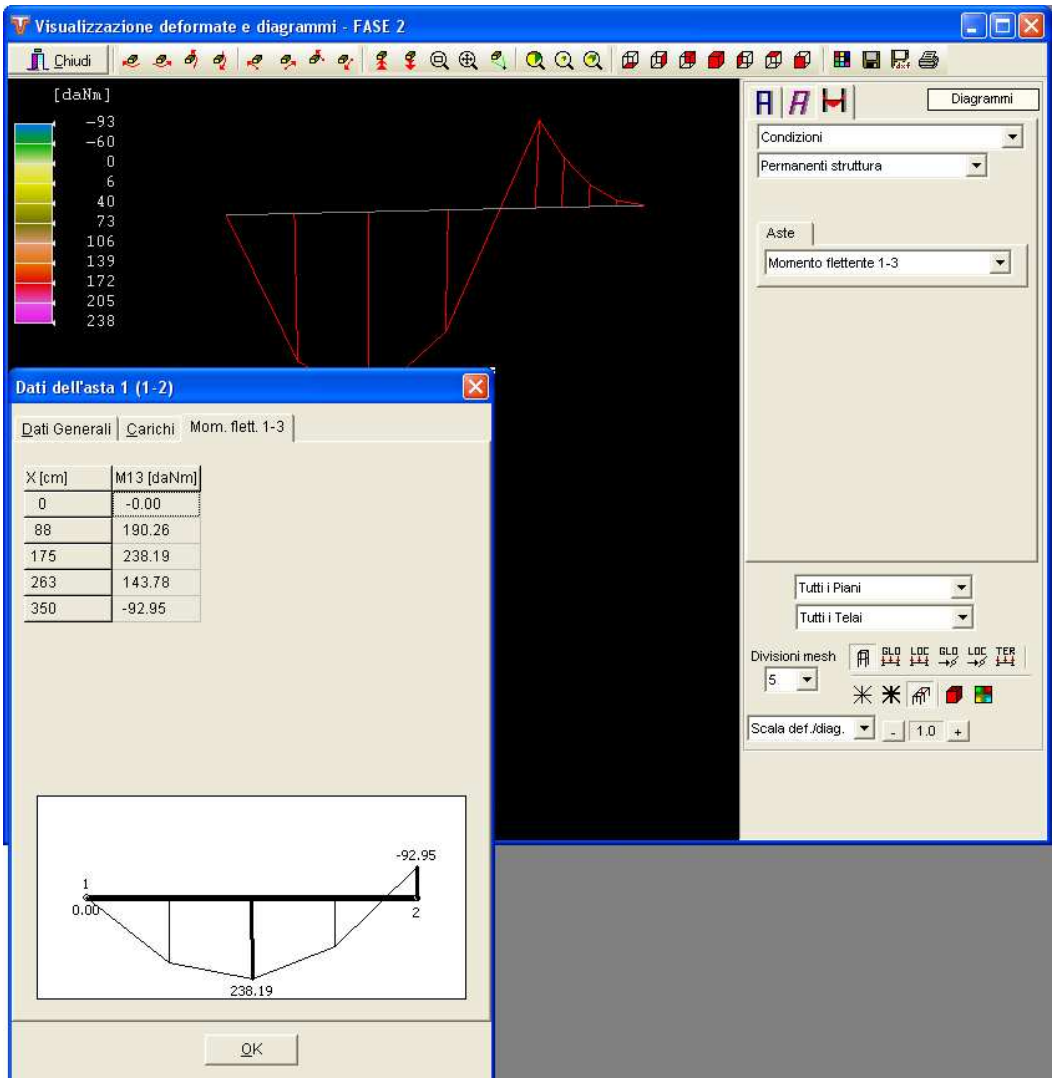
Calcolo

La procedura di soluzione dell'analisi strutturale viene avviata premendo il pulsante **Avvia Calcolo**. La procedura non verrà conclusa con successo se il progetto contiene una struttura labile. Una volta che il viene eseguito calcolo con successo, vengono memorizzati i risultati dell'analisi e i risultati degli inviluppi. A questo punto potranno essere eseguite le procedure di Verifica, Stampa Relazione, e per i solai collaboranti Visualizza Dxf delle armature.
La procedura esegue analisi statica per tutte le azioni di carico del progetto considerate.

Visualizza Risultati Calcolo

Fatto il calcolo, è possibile visualizzare i risultati tramite la finestra apposita alla quale si accede tramite il pulsante **Visualizza Diagrammi.** I risultati sono disponibili in termini di spostamenti o di sollecitazioni. Sono disponibili azioni, combinazioni, inviluppi. Per i solai collaboranti (Solai misti Lamiera grecata e clsa, Predalle) è possibile visualizzare i risultati sia per la fase 1 (fase di getto nella quale

in calcestruzzo gettato non collabora alla resistenza del solaio) che per la fase 2 (fase di esercizio nella quale il calcestruzzo è collaborante).

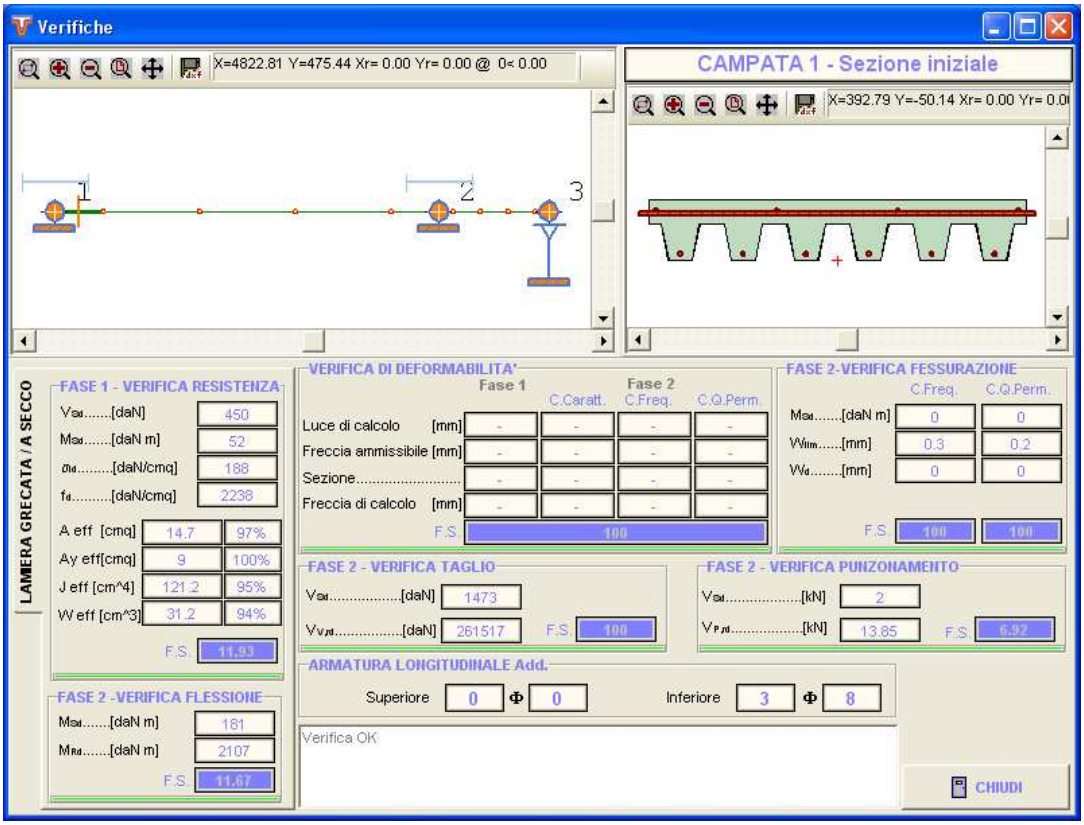


Finestra Risultati Calcolo

Visualizza Verifiche

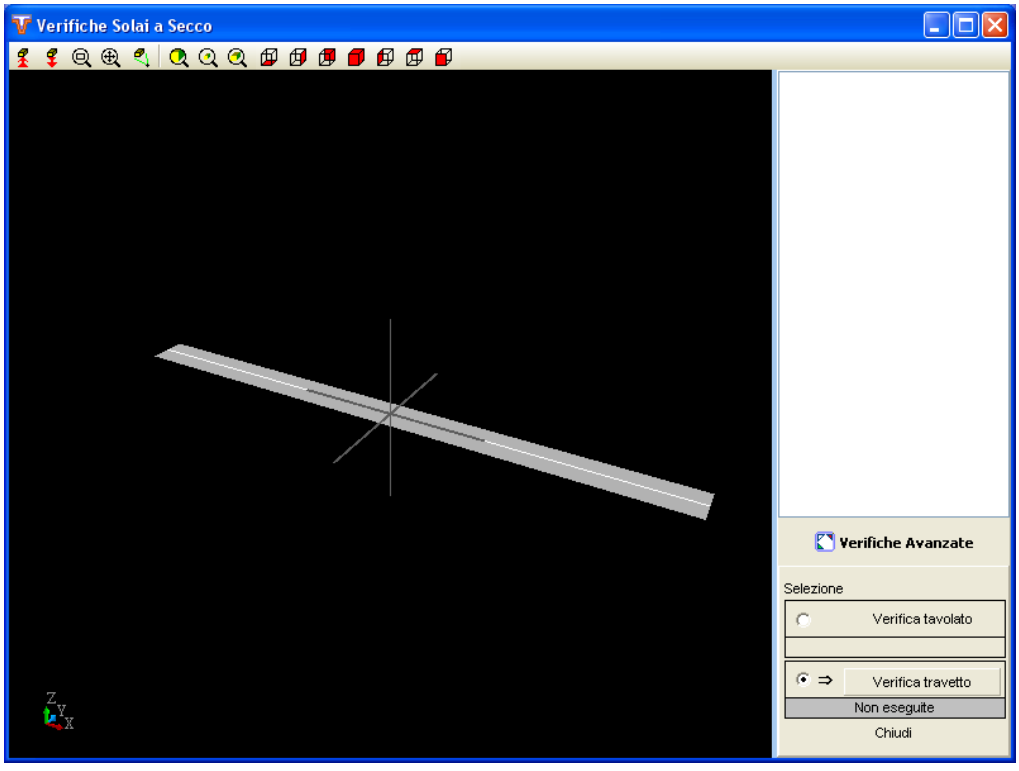
Fatto il calcolo, è possibile eseguire le verifiche di resistenza e quindi visualizzarne i risultati tramite la finestra apposita alla quale si accede tramite il pulsante **Esegui Verifiche.** A seconda del tipo di solaio vengono visualizzate le corrispondendi maschere.

Per i solai collaboranti in viene visualizzata la maschera dei risultati delle verifiche che consente un immediato controllo dei risultati stessi.



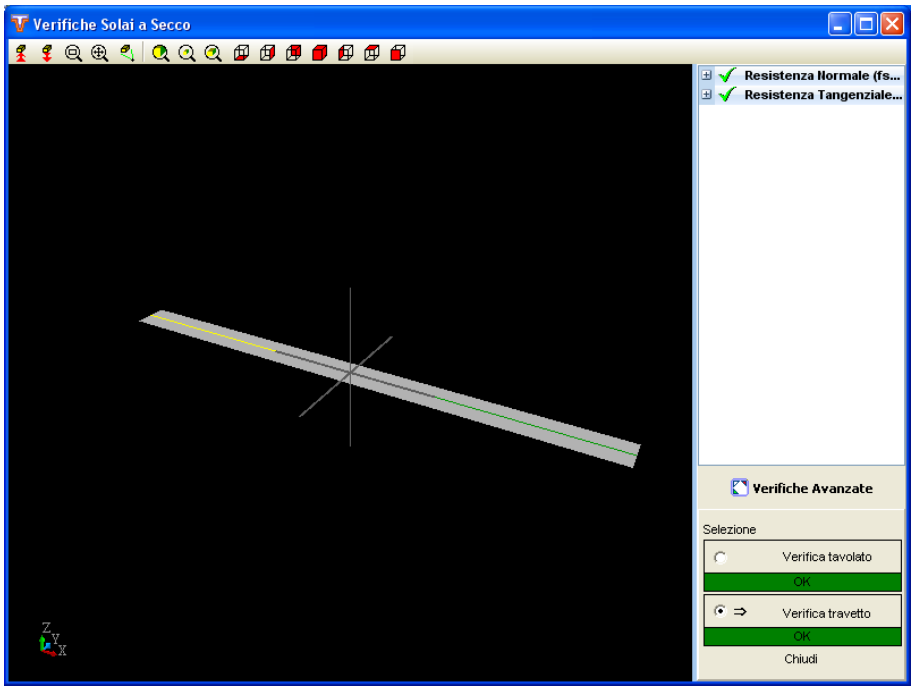
Finestra Risultati Verifiche (Solai collaboranti)

Per i solai cosiddetti a secco, viene invece visualizzata la maschera seguente:



Finestra Verifiche (Solai A Secco)

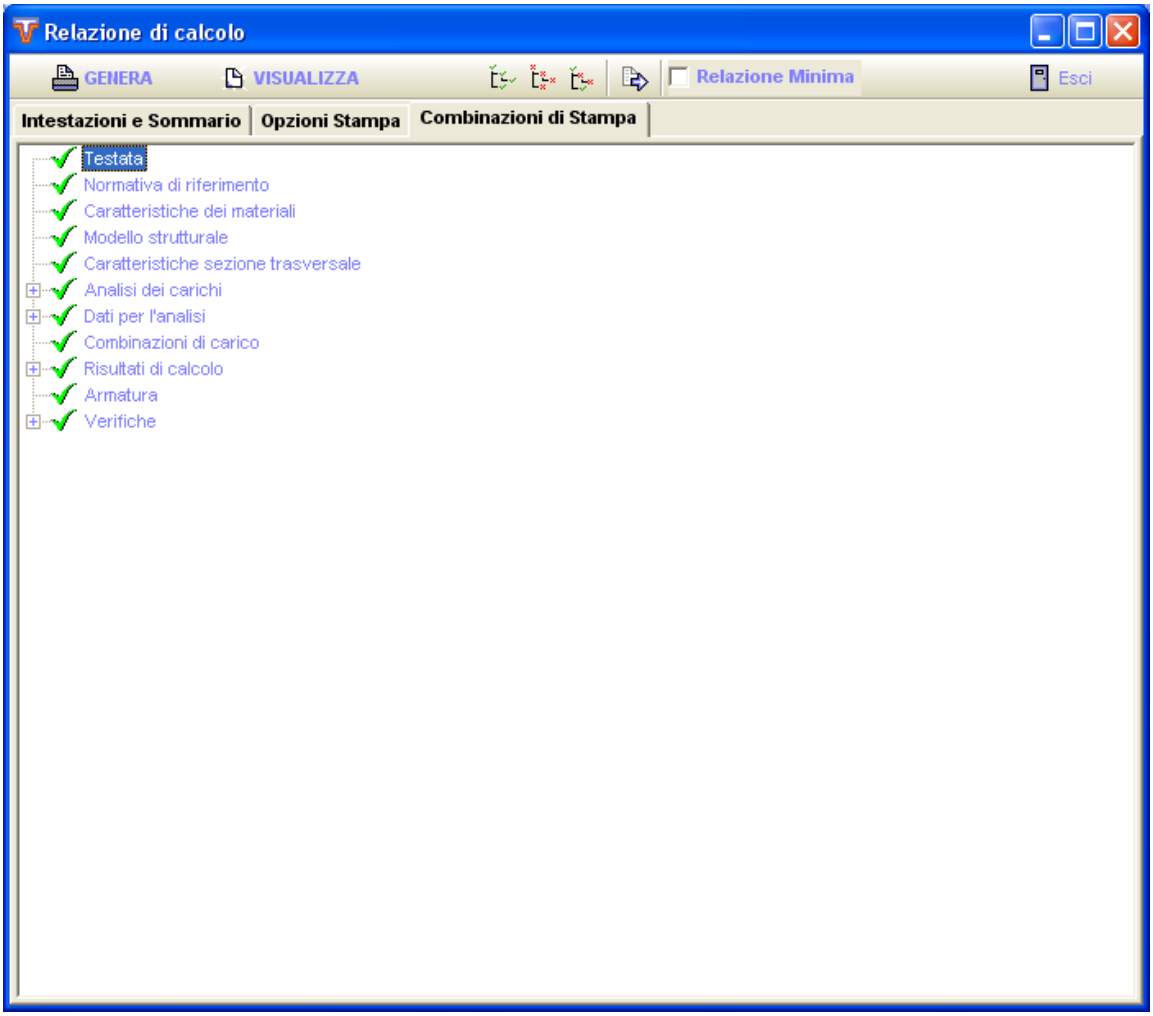
Ciccare sul pulsante Verifica travetto per eseguire le verifiche di resistenza. Per i possessori di VerSea e di TS1 è possibile approndire ulteriormente le verifiche di ciascun asta ; a tal fine selezionare l'asta oggetto dell'approfondimento e quindi cliccare sul pulsante Verifiche Avanzate.



Finestra Verifiche con verifiche eseguite (Solai A Secco)

Genera Relazione

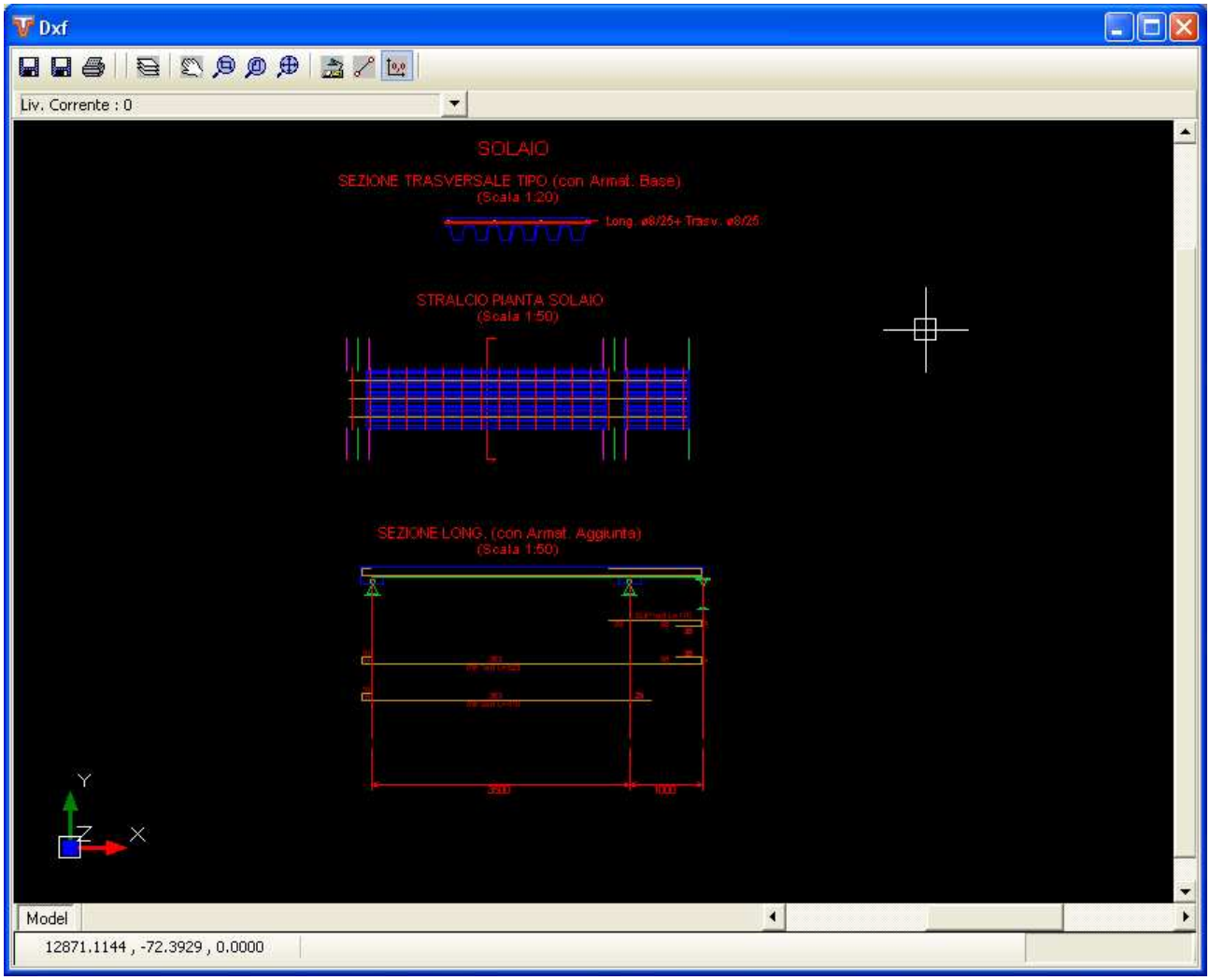
Effettuato il calcolo, è possibile redigere automaticamente la relazione di calcolo dettagliata. Premendo il pulsante **Stampa relazione** si accede alla finestra che consente di impostare ed effettuare la stampa.



Finestra Relazione Calcolo

Genera dxf

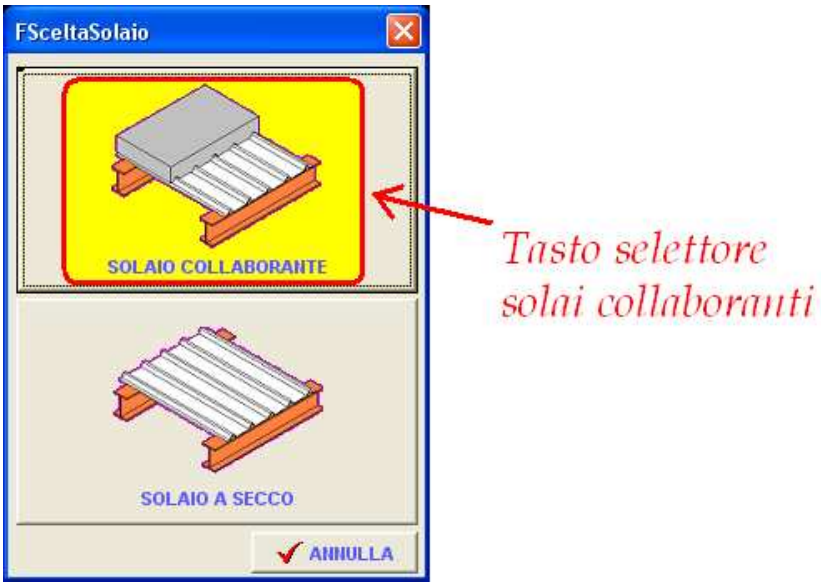
Effettuato il calcolo, è possibile, per i solai collaboranti, redigere automaticamente il dxf con i dettagli delle armature.



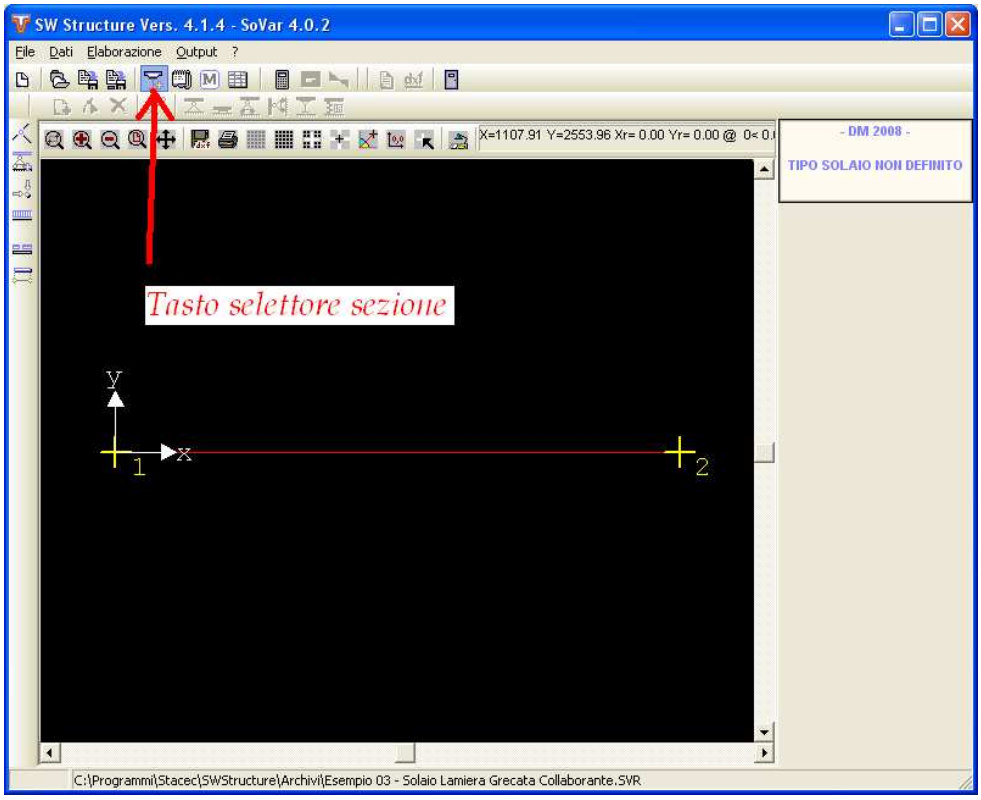
Finestra dxf

ESEMPIO 1 : Input di un solaio in lamiera grecata collaborante .

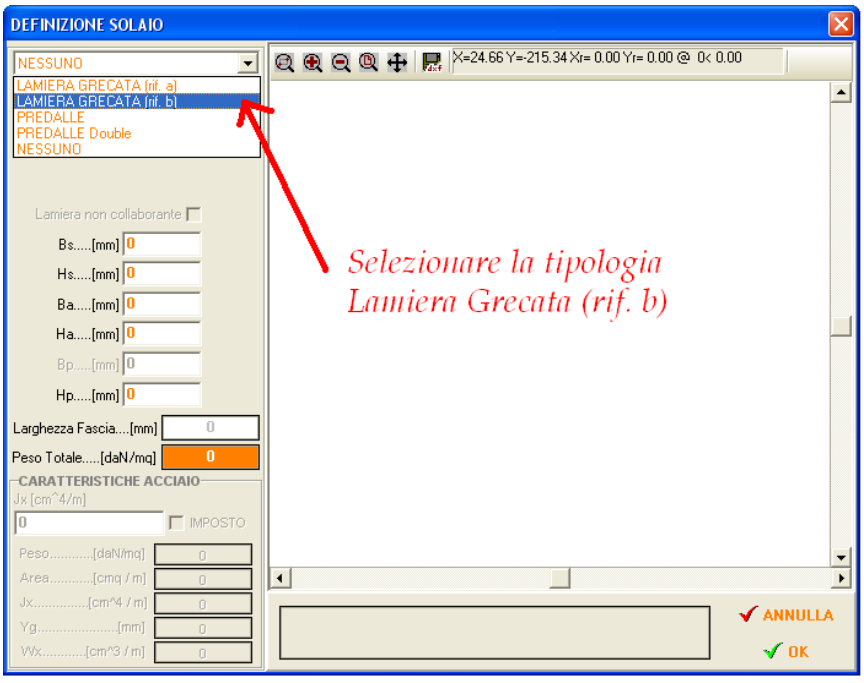
- **PASSO 1 -** Ciccare su **Nuovo**. Viene visualizzata la maschera **Scelta Solaio.** Selezionere su **Solaio Collaborante.**



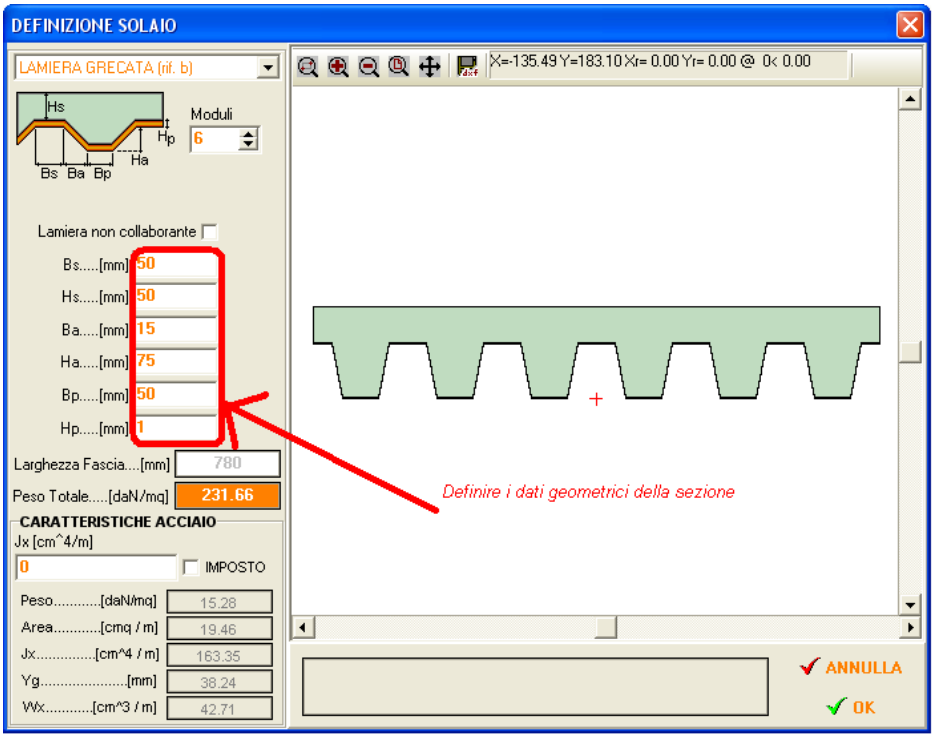
- **PASSO 2 -** Ciccare su **Sezione**. Viene visualizzata la maschera scelta tipologia sezione.



PASSO 3 - Scelta della tipologia.



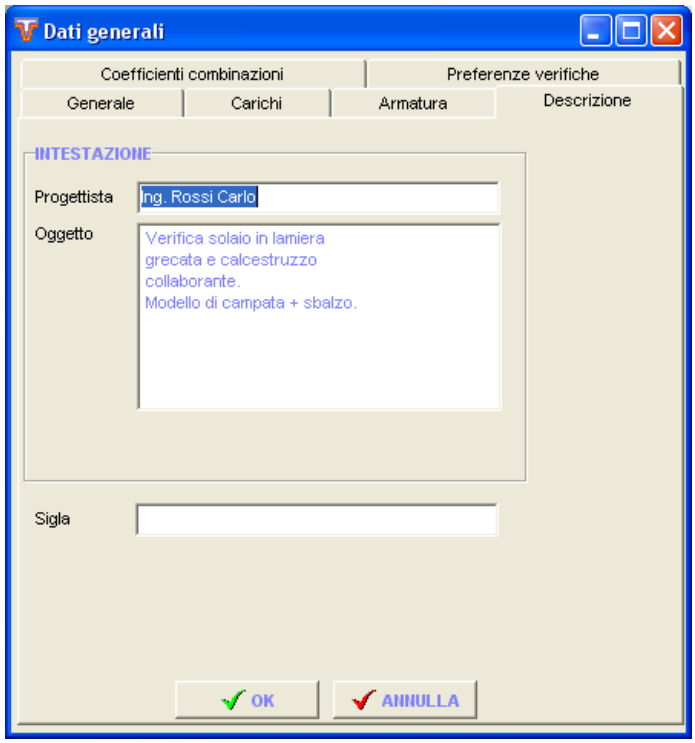
Selezionare la tipologia LAMIERA GRECATA (rif. a).



Definire i dati geometrici della sezione trasversale e poi cliccare sul tasto OK .

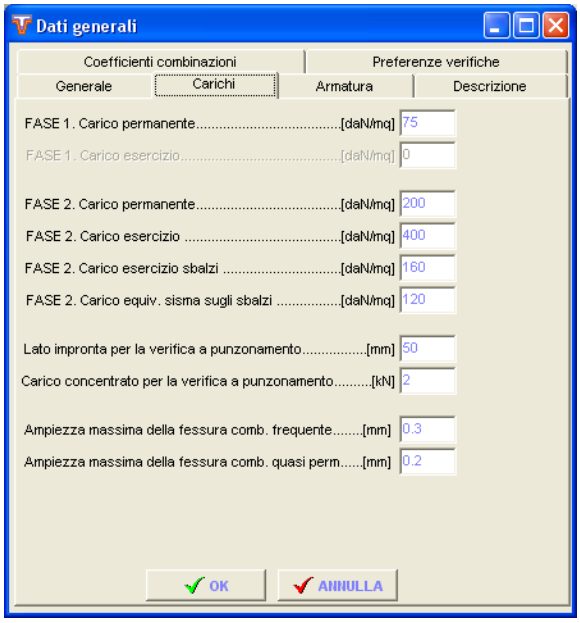
- **PASSO 4 – Definizione dati generali**.

1) Definizione dell'intestazione .



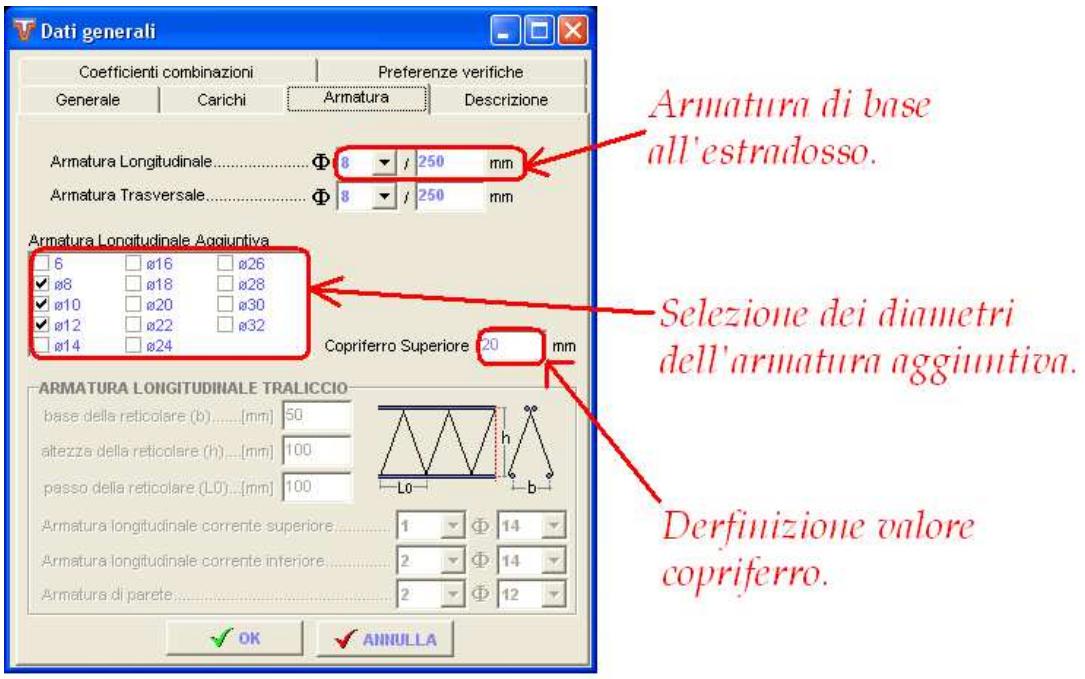
Editor Dati Generali – Descrizione.

2) Definizione dei carichi. Si assegnino i valori dei carichi relativi alle Fasi 1 e 2.



Editor Dati Generali – Carichi.

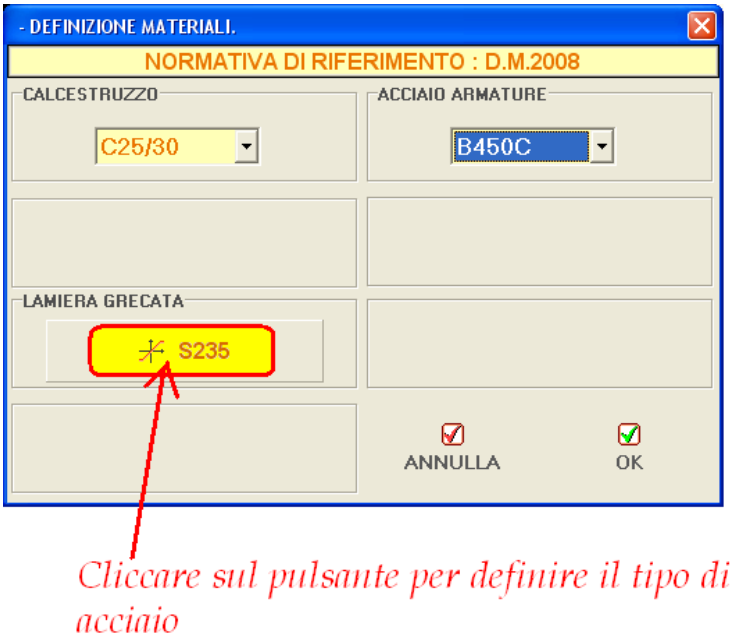
3) Definizione armatura di progetto.



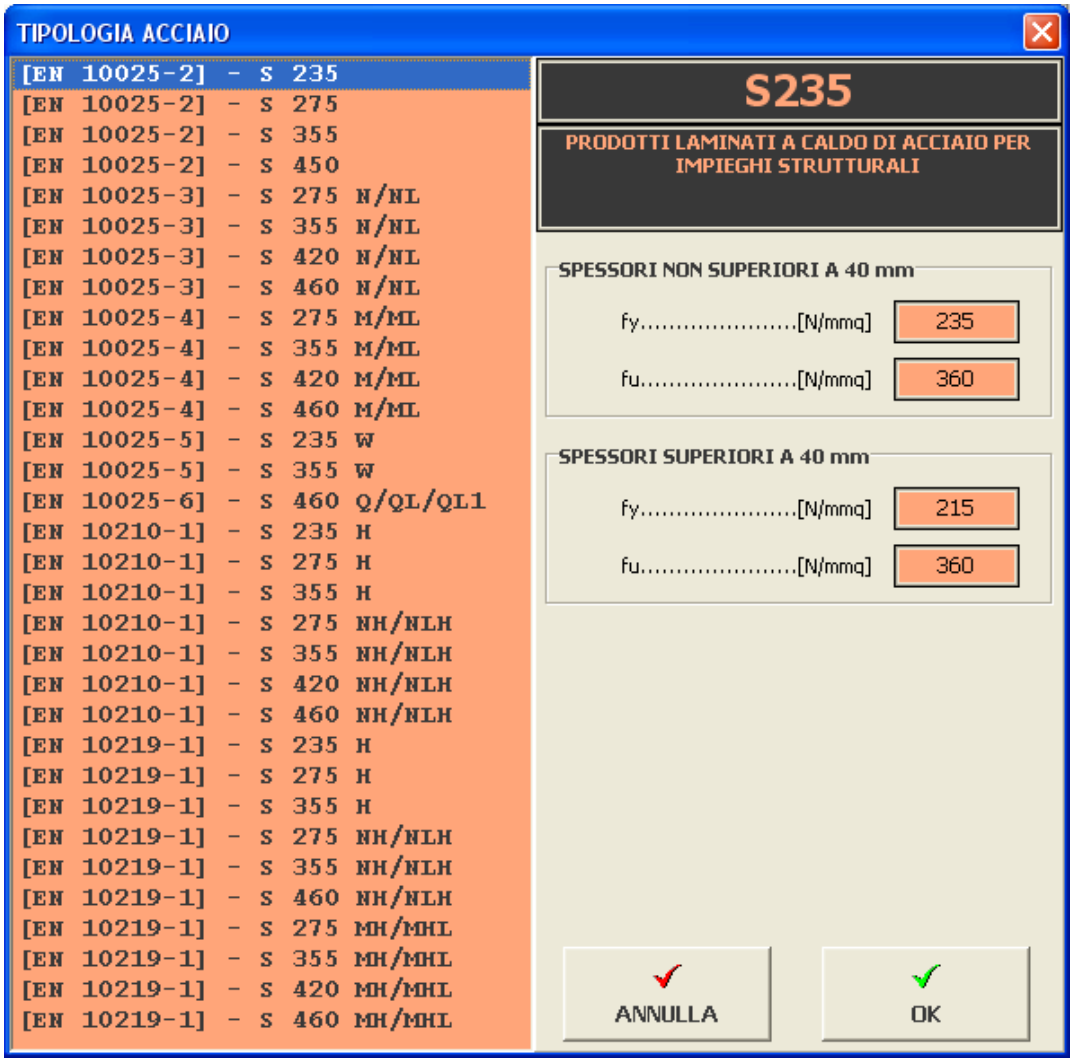
- **PASSO 5 - Definizione materiali**.

Selezionare la classe del calcestruzzo.

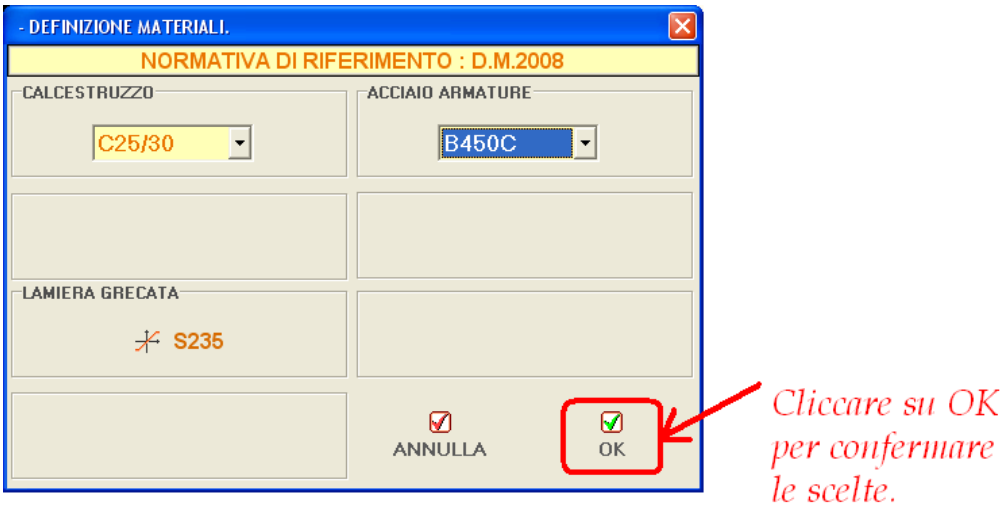
Definire il tipo d'acciaio per la lamiera grecata.



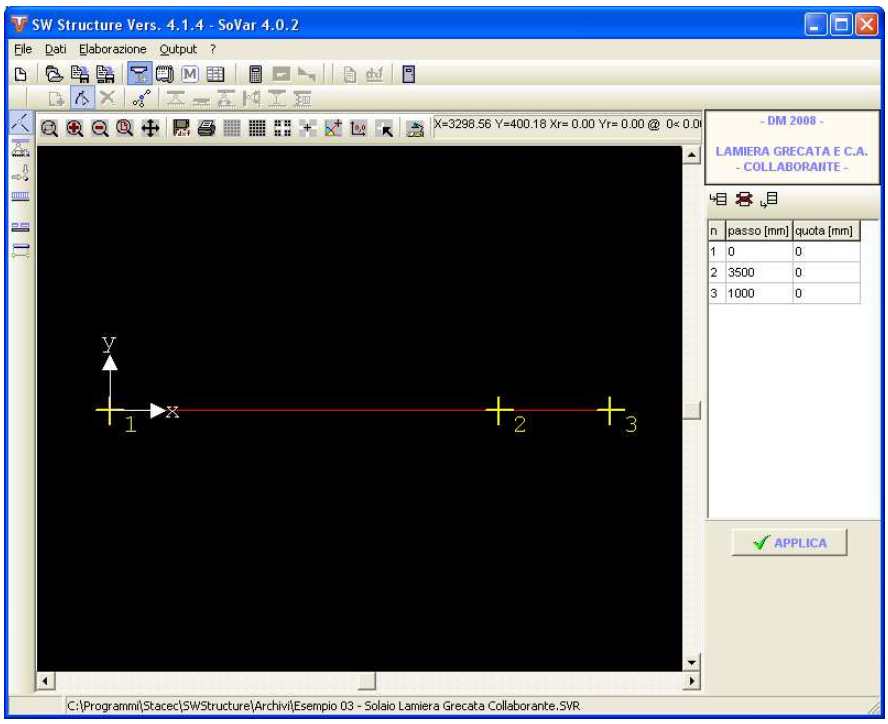
Dopo aver selezionato il pulsante per la definizione dell'acciaio per la lamiera grecata, viene visualizzata la seguente maschera.



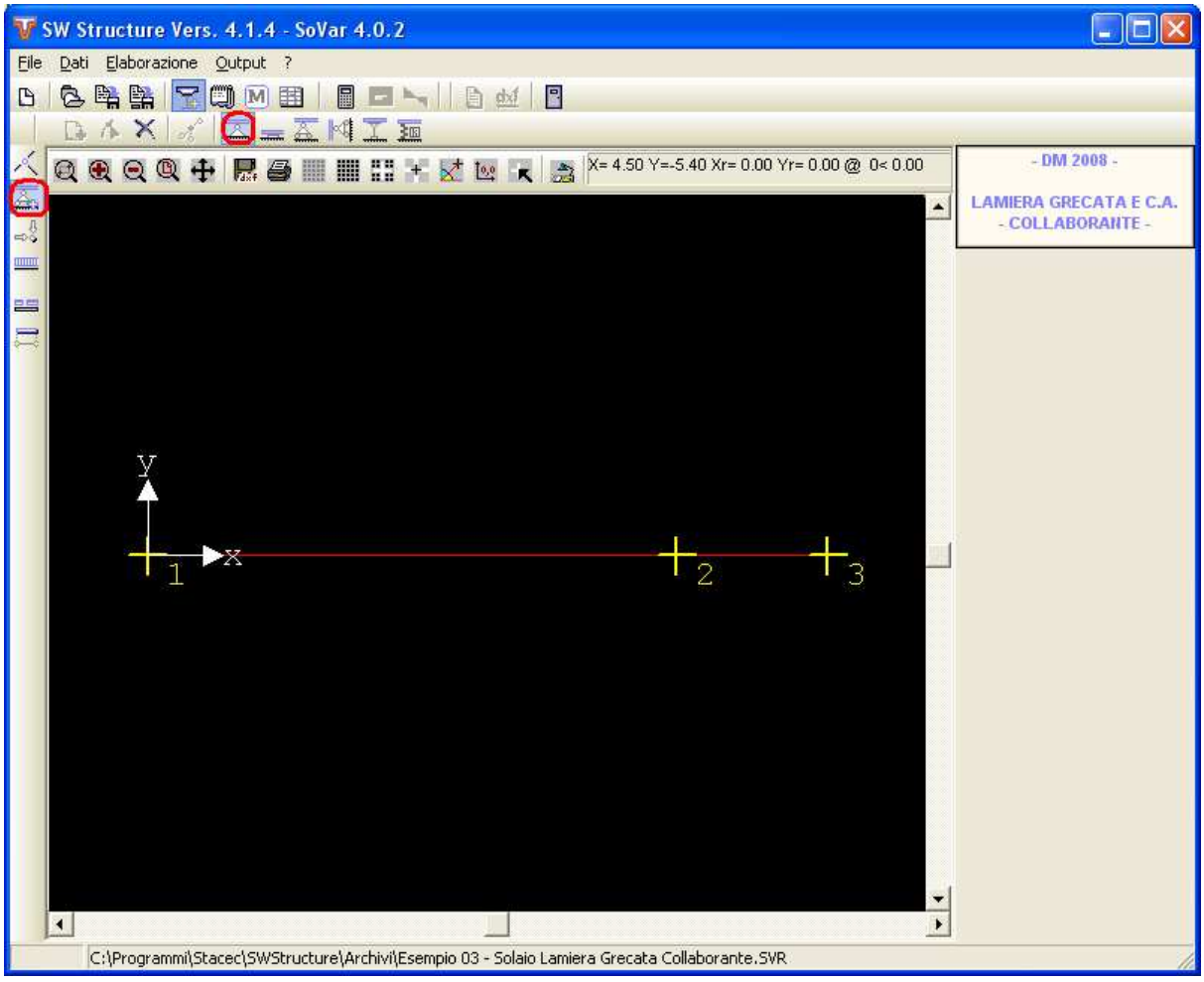
Selezionare il tipo di acciaio quindi confermare ciccando su ‘OK’.



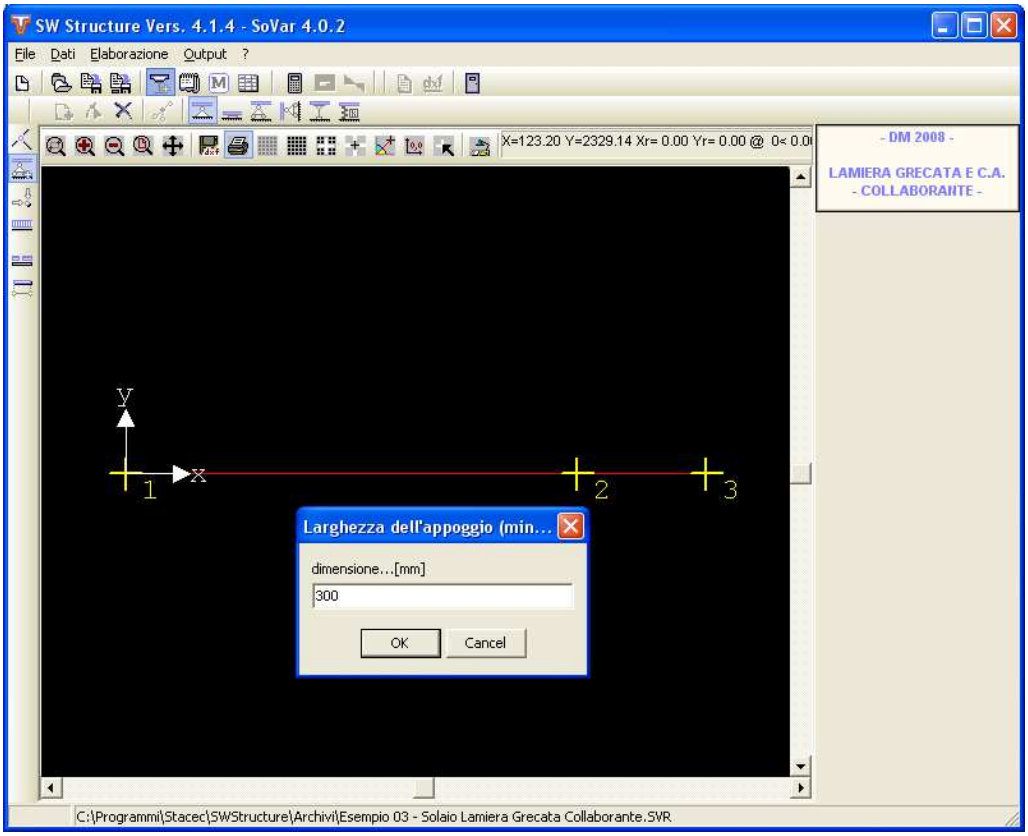
- **PASSO 6 - Definizione del modello strutturale.** Per la definizione del modello strutturale è necessario definire i nodi di estremità delle varie aste che compongono la trave continua ed i vincoli esterni. Per la definizione dei nodi cliccare sul tasto NODI e poi sul tasto MODIFICA. All'interno dell'Area Operativa della finestra principale viene visualizzato l'Editor dei Nodi. Si assegni valore 3500 al campo ''passo'' del nodo 2 e poi si clicchi sul pulsante applica per rendere attiva tale modifica. Si introduca un nuovo nodo (nodo 3) cliccando sul tasto , si assegni valore 1000 al suo campo ''passo '' e si clicchi sul pulsante applica per rendere attiva tale modifica.



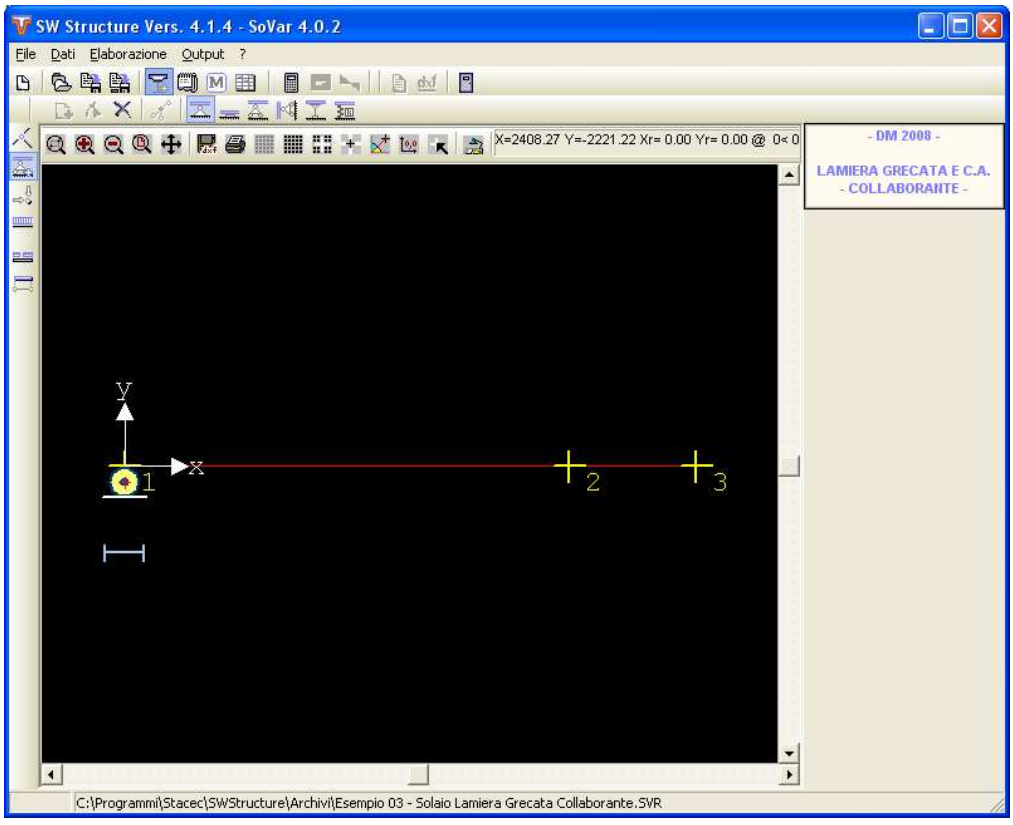
Per la definizione del vincolo esterno cerniera sul nodo 1 cliccare sul tasto VINCOLI ESTERNI e poi sul vincolo cerniera.



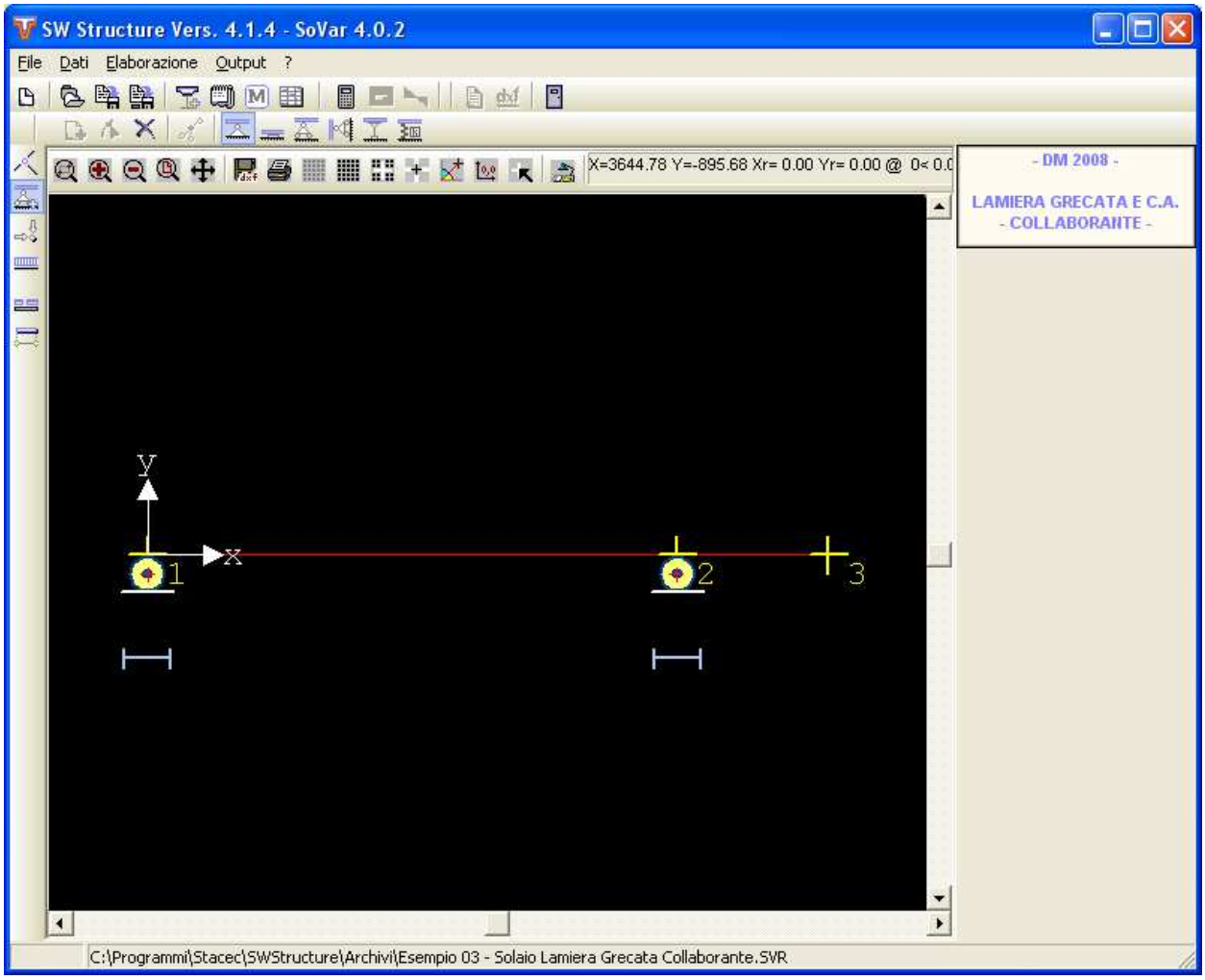
Cliccare quindi sul nodo 1 ed assegnare il valore 300 mm al campo Dimensione appoggio.



Ciccare sul tasto OK per confermare.

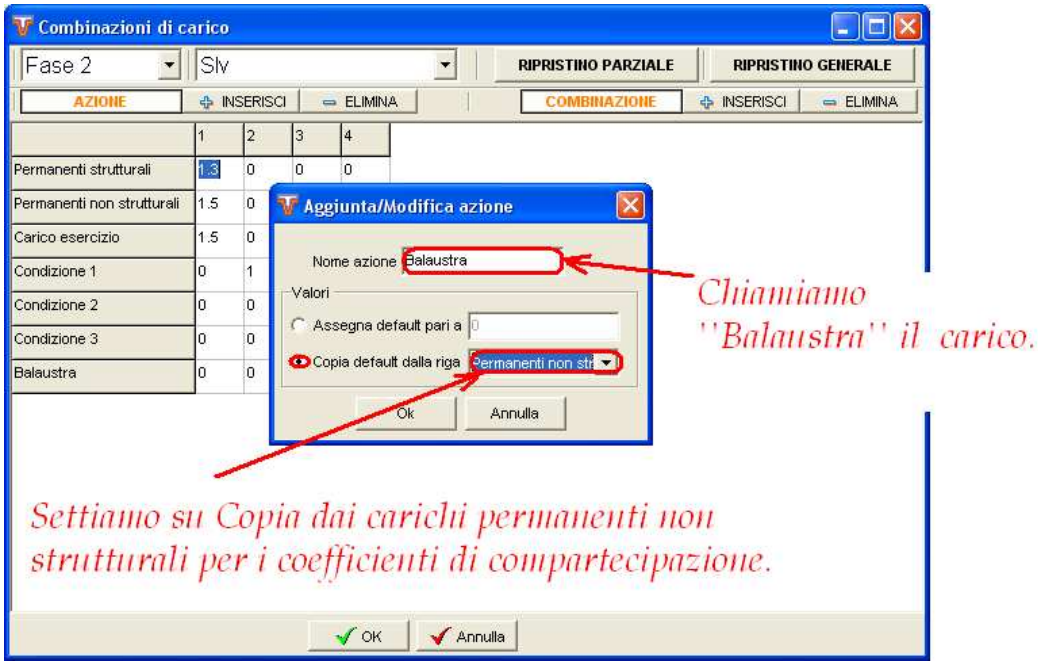


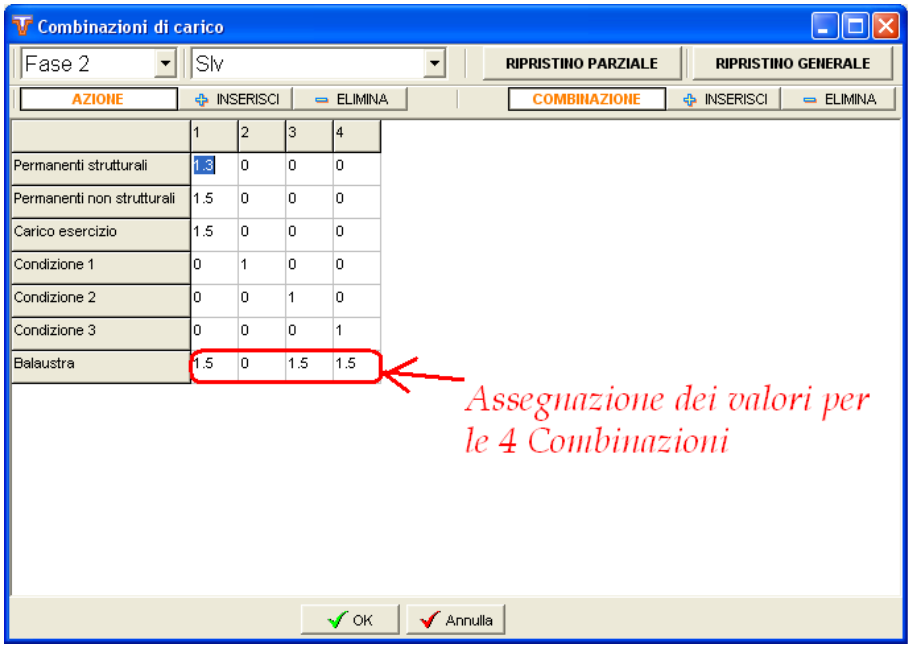
Ripetere la stessa procedure per introdurre un altro vincolo esterno cerniera sul nodo 2. Il nodo 3 rappresenta l'estremo di uno sbalzo per cui non assegneremo alcun vincolo esterno. Per gli estremi di sbalzi di solai collaboranti, il programma per la Fase 1 considererà la presenza di un puntello.



Introduciamo adesso il carico dovuto alla balaustra del balcone che pesa 35kg/ml. La fascia di sezione trasversale è larga 780 mm per cui dovremo rapportare ad essa il valore del carico della balaustra. Introdurremo il carico da balaustra come un carico concentrato verticale di valore 27.3 kg.

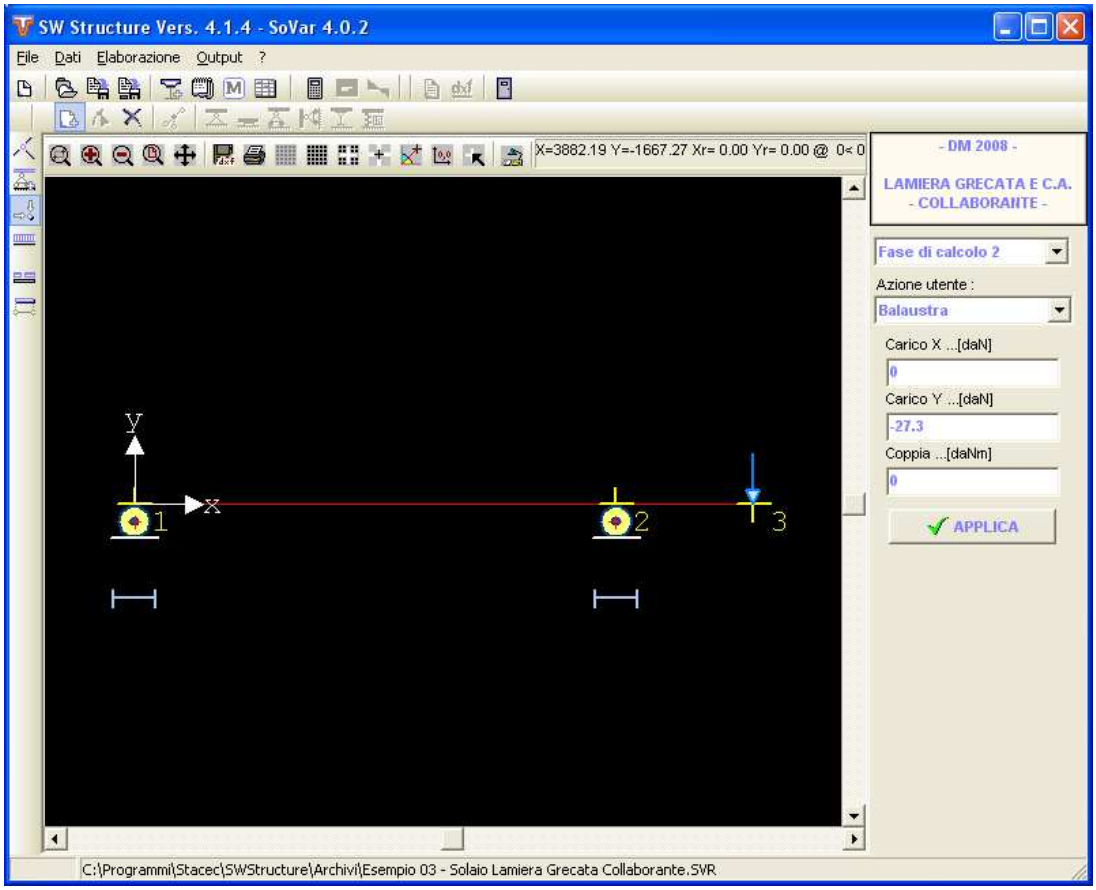
Apriamo l'editor delle combinazioni di carico cliccando su Combinazioni di Carico .





Confermare su OK.

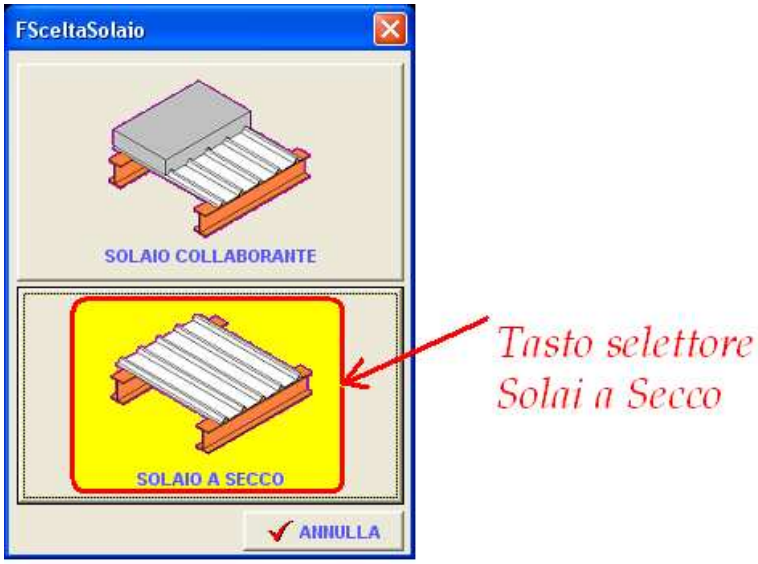
Si clicchi su **Carichi Concentrati** e poi su **Introduci.** Si definiscano i parametri del carico nell'area operativa, si assegni il carico sul nodo 3 e poi si clicchi su applica.



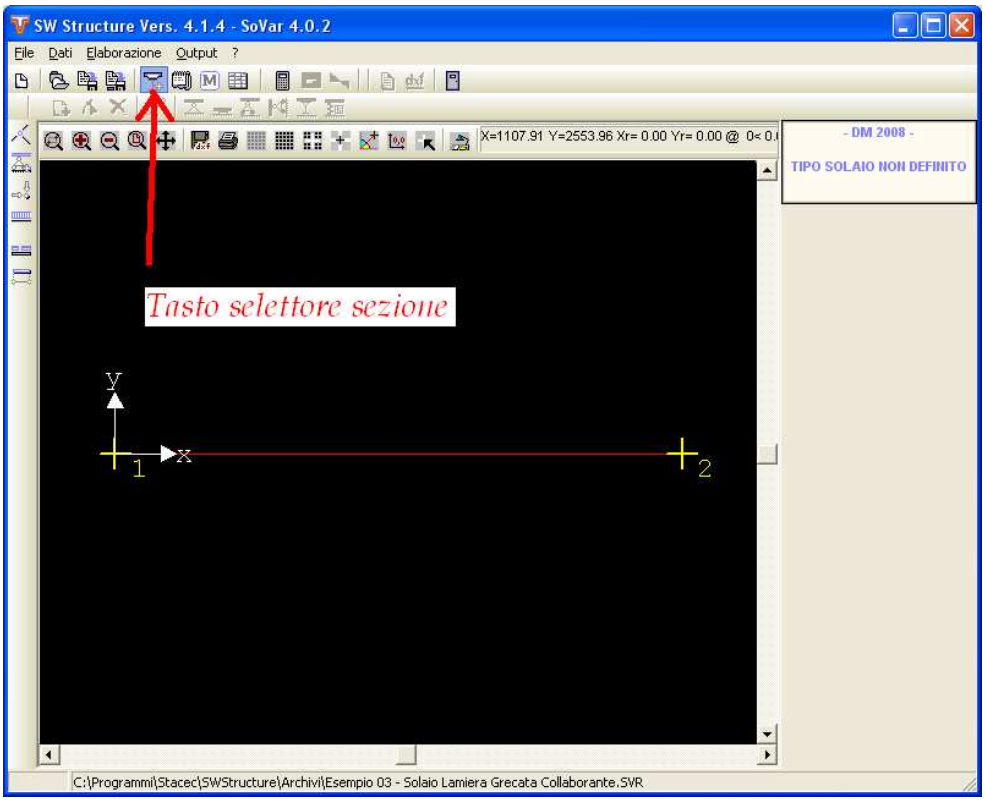
- **Passo 7 -** Eseguire calcolo e verifiche. Dopo aver eseguito le verifiche e possibile creare la relazione di calcolo ed i dxf delle armature.

ESEMPIO 2 : Input di un solaio in legno.

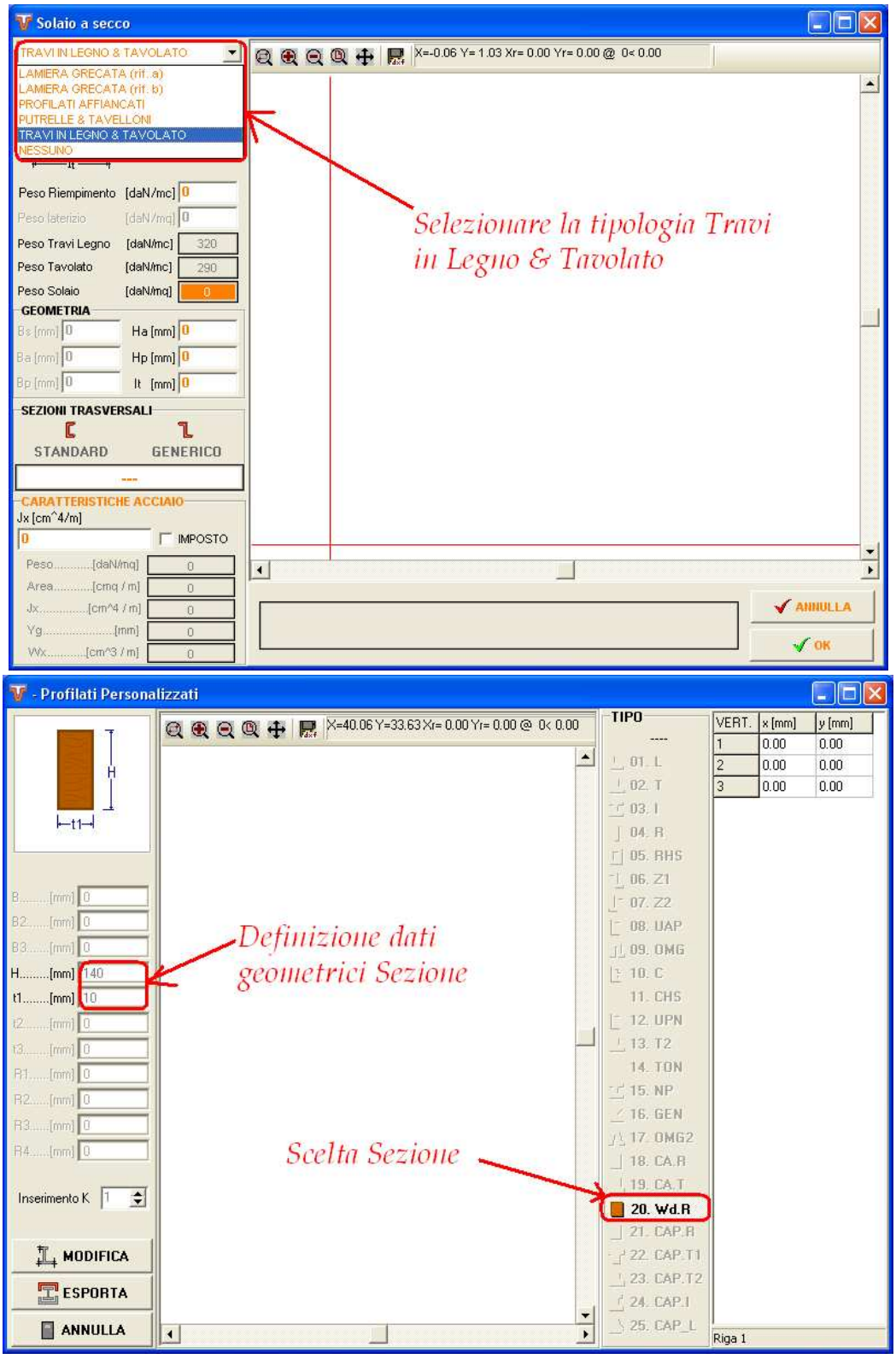
- **PASSO 1** - Ciccare su Nuovo. Viene visualizzata la maschera Scelta Solaio**.** Selezionere su Solaio A Secco.



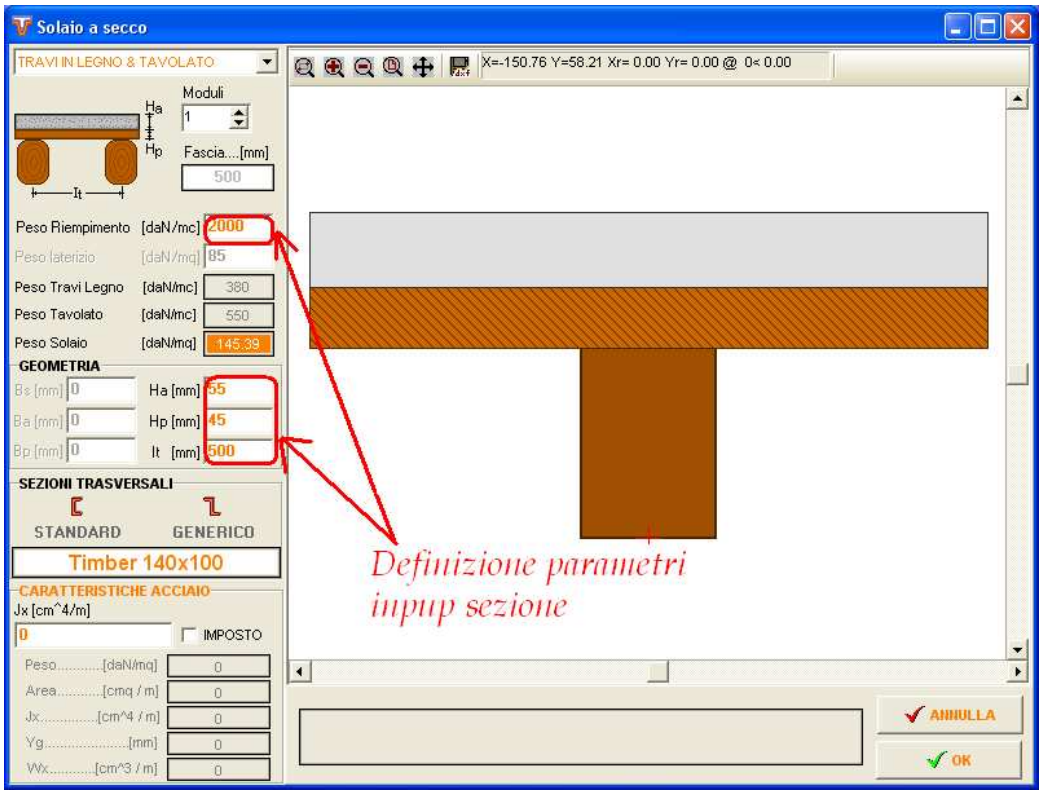
- **PASSO 2** - Ciccare su Sezione. Viene visualizzata la maschera scelta tipologia sezione.



- **PASSO 3 - Scelta della tipologia**.

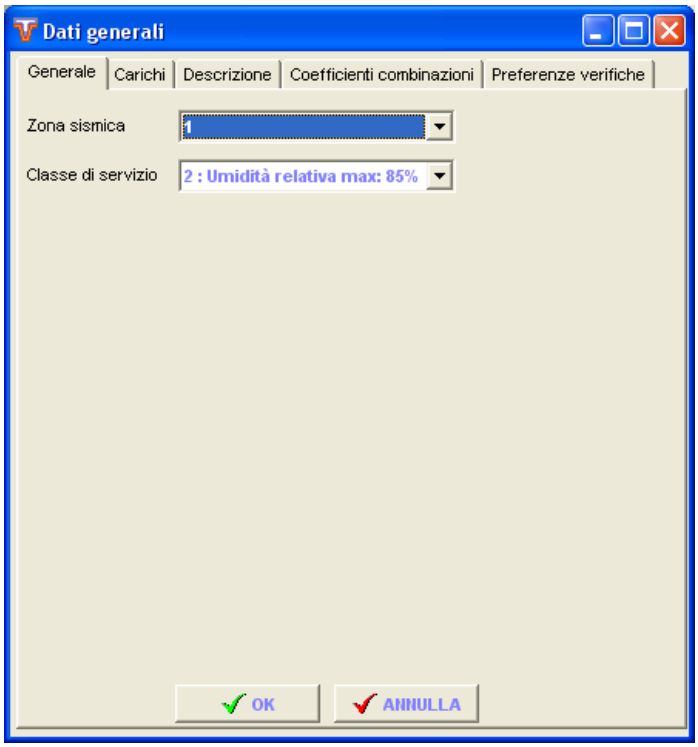


Definire i dati geometrici della sezione trasversale e poi cliccare sul tasto OK .



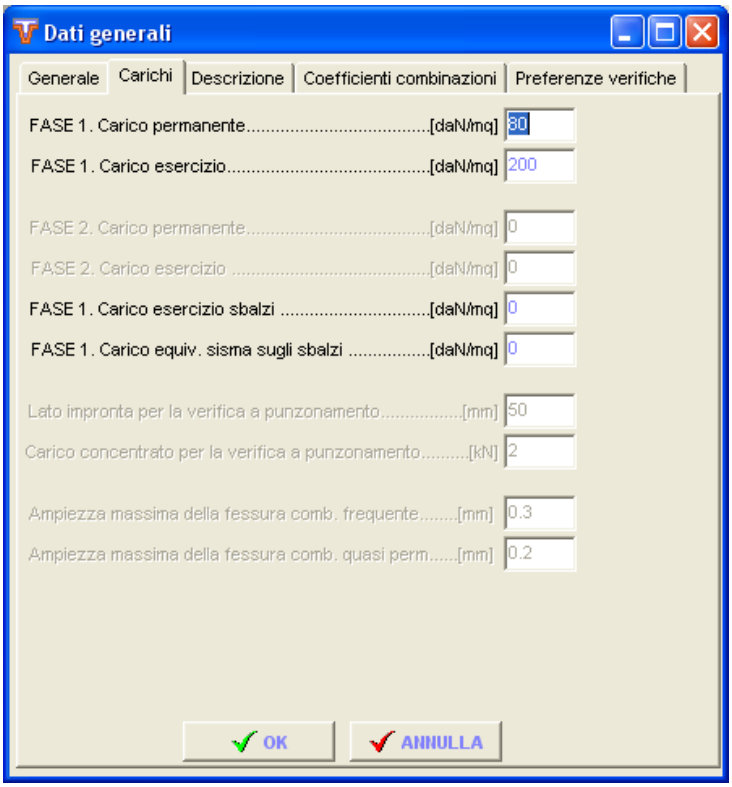
- **PASSO 4 – Definizione dati generali**.

  1) Definizione della zona sismica e della classe di servizio del legno.

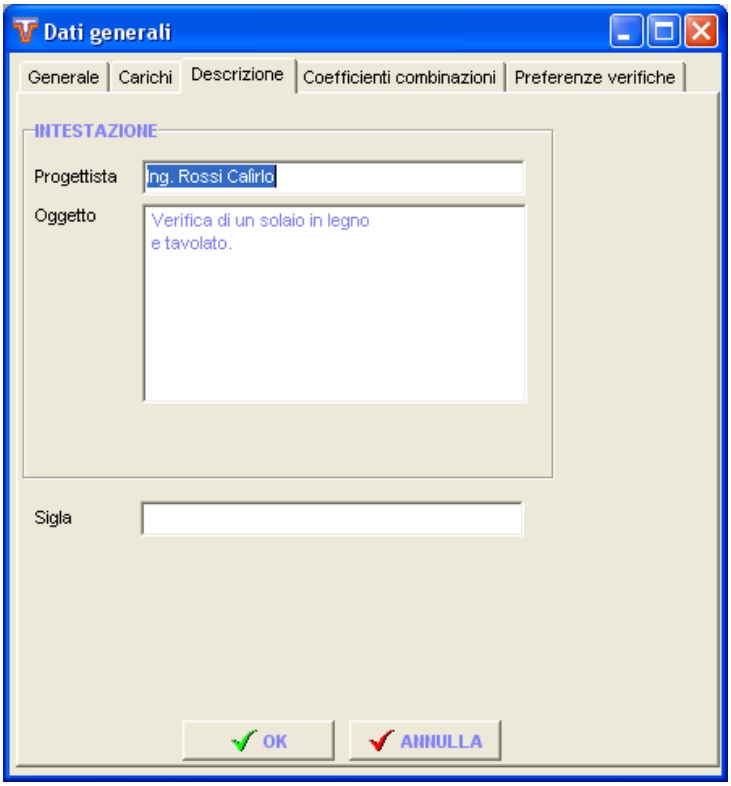


Editor Dati Generali – Generale.

2) Se definiscano i carichi.

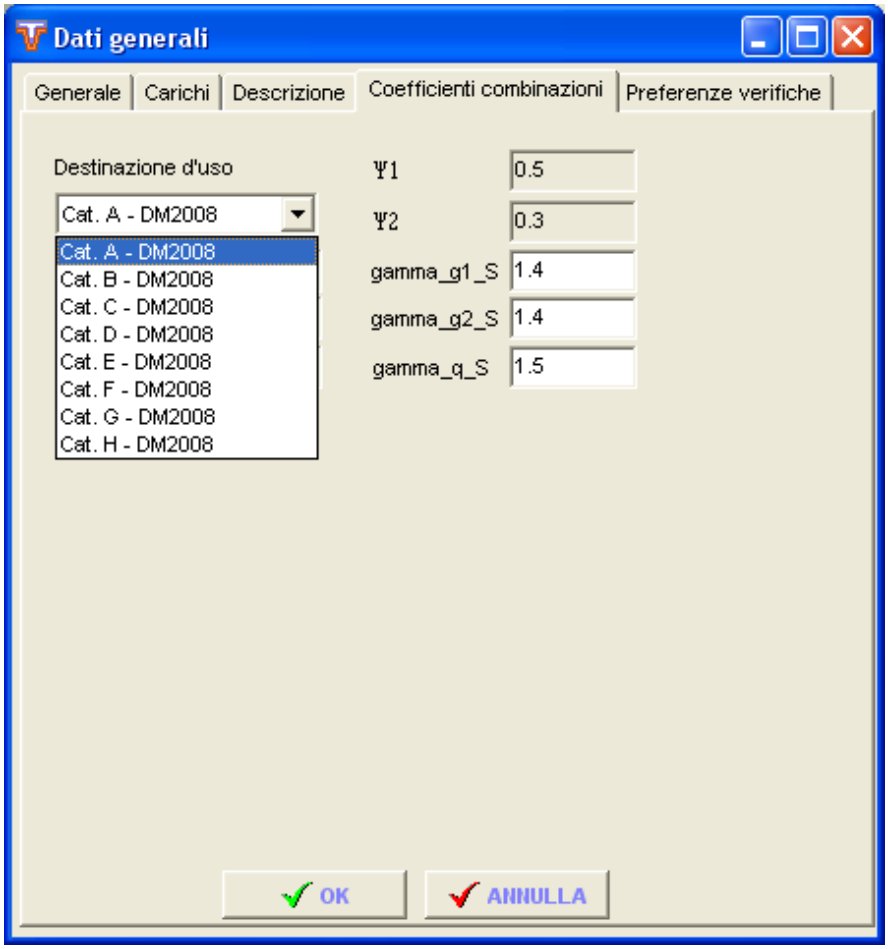


3) Si definiscano le intestazioni del progetto.



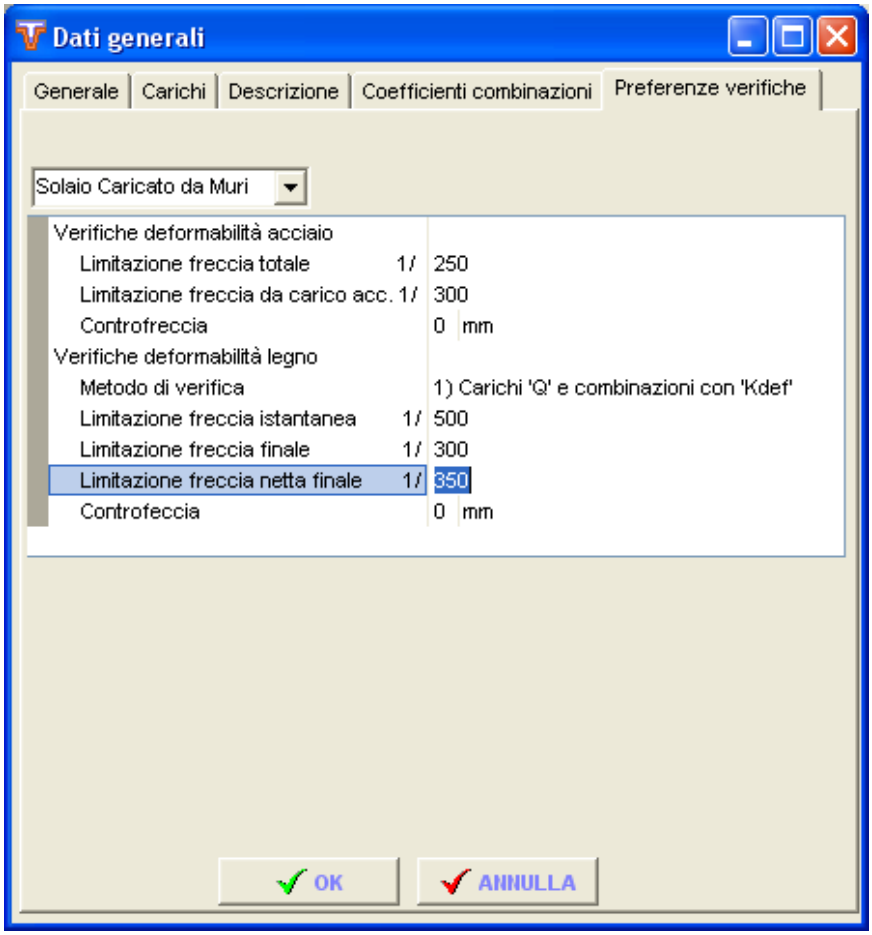
4) Si definisca la destinazione d'uso e si definiscano i coefficienti parziali delle azioni.

5)



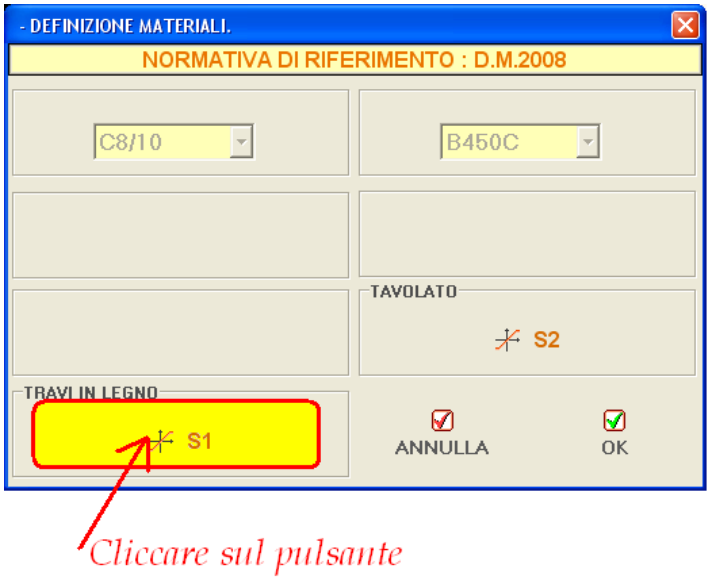
Editor Dati Generali – Coefficienti combinazione.

6) Si definiscano le preferenze verifiche.

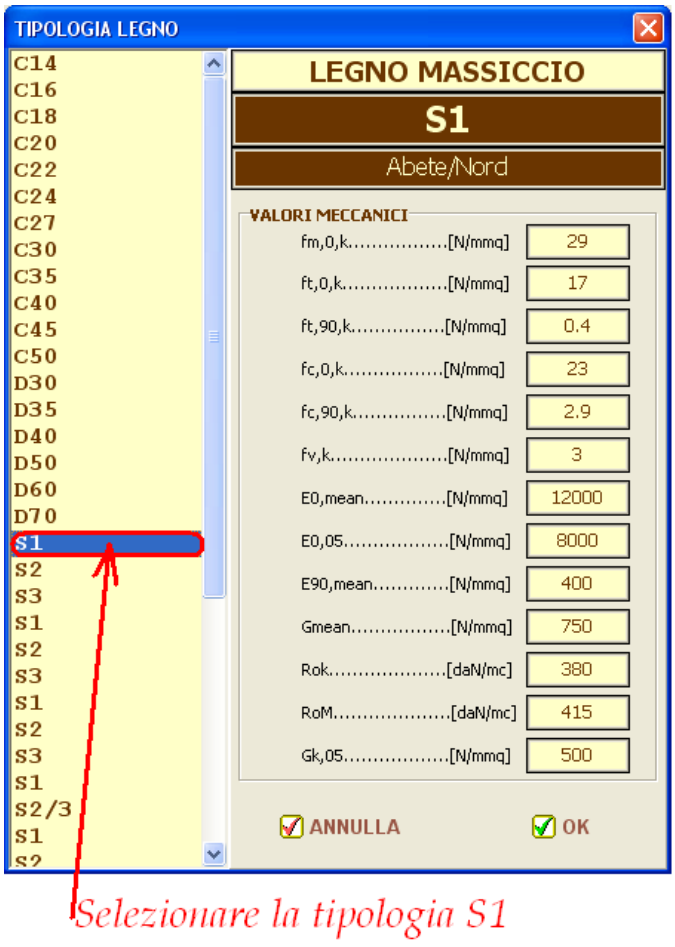


Editor Dati Generali – Preferenze verifiche.

PASSO 5 - Definizione materiali.

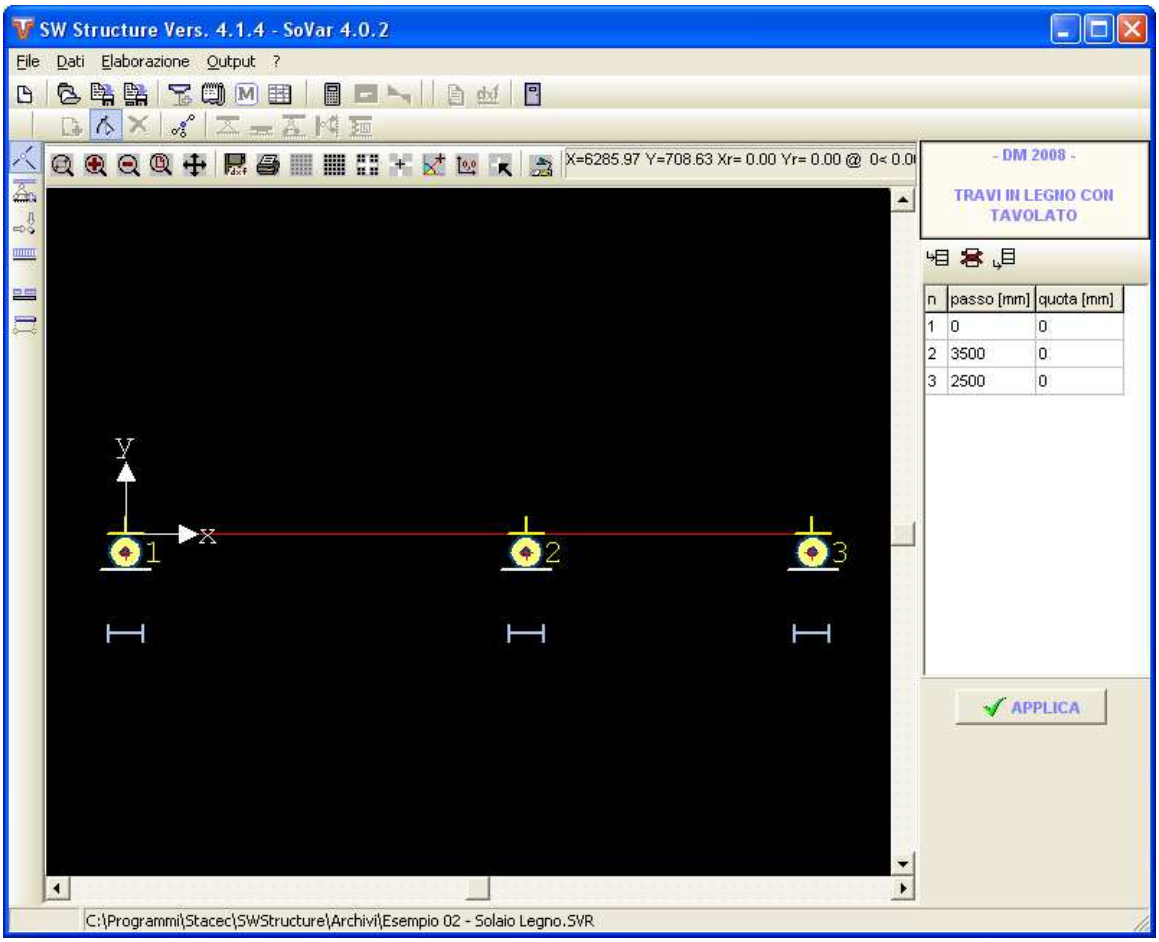


Dopo aver selezionato il pulsante per la definizione del materiale legno per le travi, viene visualizzata la seguente maschera.
Selezionare il tipo di legno quindi confermare ciccando su ‘OK’.

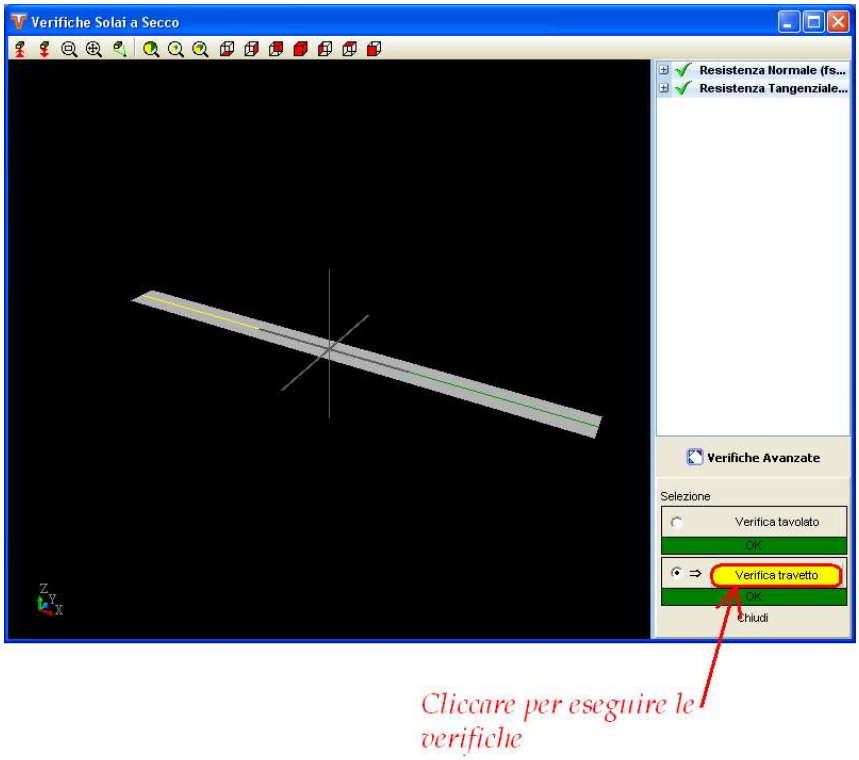


Selezionare il tipo di legno quindi confermare ciccando su ‘OK’.
Ciccare sul pulsante Tavolato per la definizione del materiale e ripetere quanto visto per le travi in legno.
Ciccare sul pulsante ok della maschera Definizione materiali per confermare .

- **PASSO 6 - Definizione del modello strutturale.** Vedi Passo 6 esempio 1.



- **PASSO 7 -** Visualizzazione dei Risultati ed interfacciamento col programma TS1. Dopo aver ciccato sul pulsante calcolo si attiva il pulsante Esegui verifiche. Per le verifiche degli elementi ciccare sul pulsante Verifica travetto.



- **Passo 9 –** Dopo aver eseguito le verifiche e possibile creare la relazione di calcolo.

AS CONCRETE FRP

Guida all’utilizzo

Caratteristiche generali.

Il Software *AS Concrete FRP* esegue la verifica di elementi monodimensionali in c.a. per le quali si renda necessario un rinforzo utilizzando i compositi fibrorinforzati.

Nel caso di Travi il software effettua le seguenti verifiche allo stato limite di esercizio ed allo stato limite ultimo:

Verifiche SLE tensioni normali;
Verifiche SLE tensioni di interfaccia ;
Verifica SLU a flessione;
Verifica SLU a taglio;

Nel caso di Pilastri il software effettua le seguenti verifiche allo stato limite ultimo:

Verifica SLU a flessione composta;
Verifica SLU a Taglio;

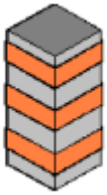
Le verifiche vengono tutte eseguite secondo i seguenti riferimenti legislativi:

- Eurocodice 2 [UNI ENV 1992-1-1] “Progettazione delle strutture di calcestruzzo Parte 1-1.
- Documento tecnico CNR DT 200/2004.

Il Software articolerà sia il calcolo delle sollecitazioni resistenti che quello delle tensioni con riferimenti agli effettivi legami costitutivi e quindi sempre in condizioni non lineari anche in considerazione del fatto che il rinforzo degli elementi strutturali avviene spesso su elementi che hanno già nella fase “pre-rinforzo” uno stato di sollecitazione tale da non rendere accettabile l'ipotesi di materiali con comportamento elastico lineare.

Elementi previsti

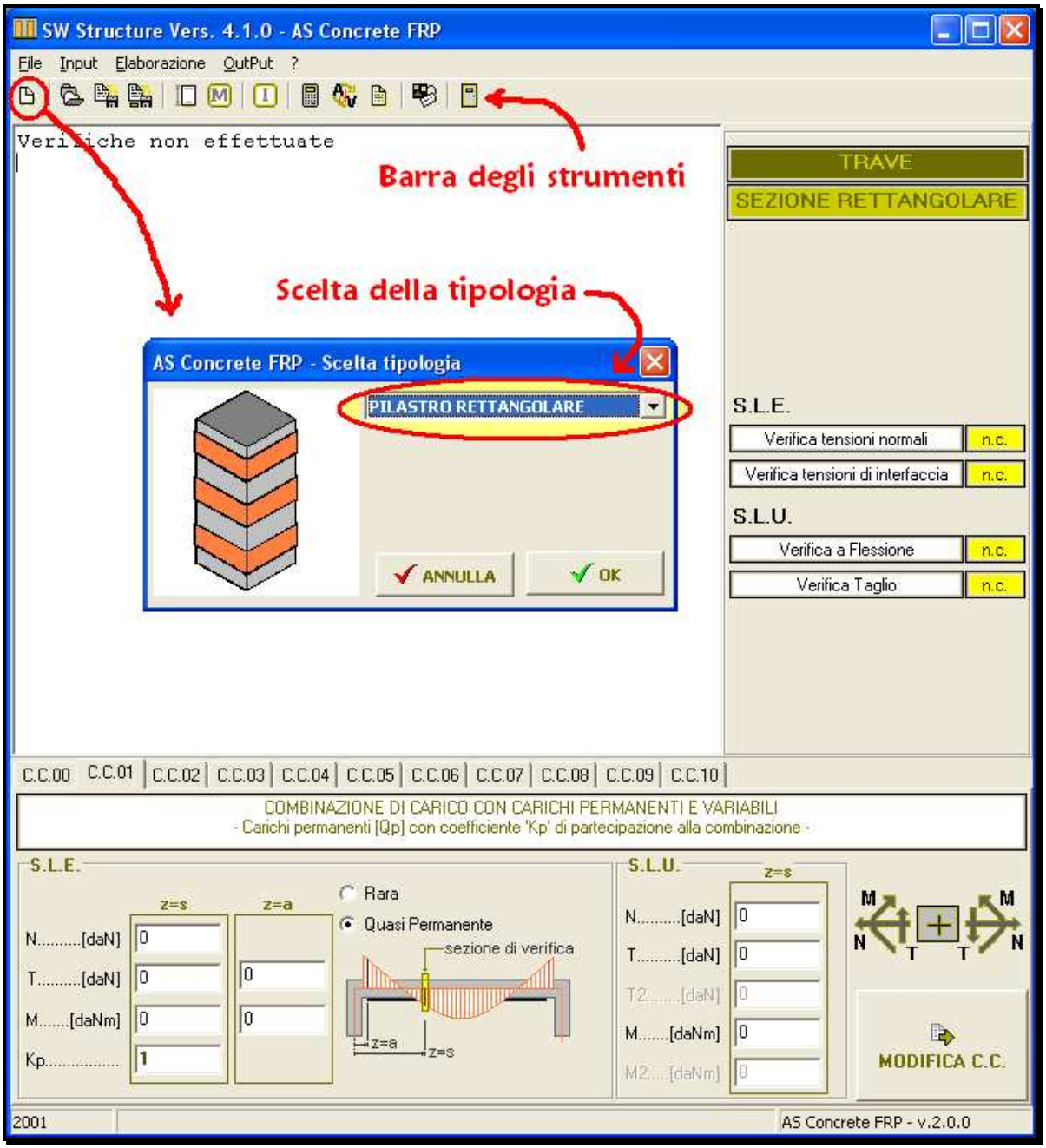
Gli elementi in c.a. previsti per l'inserimento delle fibre sono di seguito riportati:

	Colonna in c.a. a sezione trasversale circolare
	Colonna in c.a. a sezione trasversale rettangolare
	Trave in c.a. a sezione trasversale Rettangolare
	Trave in c.a. a sezione trasversale a 'T'

Esempio N.1 – Rinforzo di una colonna in c.a.

Passo 1

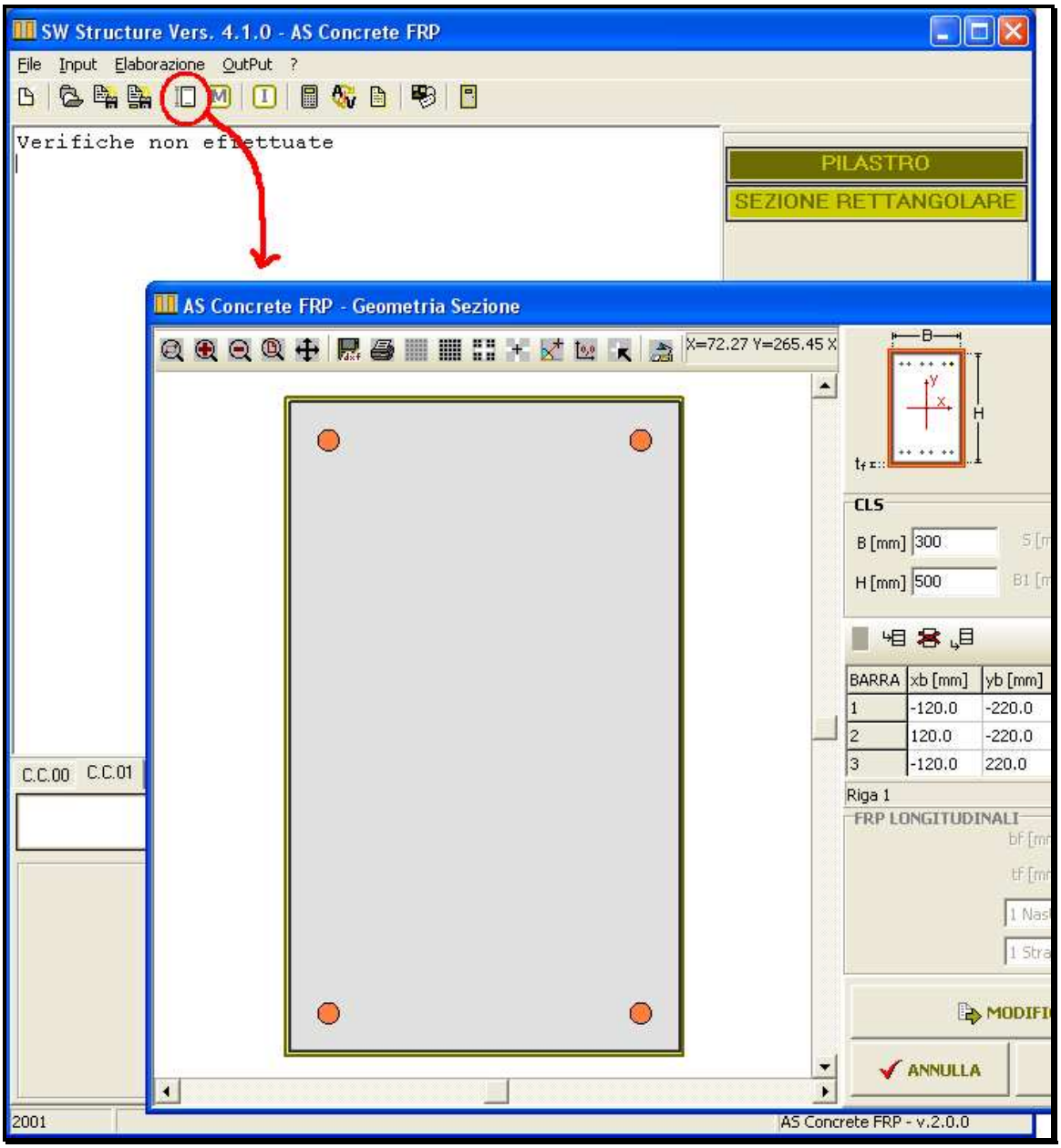
Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante 'Nuovo File' per accedere alla finestra 'Scelta tipologia'.



Scegliere come tipologia il pilastro rettangolare e cliccare sul pulsante ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 2

Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Geometria Sezione’ per accedere alla finestra omonima.

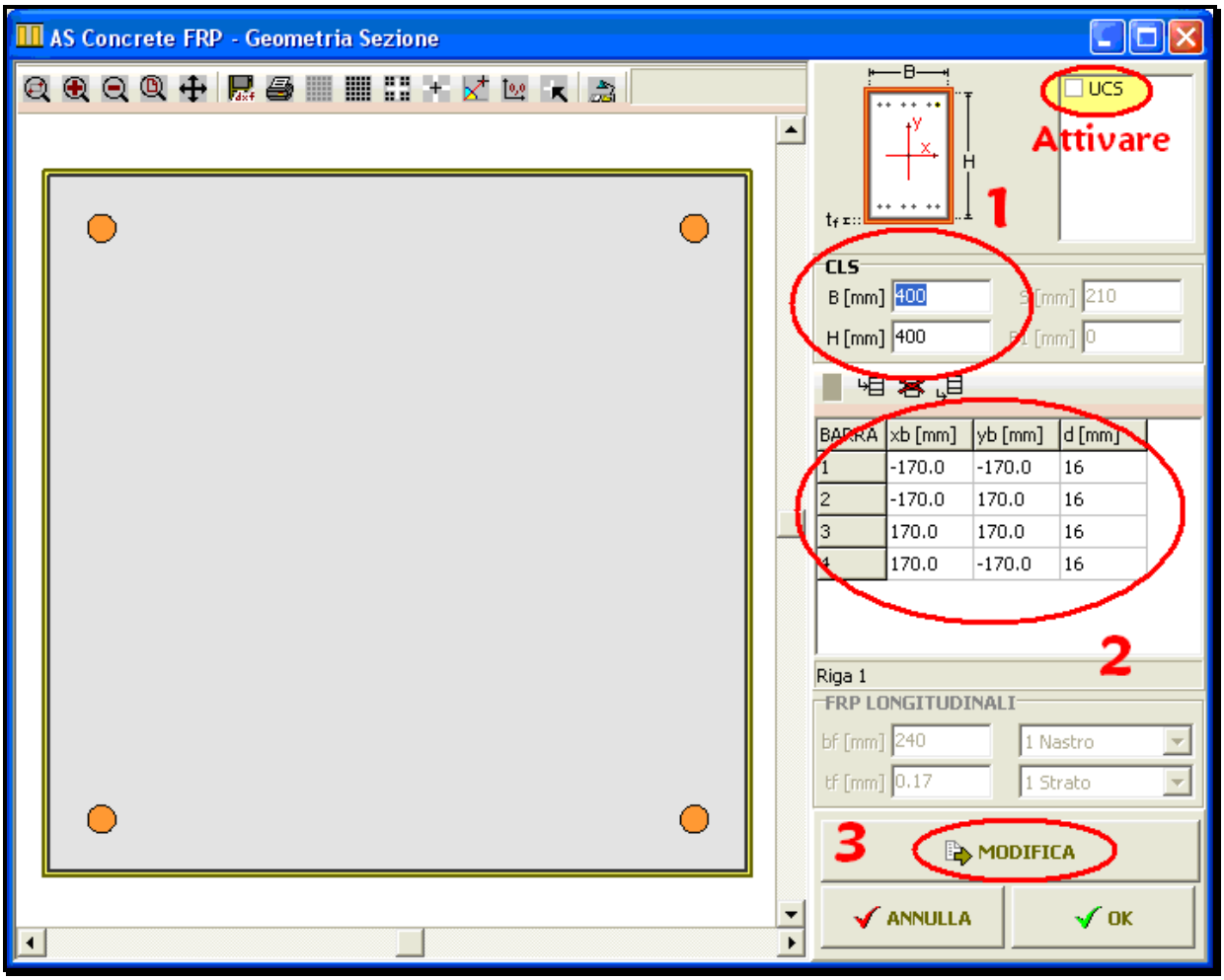


Passo 3

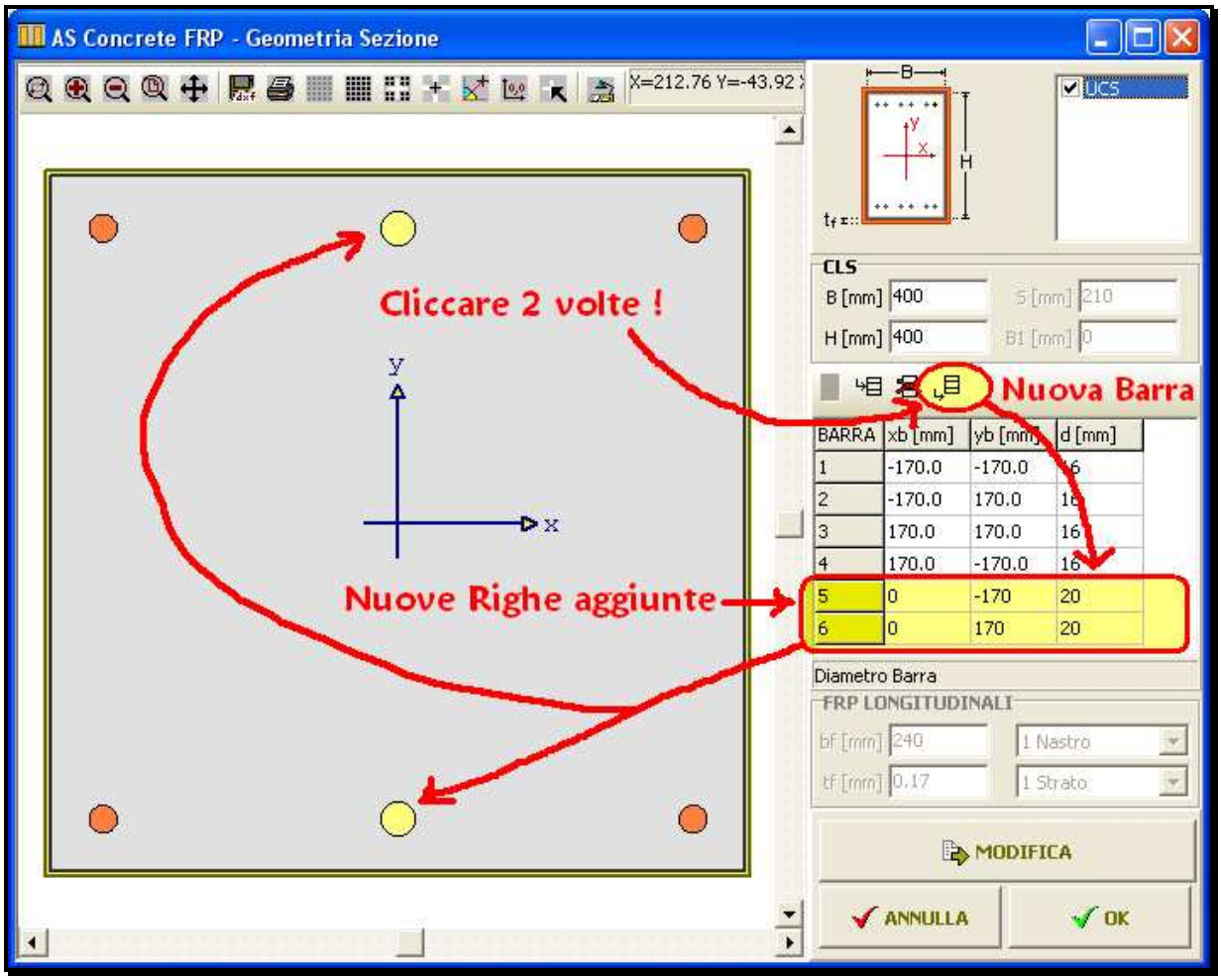
Tramite la finestra ‘Geometria Sezione’ è possibile personalizzare le dimensione della sezione trasversale oltre al numero, al posizionamento ed al diametro delle barre metalliche presenti.

In questo ambiente imporre come sezione trasversale un quadrato di lato pari a 40 cm tramite le variabili ‘B’ ed ‘H’ ed attivare l’UCS ossia il sistema di riferimento con cui verranno posizionati i centri delle barre.

Prevedere la presenza di quattro barre di diametro pari a 16 mm con le coordinate ‘xb’ ed ‘yb’ espresse in mm riportate nella figura seguente e cliccare su modifica per salvare le modifiche appena effettuate.



A questo punto verranno aggiunte altre due barre di diametro 20 mm. A tale scopo cliccare due volte il pulsante ‘Aggiunge una riga in ultima posizione’.

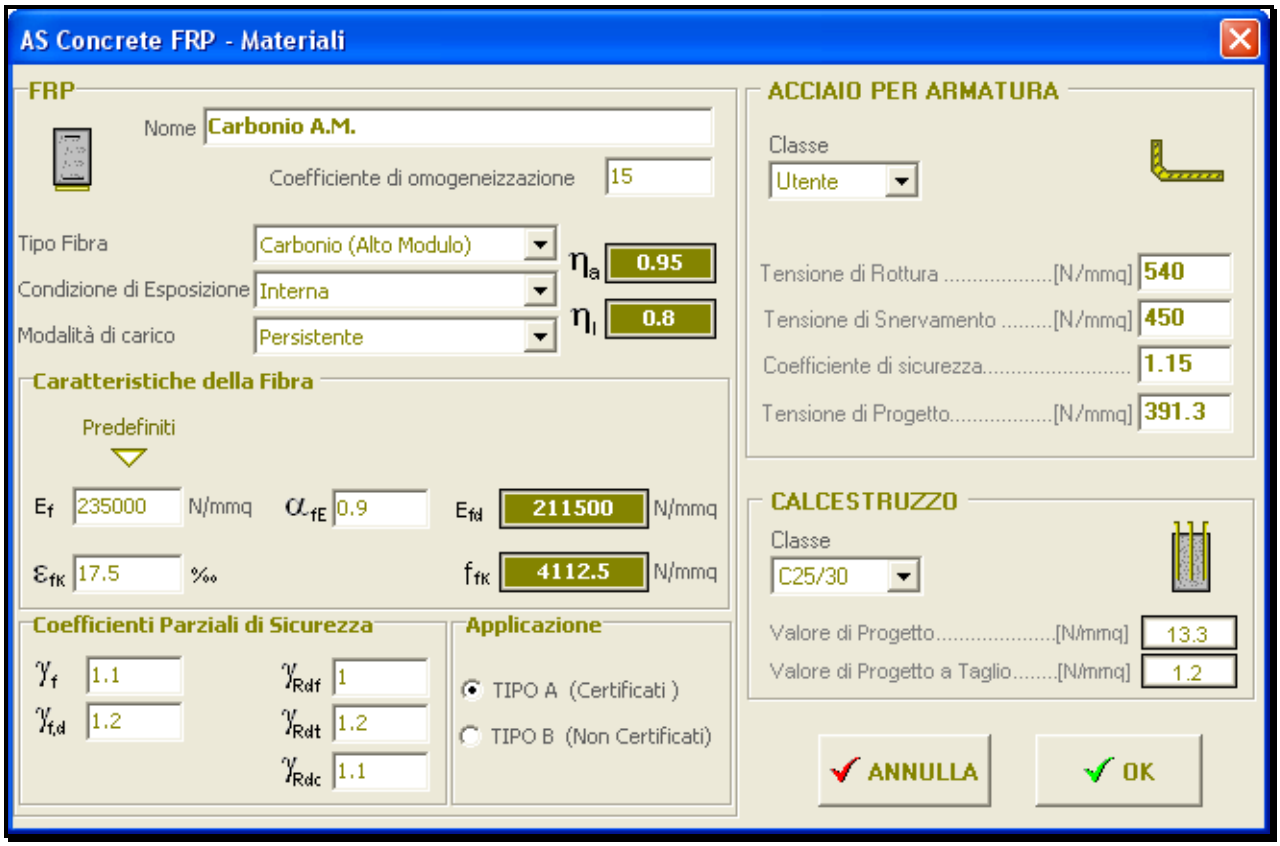


Nella tabella relativa alla geometria delle barre di armatura, in corrispondenza delle due nuove righe aggiunte (righe 5 e 6), personalizzare i campi ‘xb’, ‘yb’ e ‘d’ così come indicato nella figura.
Cliccare sul tasto ‘Modifica’ per salvare le modifiche appena effettuate e successivamente su ‘OK’ per ritornare all’ambiente proncipale di lavoro.

Passo 4

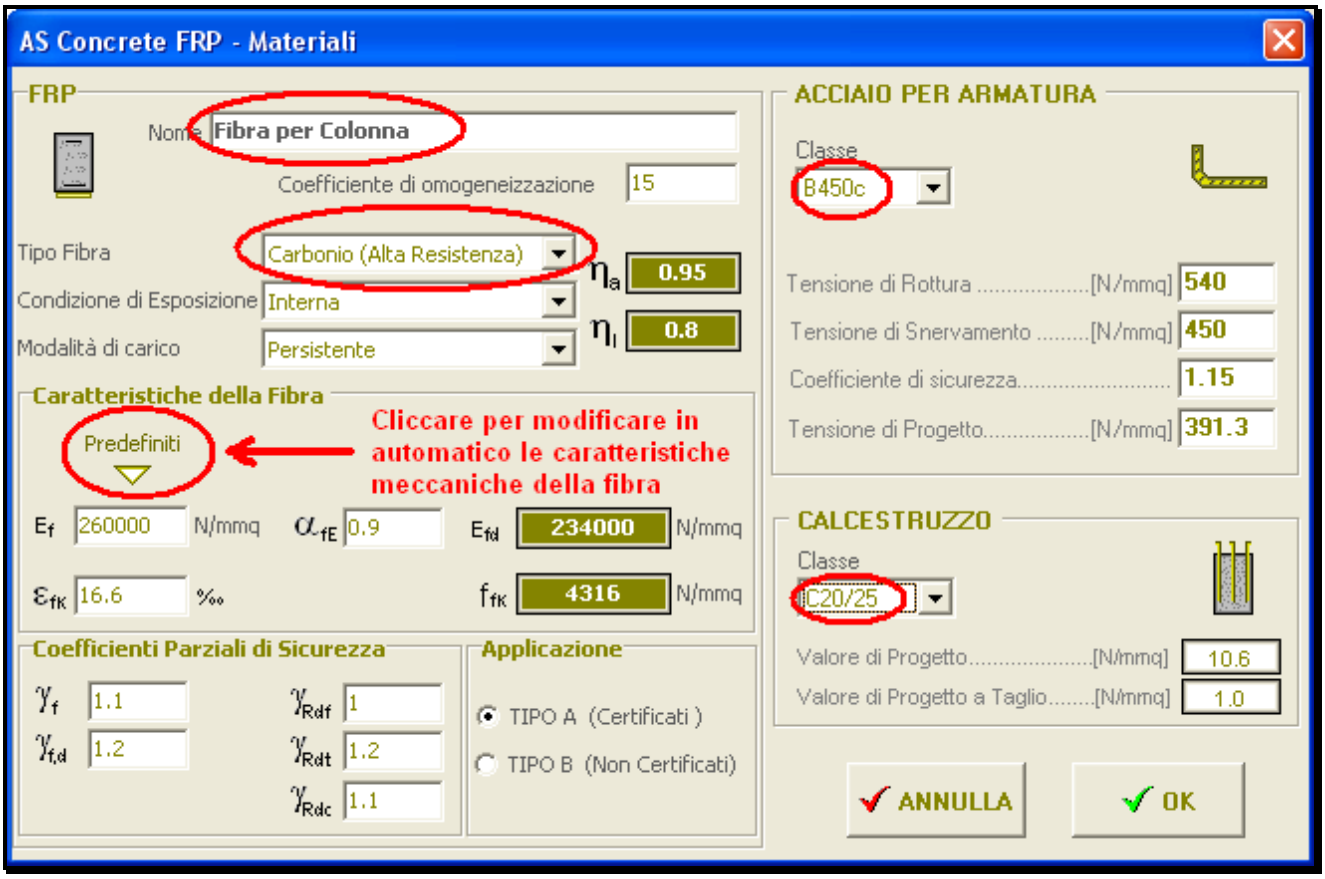
Nell’ambiente principale di lavoro, dalla barra degli strumenti, cliccare sul tasto ‘Materiali’ per accedere all’omonina finestra ossia all’ambiente di definizione delle caratteristiche meccaniche relative agli elementi da verificare.
Sarà possibile definire, dunque, oltre ai relativi coefficienti di parziale sicurezza anche il tipo di materiale adottato per :
il calcestruzzo del pilastro sottoposto al consolidamento (esistente);
l’acciaio delle armature metalliche presenti ;

il tipo di fibra da applicare al pilastro.



E' possibile, inoltre, scegliere il modulo elastico riferito a valori indicativi (CNR-DT 200/2004) delle diverse fibre previste (Vetro E, Vetro S, Carbonio A.M., Carbonio A.R., Fibre Arammidiche) selezionando il tasto "Predefiniti", viceversa il software consente di personalizzare la scelta inserendo il valore del modulo elastico dalle schede tecniche fornite da aziende specializzate nel settore.

Personalizzare l'ambiente 'materiali' così come riportato nella figura.

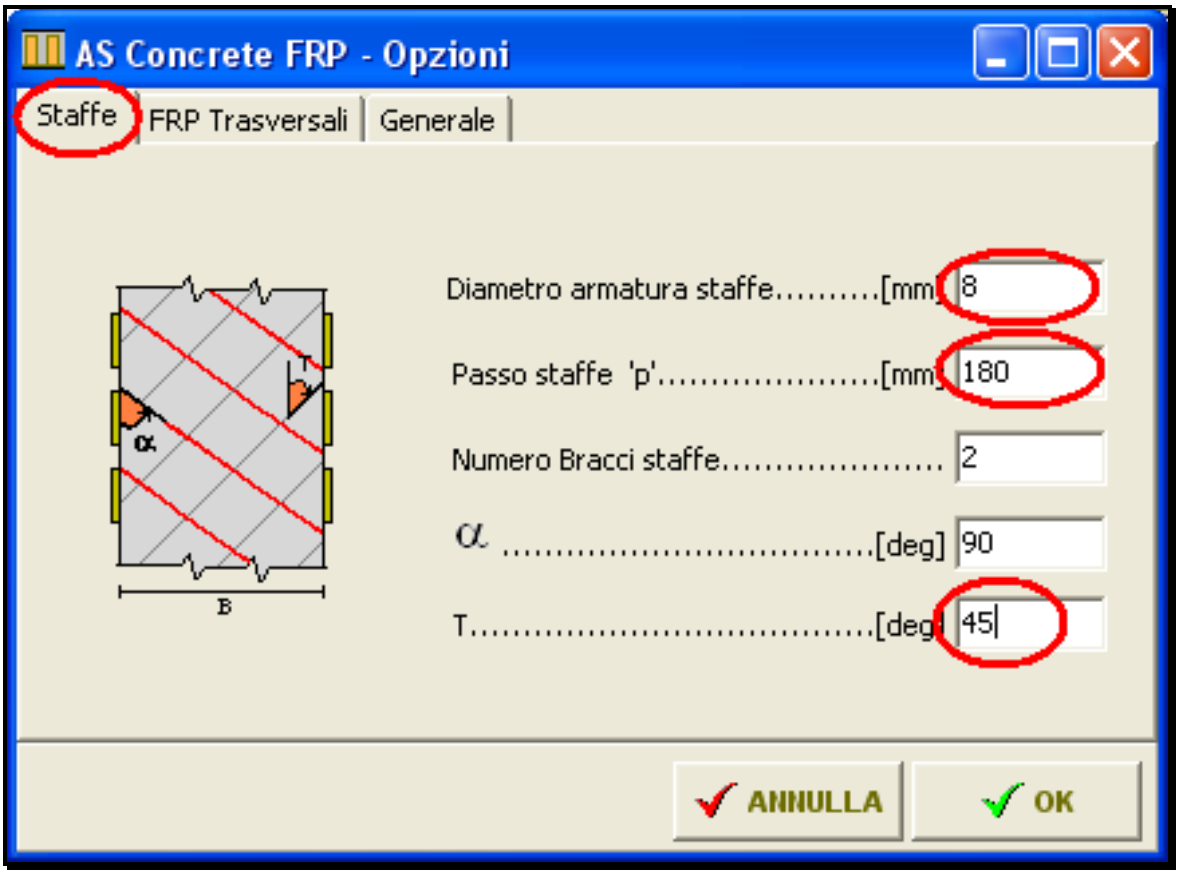


In particolare è stato assegnato un nome convenzionale alla fibra, si è scelto una fibra al carbonio alto modulo accentando le caratteristiche meccaniche proposte dal software, si è utilizzato una barra classe B450c (FeB44K) ed un calcestruzzo Rck 250.
Nel caso in cui l'elemento da consolidare risulti molto datato e presenti, di conseguenza, dei materiali con caratteristiche meccaniche non più previste dalla nuova normativa è possibile scegliere un materiale 'Utente' ed inserire dei valori manuali per la completa personalizzazione.

Cliccare su 'OK' per ritornare nell'ambiente principale di lavoro e salvare le modifiche apportate sui materiali.

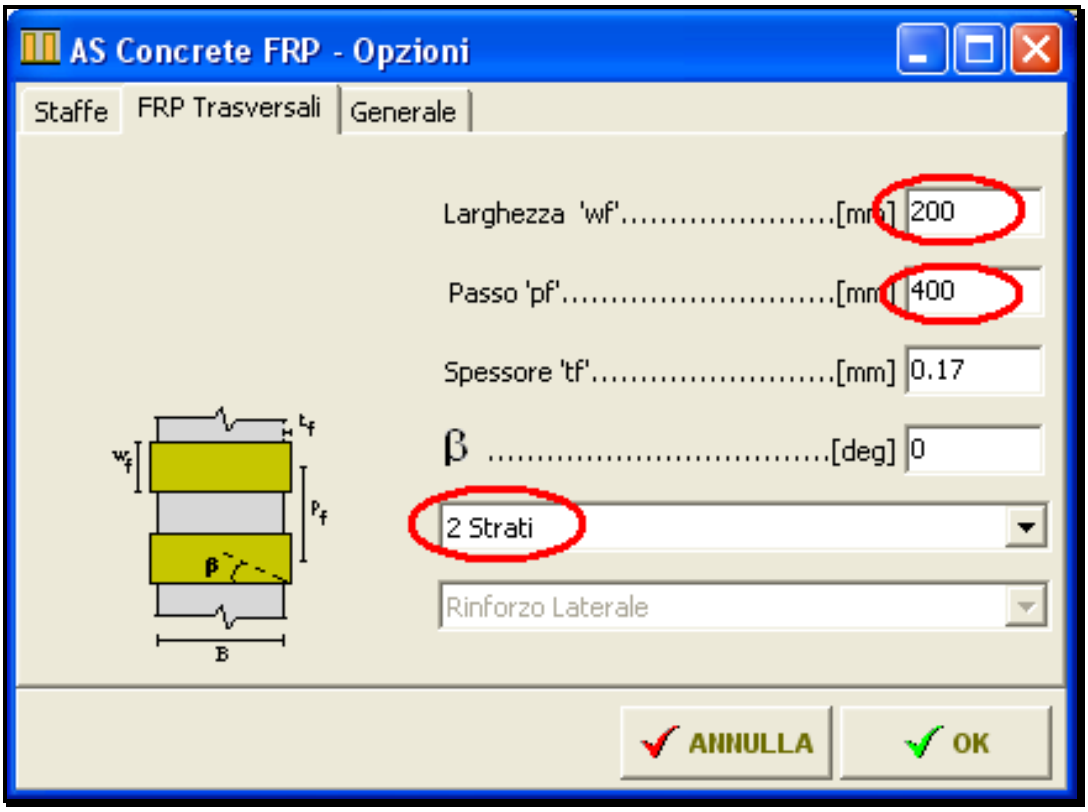
Passo 5

Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Opzioni' per accedere all'omonima finestra.



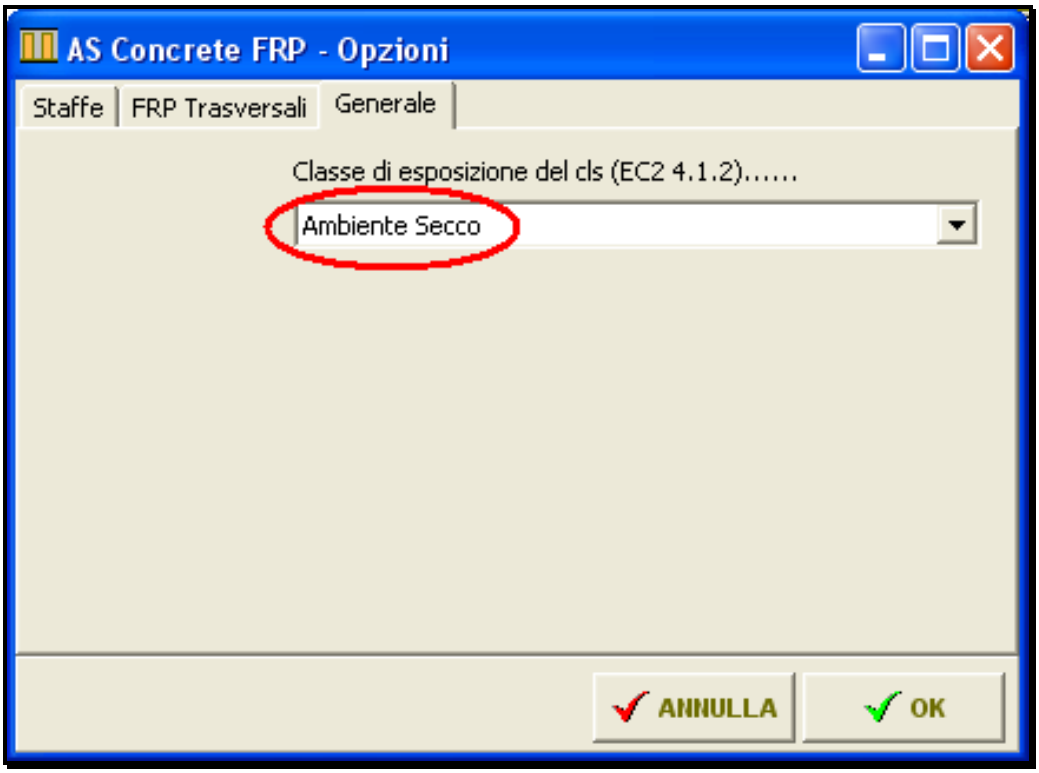
Nella sezione ‘Staffe’ dell’ambiente opzioni è possibile definire il tipo e la geometria dell’armatura trasversale presente all’interno dell’elemento da consolidare.
In particolare viene modificato il diametro ed il passo delle staffe oltre all’angolazione delle bielle compresse di cls utili per il modello di verifica assunto per l’armatura trasversale.
Apportare le modifiche così come riportato nella figura.
E’ possibile, inoltre, definire il numero di bracci e l’angolazione delle staffe considerando che per quest’ultima grandezza il valore di 90° corrisponde ad una staffa disposta in modo perfettamente ortogonale all’asse dell’elemento in c.a.

Nella sezione ‘FRP Trasversali’ modificare il valore della larghezza ‘wf’ e del passo (inteso non netto la miferito al centro delle fasce) ‘pf’ della fibra utilizzata.



Prevedere, inoltre, due strati sovrapposti di fibra con spessore predefinito (0.17 mm). Nel caso specifico la distanza netta tra due applicazioni (corrispondente con la parte non coperta di cls) sarà, per quanto sopra detto, pari a 200 mm. E' ovvio che il progettista può disporre le fibre in modo da non offrire zone scoperte di cls ponendo il valore di 'wf' almeno uguale al valore di 'pf'.
Infatti nel caso in cui 'pf' risulti minore di 'wf' viene prevista una sovrapposizione delle fibre.

Nella sezione generale prevedere una classe di esposizione per il cls corrispondente ad un 'Ambiente Secco '.



Cliccare, infine, sul pulsante ‘OK’ per salvare le modifiche apportate e ritornare all’ambiente principale di lavoro.

Passo 6

A questo punto la geometria dell’intervento è stata definita. Rimangono, ovviamente , da stabilire le azioni di progetto.
AS Concrete FRP prevede per i pilastri la possibilità di inserire fino a 10 stati sollecitazionali ognuno dei quali frutto di una combinazione di carico.

Trascurare la combinazione ‘C.C.00’, utilizzata solo nel caso delle travi, ed attivare la combinazione di carico ‘C.C.01’ inserendo i valori relativi allo sforzo normale e ai due momenti flettenti ‘M’ e ‘M2’ riportati in figura e cliccare sul tasto ‘Modifica C.C.’ per salvare.

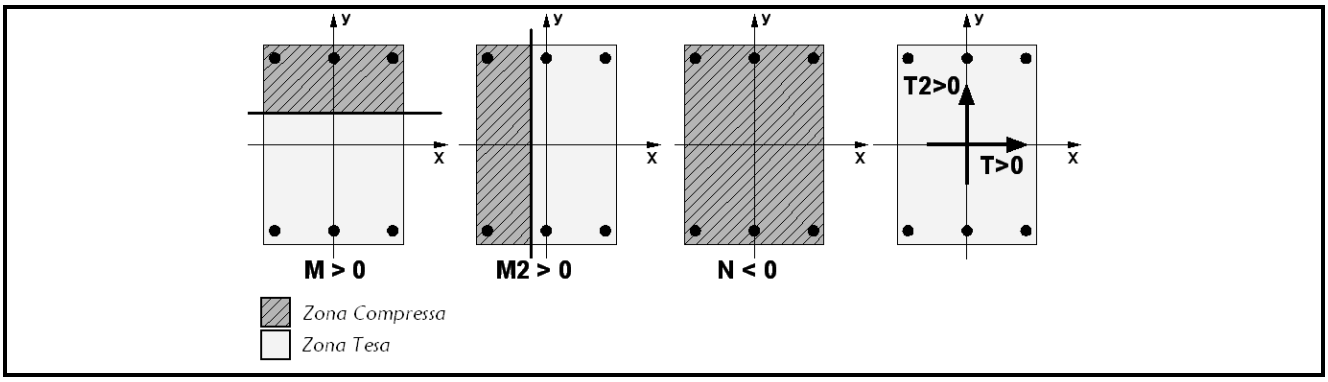
Convenzione Sollecitazioni

N (espresso in daN) *è positivo se di trazione;*

M (espresso in daN m) *è positivo se comprime le fibre superiori;*

M2 (espresso in daN m) *è positivo se comprime le fibre con x < 0;*

T e T2 (espressi in daN) *sono positivi se concordi rispettivamente con gli assi X e Y;*

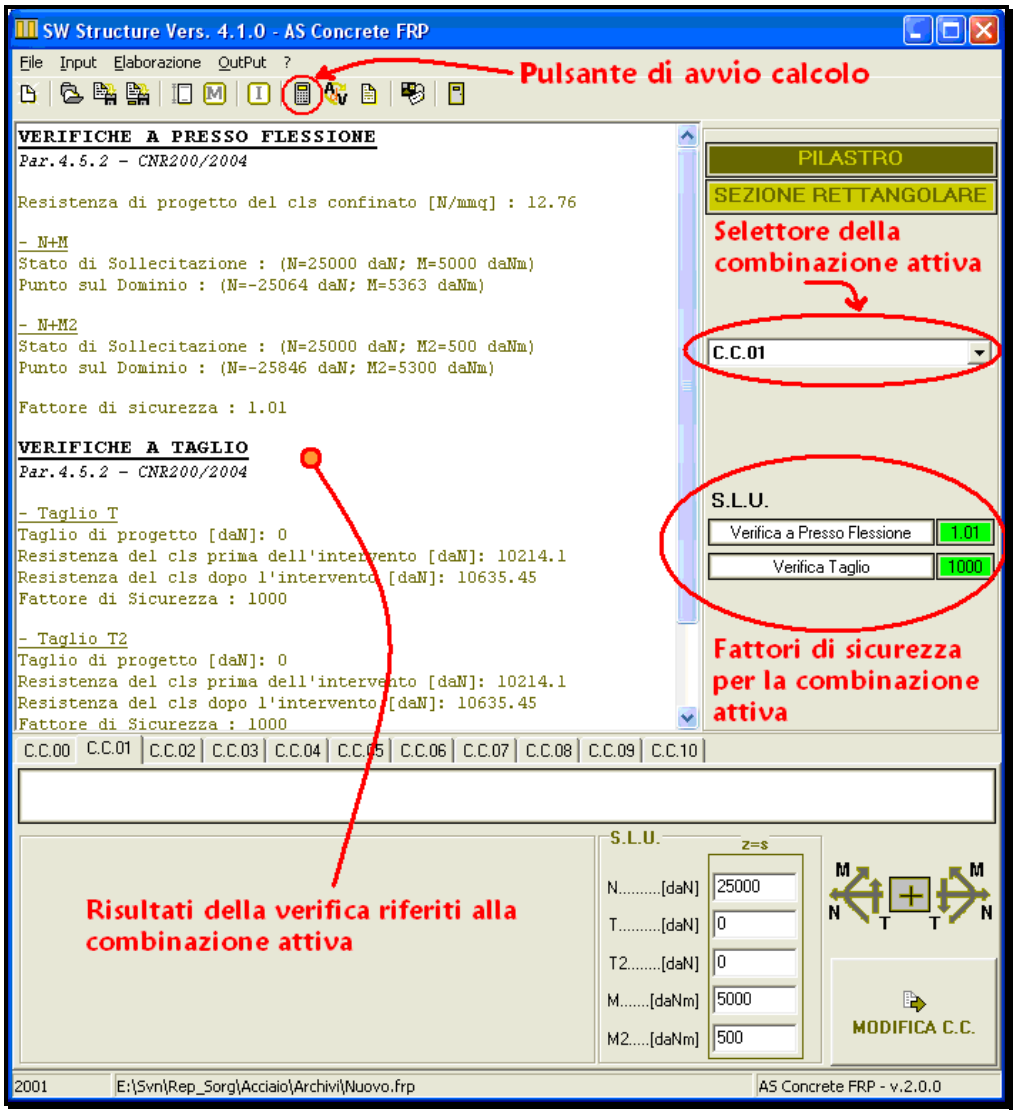


Ripetere la stessa operazione per altre due combinazioni di carico facendo riferimento alla seguente tabella.

COMB.	**N** *[daN]*	**T** *[daN]*	**T2** *[daN]*	**M** *[daNm]*	**M2** *[daNm]*
C.C.02	-65000	18500	0	8500	0
C.C.03	-82000	0	0	7850	2560

Passo 7

A questo punto l'input è completo e consente l'analisi della sezione in c.a. rinforzata. Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Avvio Calcolo'.



Nell'editor dell'ambiente principale appaiono subito i risultati della verifica riferiti alla combinazione di carico 'C.C.01'. Per visualizzare i risultati relativi alle altre combinazioni utilizzare l'apposito selettore delle combinazione posto in alto e a destra nell'ambiente principale.

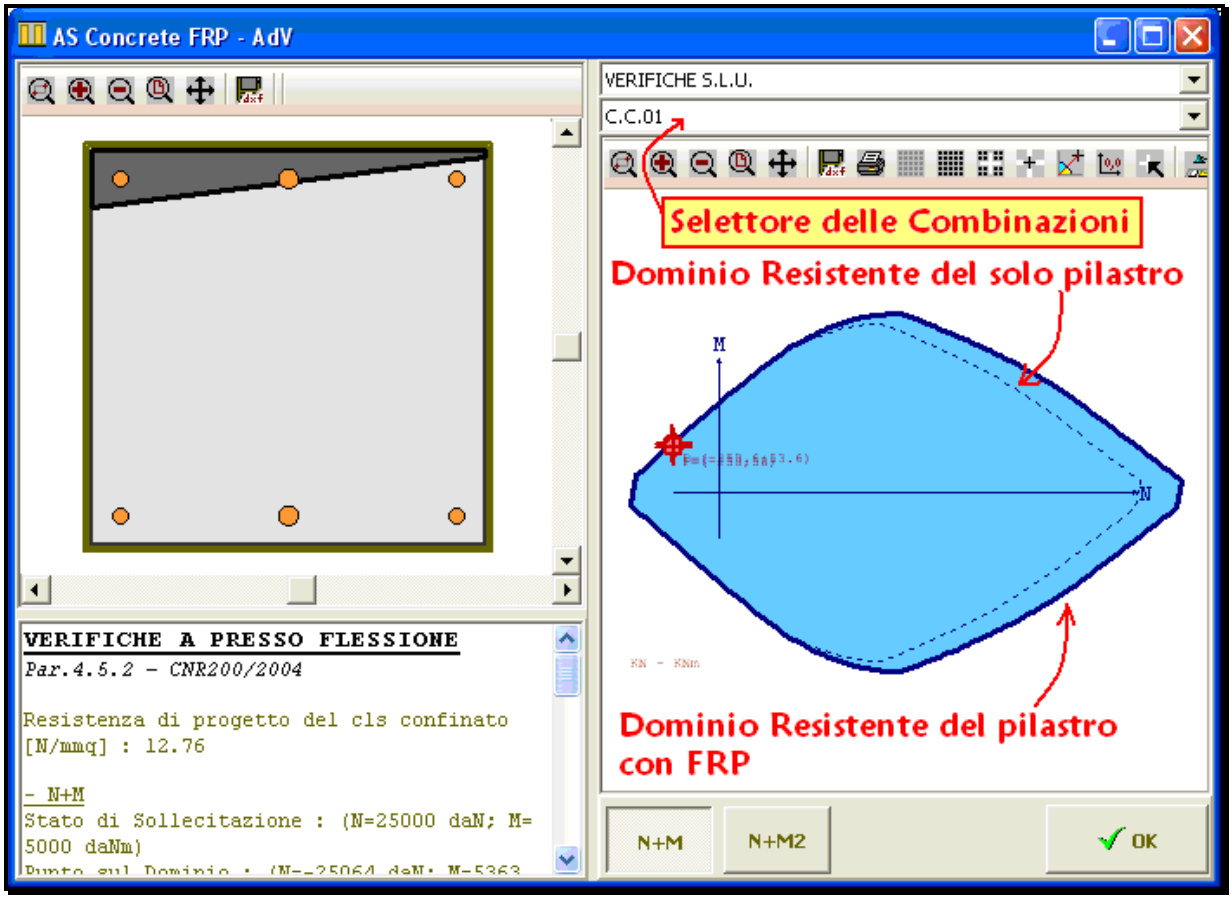
In tale ambiente vengono visualizzati anche i fattori di sicurezza per le verifiche effettuate (sempre relativamente alla combinazione di carico attiva). Si ricorda che, convenzionalmente, i fattori di sicurezza sono frutto del rapporto tra il massimo valore assumibile da una grandezza ed il suo valore riscontrato dal calcolo. Conseguentemente il valore di un fattore di sicurezza per avere esito positivo della verifica deve essere uguale o maggiore ad 1.

N.B.

Per ottenere la relazione associata al calcolo in formato RTF e riferita a tutte le combinazioni di carico cliccare sul tasto 'Relazione di calcolo' e scegliere tra il formato ridotto o completo !

Passo 8

As Concrete FRP possiede un apposito ambiente di verica tramite il quale è possibile graficizzare i risultati ottenuti.
Cliccare sul tasto 'Ambiente di Verifica' nella barra degli strumenti dell'ambiente principale per accedere alla finestra 'AdV'.



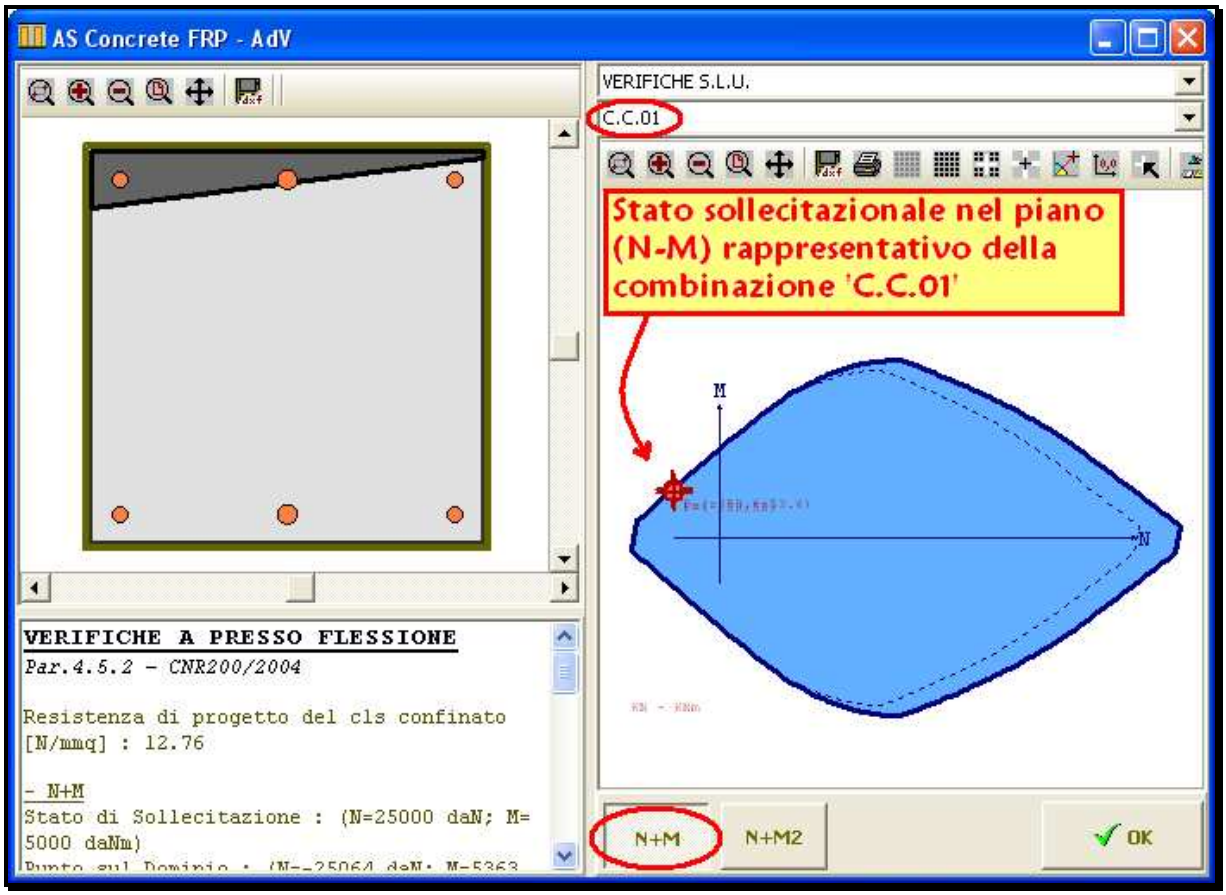
Si nota come l'intervento di consolidamento del pilastro abbia avuto come diretta conseguenza l'estensione del dominio resistente della sezione.

Il dominio di rottura viene raffigurato in funzione degli assi cartesiani ‘N’, sforzo normale espresso in KN, (ascissa) ed ‘M’, momento flettente M o M2 espresso in KNm, (ordinata).
La scelta del momento da raffigurare assieme allo sforzo normale viene effettutata tramite i due pulsanti ‘N+M’ ed ‘N+M2’ posti immediatamente al di sotto del grafico del dominio resistente. In questo modo sarà possibile prendere visione dei due domini di resistenza utilizzati per le verifiche.

N.B.

Come si può facilmente notare, la convenzione utilizzata per lo sforzo normale nella graficizzazione del dominio resistente è inversa a quella già utilizzata per l'inserimento degli stati sollecitazionali, per cui uno sforzo normale positivo indica uno stato di compressione.

La combinazione di carico utilizzata viene scelta tramite l'apposito selettore mentre il relativo stato sollecitazionale viene raffigurato graficamente tramite un cerchietto crociato.
La verifica di resistenza consisterà nel controllare che i punti rappresentanti gli stati sollecitazionali siano tutti interni ai due domini di resistenza.

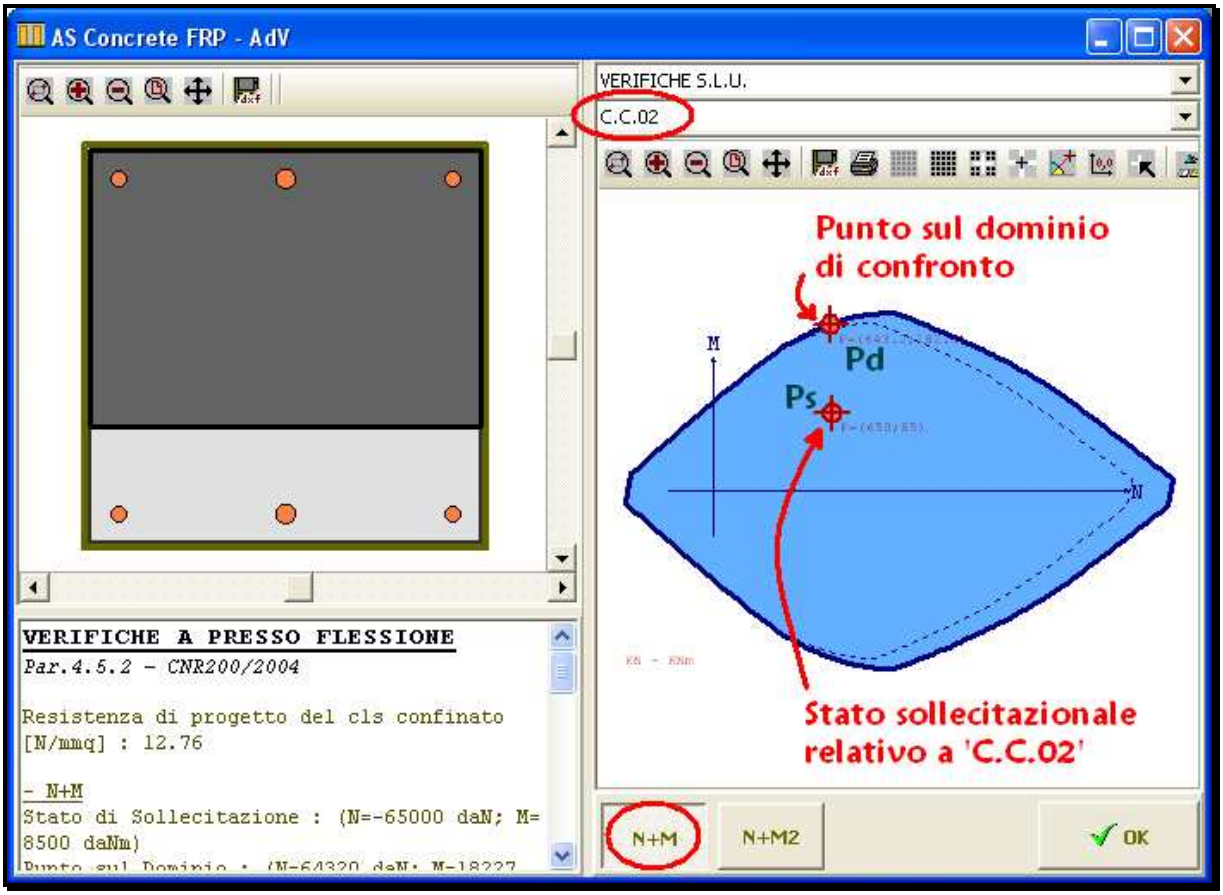


La figura riporta la collocazione dello stato sollecitazionale relativo alla C.C.01 rispetto al piano N-M. Come si può notare il punto rappresentativo dello stato

sollecitazionale si trova nel settore del dominio con ascissa negativa (N<0 , Trazione) e con momento flettente M>0 in modo del tutto coerente alle azioni inserire per la combinazione 'C.C.01'. Tale punto si trova molto vicino al bordo del dominio e ciò comporta un fattore di sicurezza prossimo all'unità.
Sempre nella figura viene visualizzata la posizione dell'asse neutro con la determinazione della zona compressa della sezione.

Passo 9

Selezionare, adesso, la combinazione 'C.C.02'ed il dominio 'N+M'.

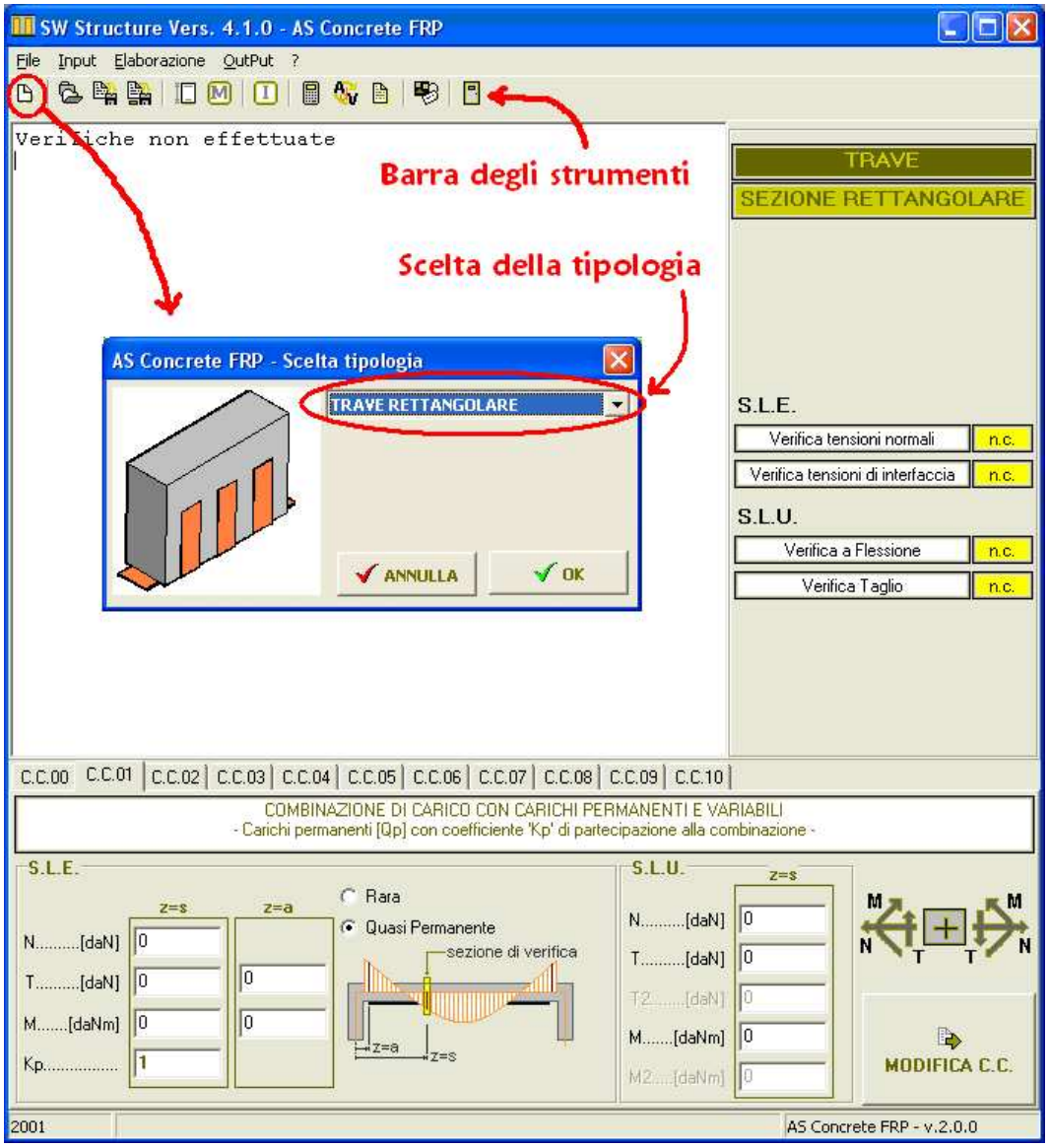


In questo caso il punto 'Ps' rappresenta uno stato sollecitazionale con sforzo normale di compressione ampiamente contenuto all'interno del dominio di resistenza. Viene raffigurato anche il punto 'Pd' posto sul bordo del dominio di rottura ed utilizzato per la valutazione delle risorse ulteriori a disposizione della sezione con ipotesi di mantenimento costante dello sforzo normale.

Esempio N.2 – Rinforzo di una Trave in c.a.

Passo 1

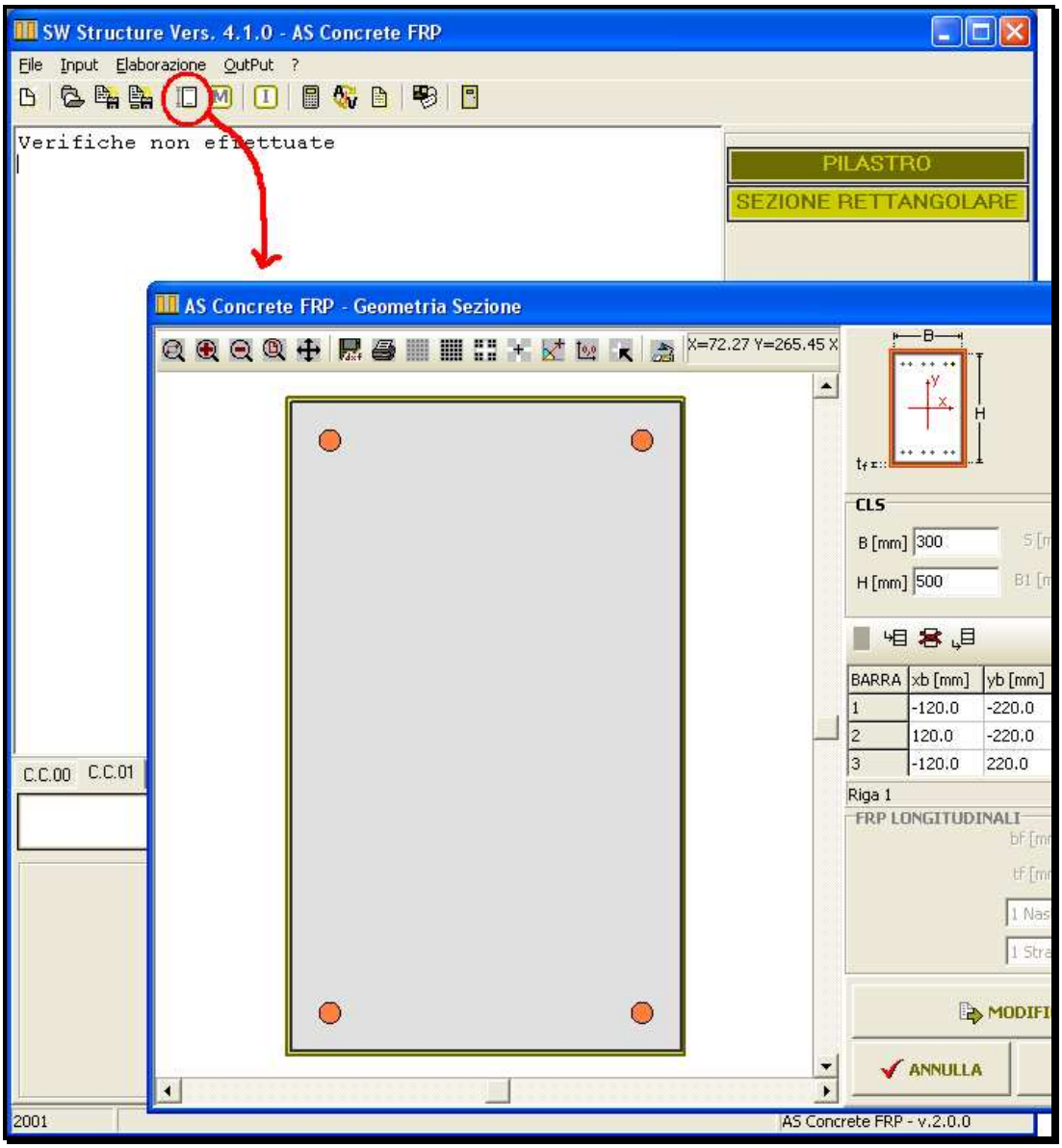
Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Nuovo File’ per accedere alla finestra ‘Scelta tipologia’.



Scegliere come tipologia la trave rettangolare e cliccare sul pulsante ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 2

Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Geometria Sezione’ per accedere alla finestra omonima.



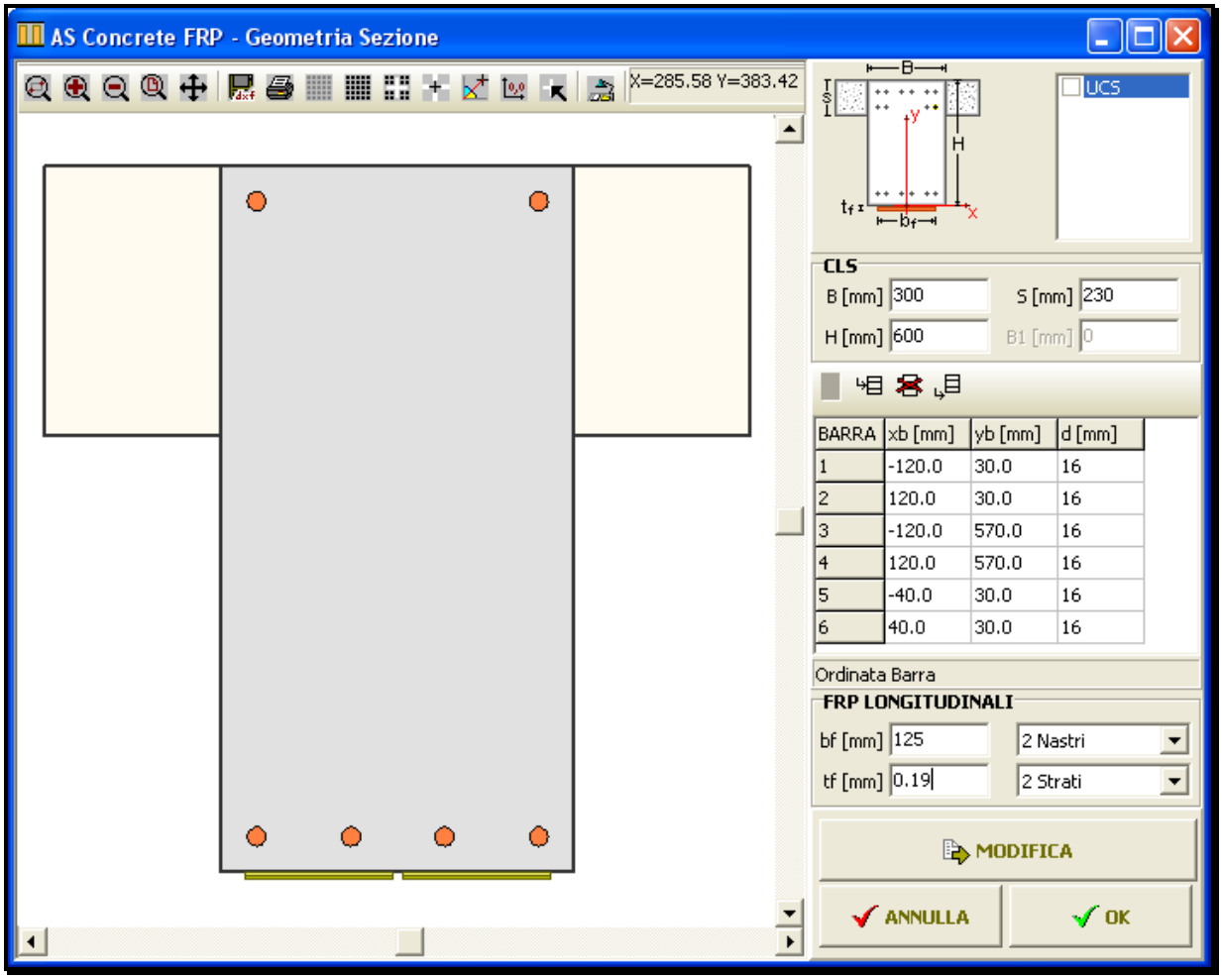
Passo 3

Tramite la finestra 'Geometria Sezione' è possibile personalizzare le dimensione della sezione trasversale oltre al numero, al posizionamento ed al diametro delle barre metalliche presenti.

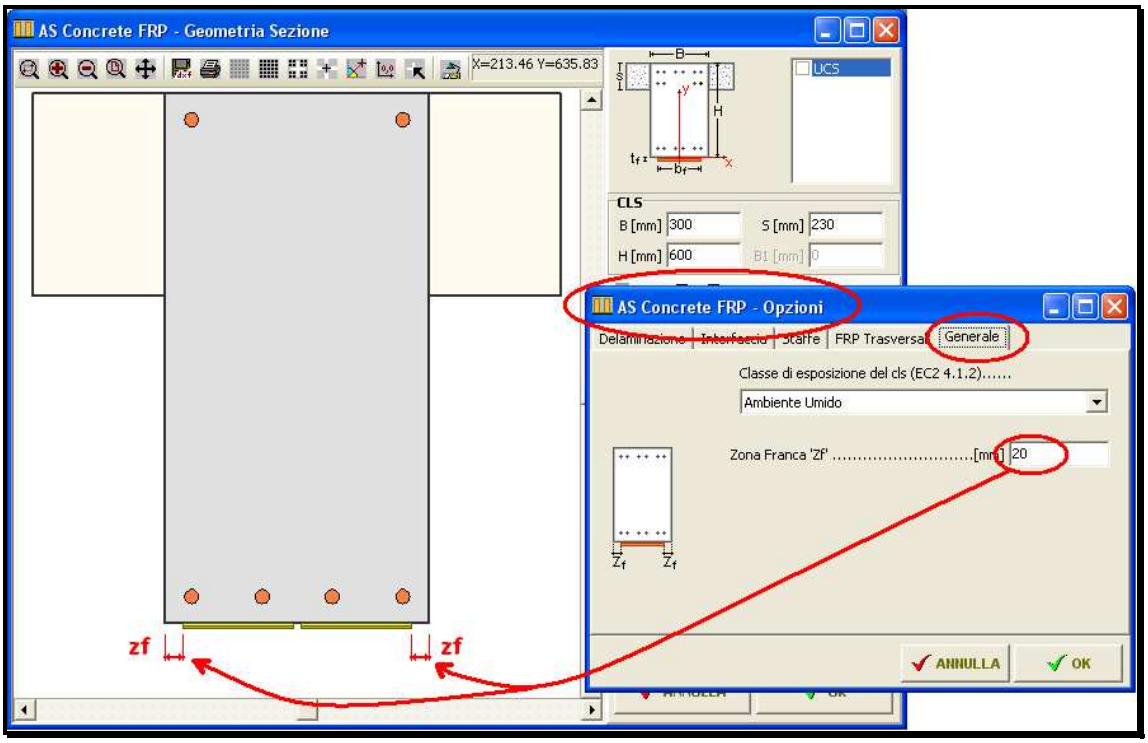
In questo ambiente imporre come sezione trasversale un rettangolo di base pari a 30 cm ed altezza pari a 60 cm tramite le variabili 'B' ed 'H' ed attivare l'UCS ossia il sistema di riferimento con cui verranno posizionati i centri delle barre. La soletta viene prevista di spessore pari a 23 cm.

Apportare le modifiche così come riportato nella figura ed in modo particolare prevedere :

- la presenza di due barre superiori e di quattro barre inferiori tutte con diametro di 16 mm;
- la presenza di due nastri paralleli di larghezza pari a 125 mm;
- nastri disposti su doppio strato;
- lo spessore del singolo nastro pari a 0.19 mm.



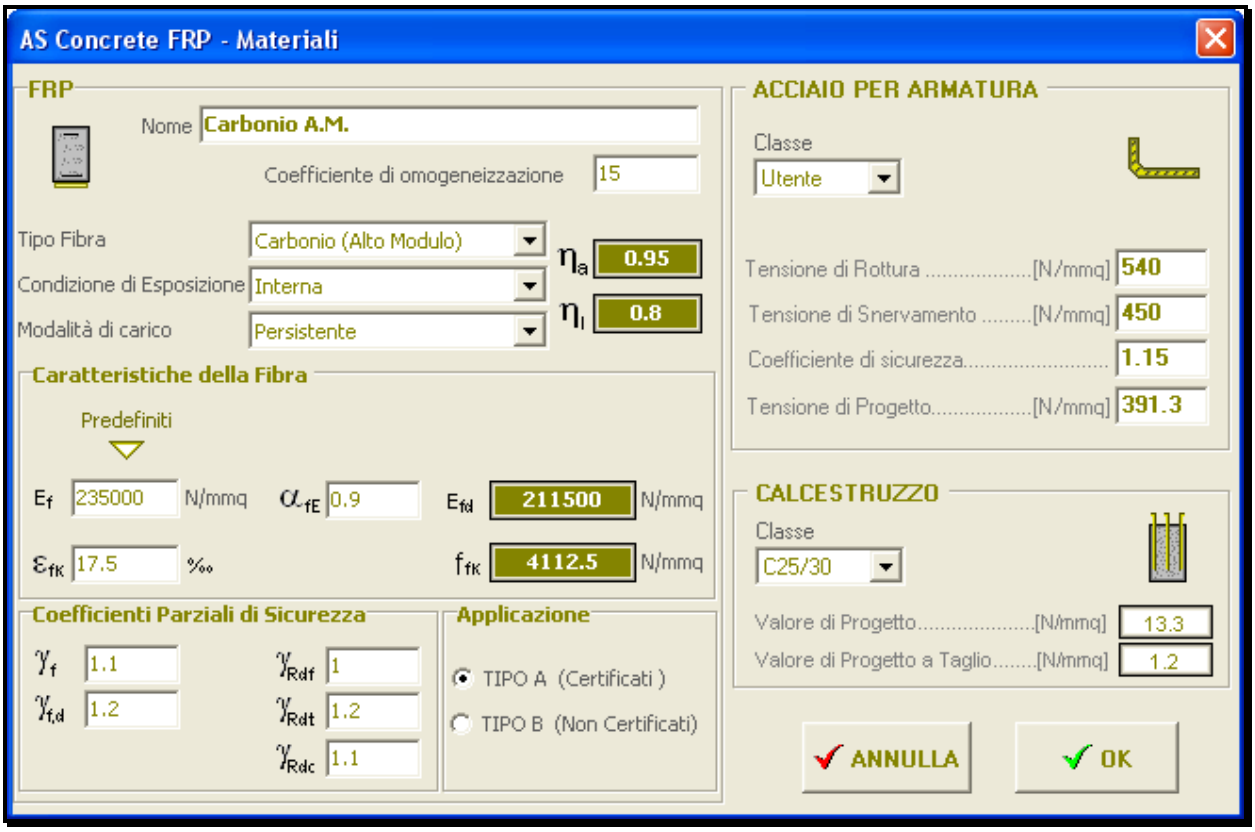
Il posizionamento dei due nastri rispetto all'intradosso della trave viene effettuato tramite una variabile 'zf', modificabile nella finestra 'Opzioni', la quale controlla la distanza tra il bordo della trave e l'inizio della fibra.



Cliccare sul tasto ‘Modifica’ per salvare le modifiche appena effettuate e successivamente su ‘OK’ per ritornare all’ambiente proncipale di lavoro.

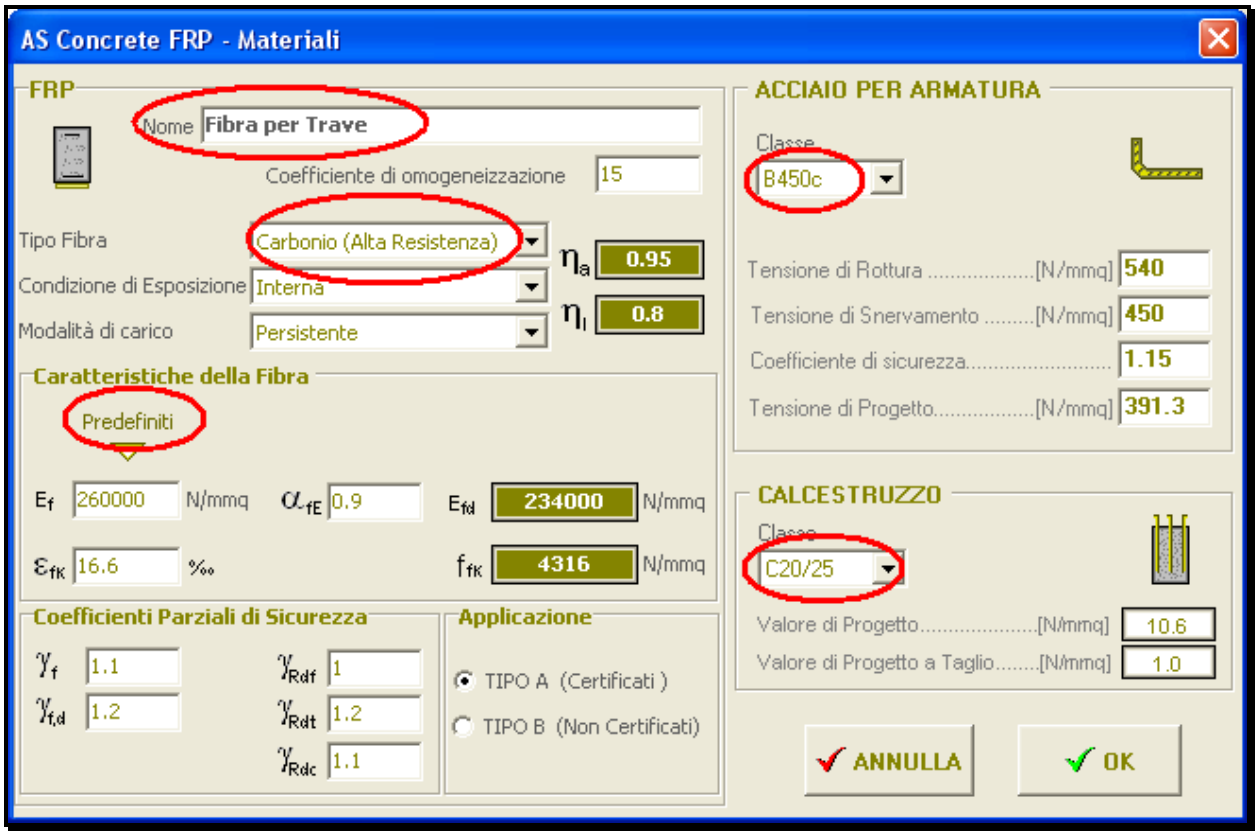
Passo 4

Nell’ambiente principale di lavoro, dalla barra degli strumenti, cliccare sul tasto ‘Materiali’ per accedere all’omonina finestra ossia all’ambiente di definizione delle caratteristiche meccaniche relative agli elementi da verificare.
Sarà possibile definire, dunque, oltre ai relativi coefficienti di parziale sicurezza anche il tipo di materiale adottato per :
il calcestruzzo del pilastro sottoposto al consolidamento (esistente);
l’acciaio delle armature metalliche presenti ;
il tipo di fibra da applicare al pilastro.



E' possibile, inoltre, scegliere il modulo elastico riferito a valori indicativi (CNR-DT 200/2004) delle diverse fibre previste (Vetro E, Vetro S, Carbonio A.M., Carbonio A.R., Fibre Arammidiche) selezionando il tasto "Predefiniti", viceversa il software consente di personalizzare la scelta inserendo il valore del modulo elastico dalle schede tecniche fornite da aziende specializzate nel settore.

Personalizzare l'ambiente 'materiali' così come riportato nella figura.

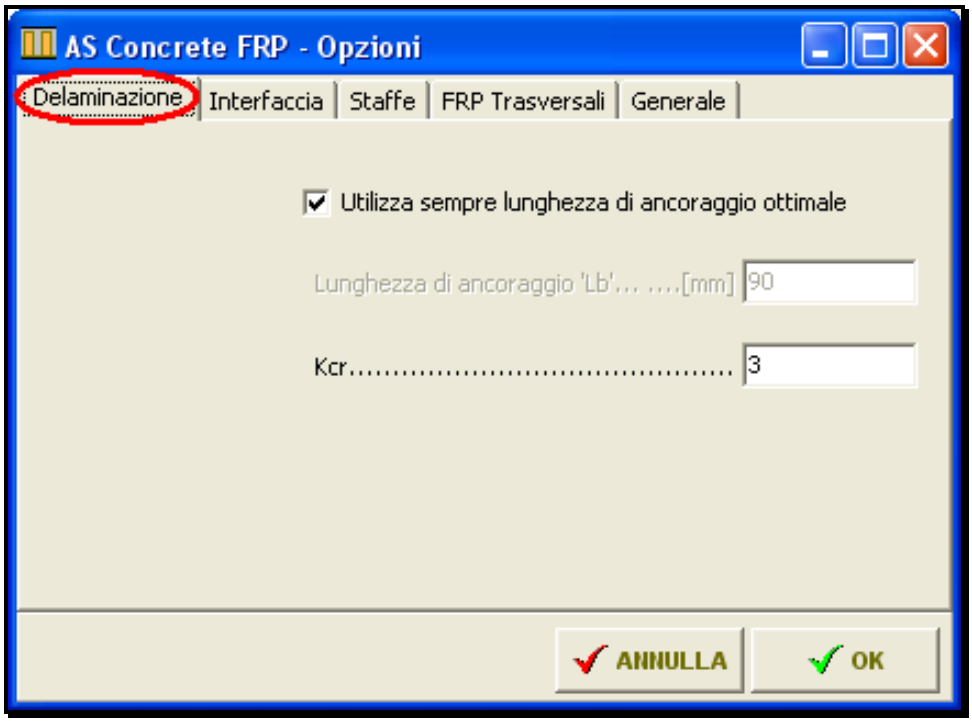


In particolare è stato assegnato un nome convenzionale alla fibra, si è scelto una fibra al carbonio alto modulo accentando le caratteristiche meccaniche proposte dal software, si è utilizzato una barra classe B450c (FeB44K) ed un calcestruzzo Rck 250.
Nel caso in cui l'elemento da consolidare risulti molto datato e presenti, di conseguenza, dei materiali con caratteristiche meccaniche non più previste dalla nuova normativa è possibile scegliere un materiale 'Utente' ed inserire dei valori manuali per la completa personalizzazione.

Cliccare su 'OK' per ritornare nell'ambiente principale di lavoro e salvare le modifiche apportate sui materiali.

Passo 5

Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Opzioni' per accedere all'omonima finestra.



La sezione ‘Delaminazione’ permette di gestire la tensione di progetto della fibra nel caso di rinforzo a flessione o a taglio.

N.B.

Si definisce lunghezza ottimale di ancoraggio "l_e" la lunghezza minima che assicura la trasmissione del massimo sforzo di aderenza.
Essa viene calcolata in funzione del modulo elastico della fibra"E_f", dello spessore della fibra "t_f" e della resistenza media a trazione del cls "f_{ctm}".

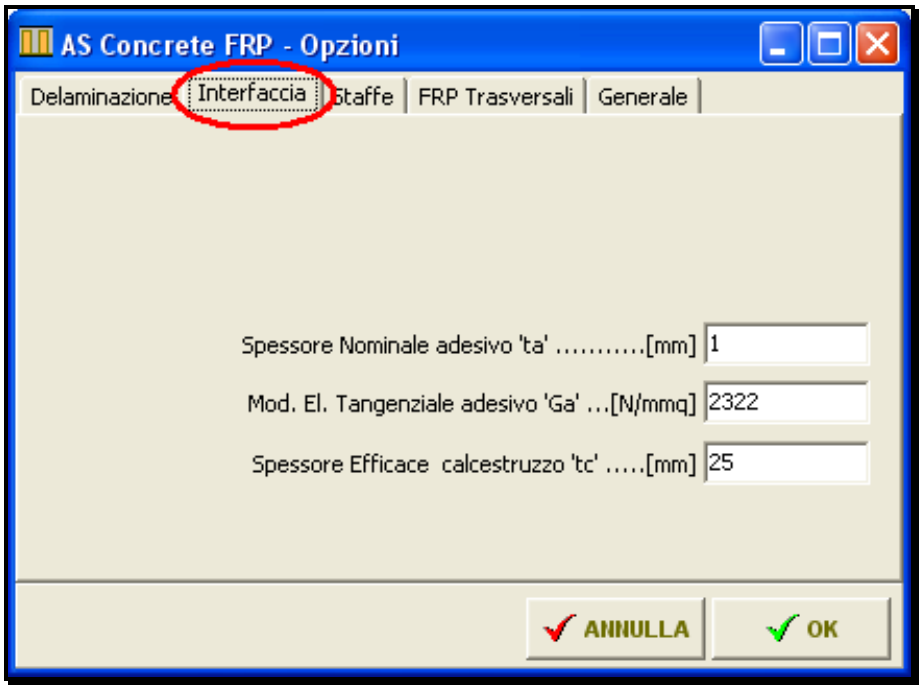
Resistenza allo S.L.U. per delaminazione di estremità:
Il calcolo della tensione di progetto del rinforzo, ff_{dd}, ovvero la tensione alla quale il rinforzo può lavorare nella sezione terminale di ancoraggio, viene considerata quando "l_b">"l_e".
Nel caso "l_b"<"l_e" ("l_b" lunghezza zona incollata), la tensione di progetto del rinforzo viene opportunamente ridotta => $ff_{dd,rid}$.

Resistenza allo S.L.U. per delaminazione intermedia:
Si verifica che che allo S.L.U. la tensione nel composito fibro rinforzato non ecceda un valore massimo , $ff_{dd,2}$, fornito dalla relazione:

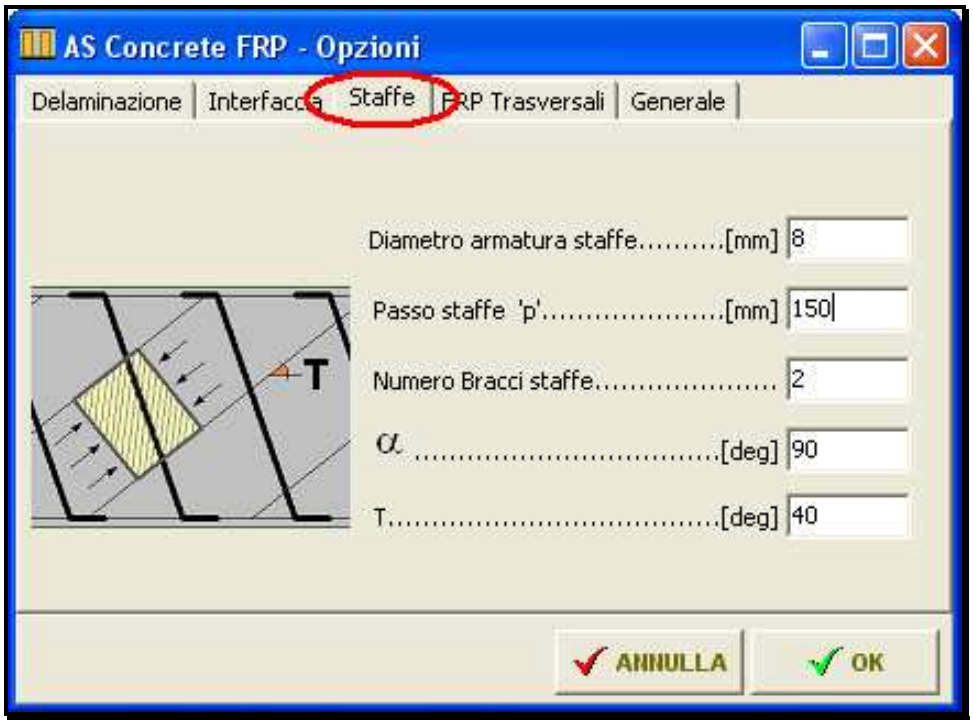
$$ff_{dd,2} = K_{cr} \times ff_{dd}$$

In mancanza di dati specifici , il coefficiente K_{cr} si assume pari a 3.

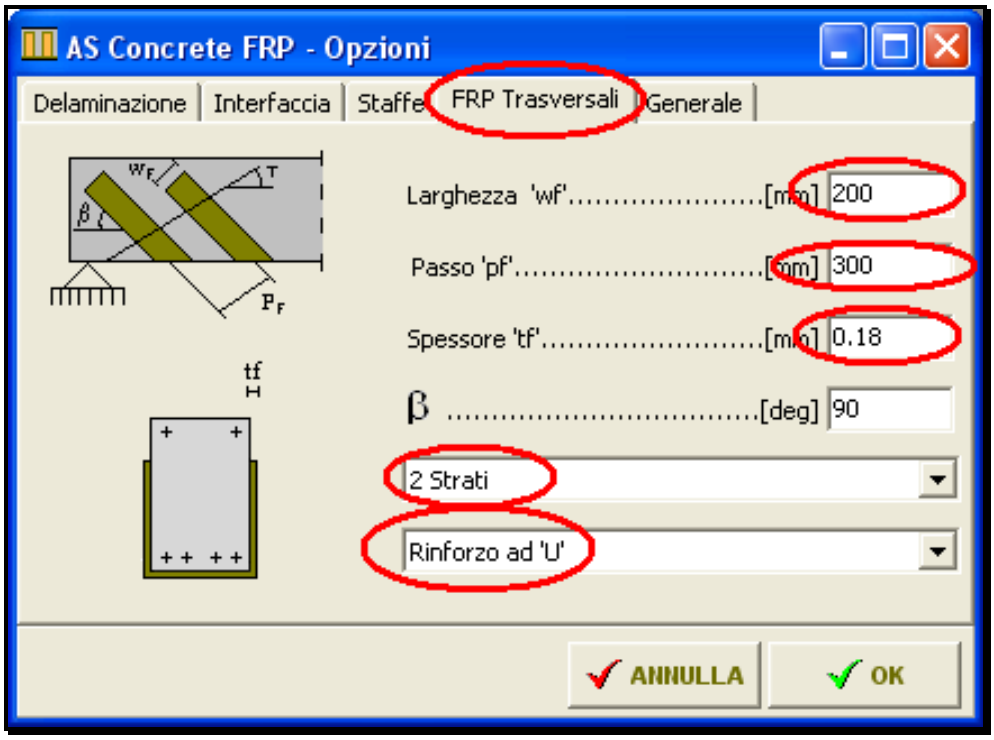
Nella sezione 'Interfaccia', figura, dell'ambiente opzioni vengono definite le caratteristiche dell'adesivo da adottare al momento dell'istallazione del rinforzo in fibra.
In genere, le caratteristiche del suddetto adesivo variano in funzione della ditta produttrice e, per questo motivo andrebbero espresse al software in base alle schede tecniche fornite con le fibre.



Nella sezione ‘Staffe’, figura, dell’ambiente opzioni è possibile definire il tipo e la geometria dell’armatura trasversale presente all’interno dell’elemento da consolidare.
In particolare viene riportato l'angolo di inclinazione delle fessure da taglio "T" (in mancanza di determinazione più accurata, si può assumere "T"=40°) oltre al diametro ed al passo delle staffe.
E’ possibile, inoltre, definire il numero di bracci e l’angolazione ‘α’ delle staffe considerando che per quest’ultima grandezza il valore di 90° corrisponde ad una staffa disposta in modo perfettamente ortogonale all’asse dell’elemento in c.a.
Apportare le modifiche così come riportato nella figura.

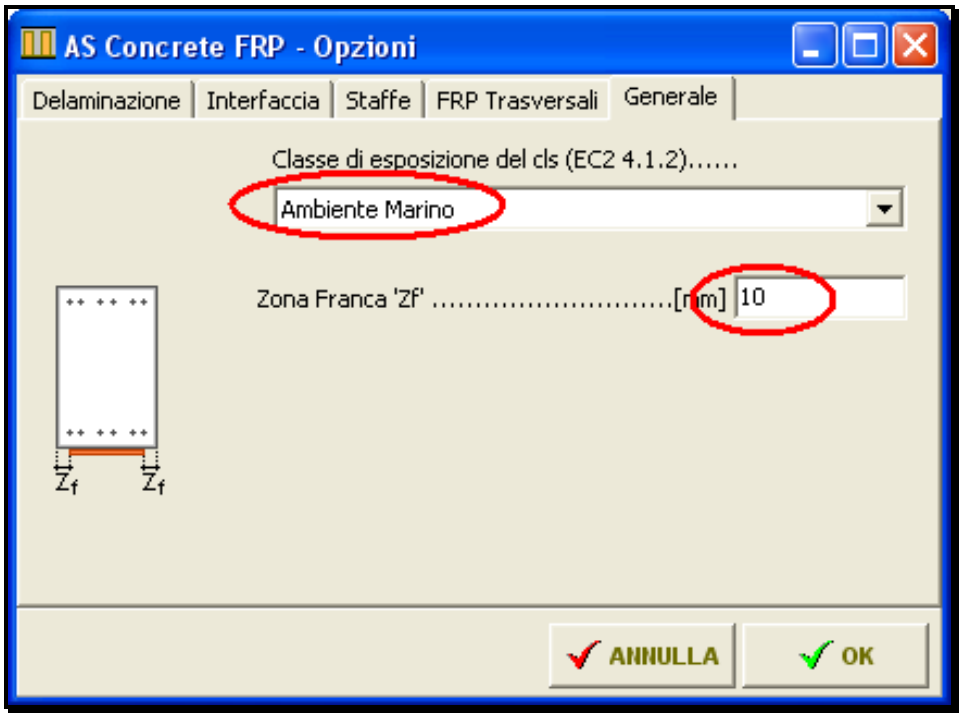


La sezione ‘FRP Trasversali’ (figura) consente di gestire la geometria delle fibre trasversali.
In particolare è possibile personalizzare i valori assunti per "wf" e "pf" ossia della larghezza e del passo delle strisce (misurati sempre ortogonalmente alla direzione delle fibre), lo spessore ‘tf’ della singola fibra, e l'angolo "ß" d' inclinazione delle fibre rispetto all'asse dell'elemento.



Prevedere due strati sovrapposti di fibra con spessore pari a 0.18 mm ed una geometria ad ‘U’ per la disposizione delle fibre trasversali.
Nel caso specifico la distanza netta tra due applicazioni (corrispondente con la parte non coperta di cls) sarà, per quanto sopra detto, pari a 100 mm. E’ ovvio che il progettista può disporre le fibre in modo da non offrire zone scoperte di cls ponendo il valore di ‘wf’ almeno uguale al valore di ‘pf’.
Infatti nel caso in cui ‘pf’ risulti minore di ‘wf’ viene prevista una sovrapposizione delle fibre.

Nella sezione generale (figura) prevedere una classe di esposizione per il cls corrispondente ad un ‘Ambiente Marino’ ed una zona franca, già anticipata al passo 3, ‘Zf’ pari a 10 mm.

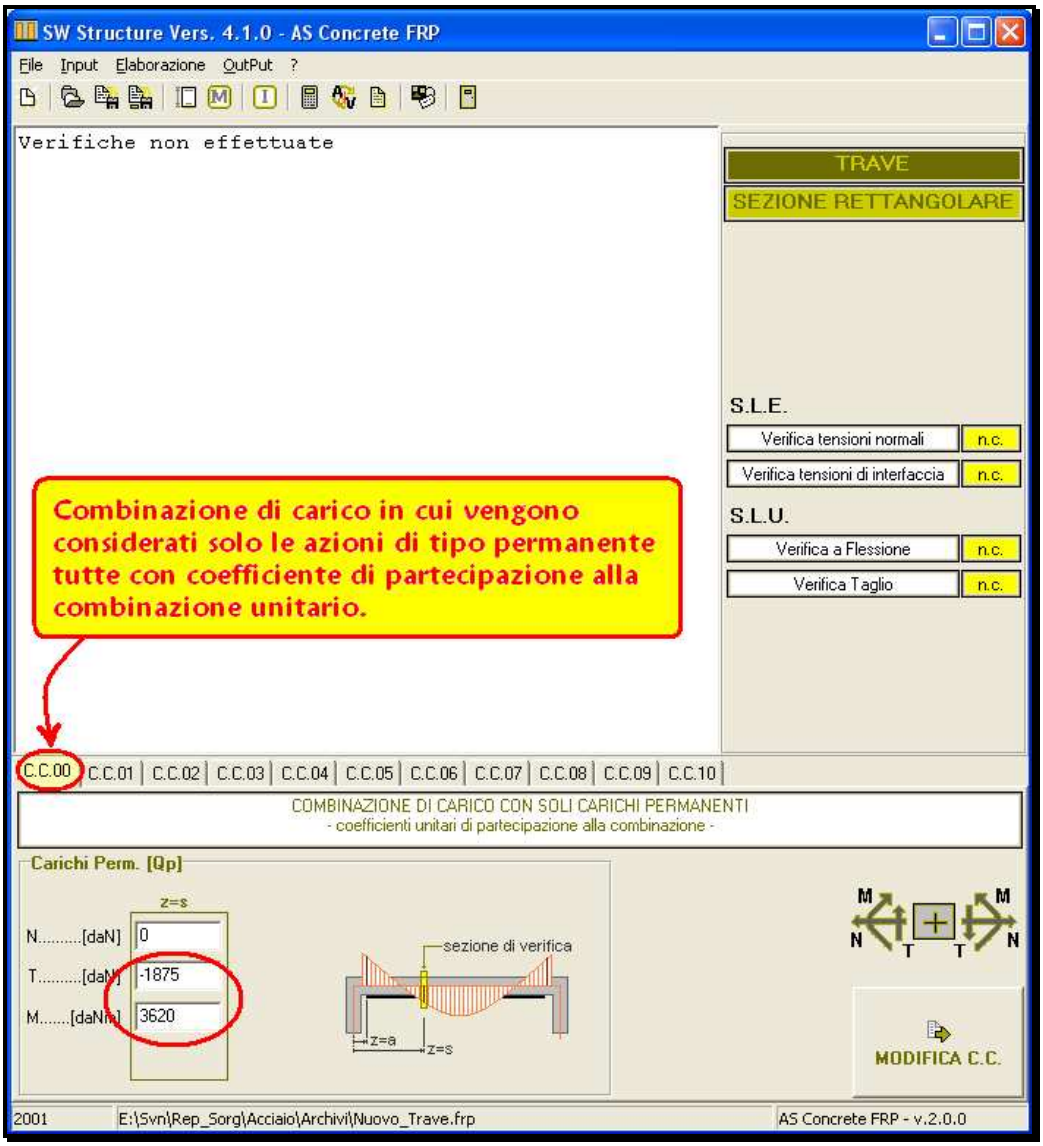


Cliccare, infine, sul pulsante ‘OK’ per salvare le modifiche apportate e ritornare all’ambiente principale di lavoro.

Passo 6

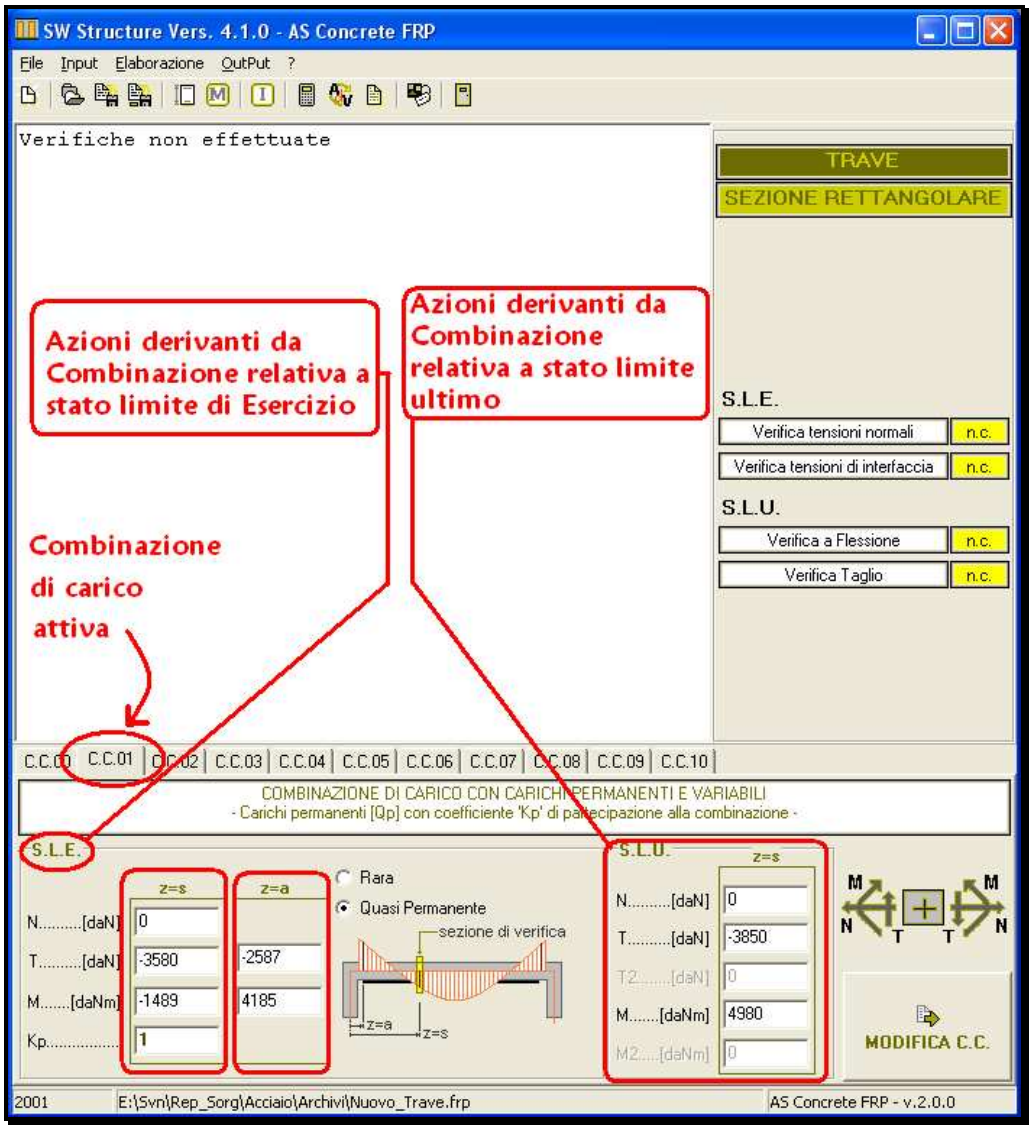
A questo punto la geometria dell’intervento è stata definita. Rimangono, ovviamente , da stabilire le azioni di progetto.

AS Concrete FRP prevede per le Travi la possibilità di inserire fino a 10 stati sollecitazionali ognuno dei quali frutto di una combinazione di carico.
Nel caso specifico delle travi occorre definire obbligatoriamente anche la combinazione di carico ‘C.C.00’ (Figura) in cui dovranno dare il loro contributo solo azioni di tipo permanente.



Inserire, dunque, nella combinazione di carico ‘C.C.00’ i valori per il taglio ‘T’ e per il momento flettente ‘M’ riportati nella figura precedente e cliccare sul tasto ‘Modifica C.C.’ per salvare.

Attivare, a questo punto, la combinazione di carico ‘C.C.01’ personalizzandola coerentemente con quanto riportato in figura.



Tutte le combinazioni di carico da ‘C.C.01’ a ‘C.C.10’ sono strutturate in due sezioni. La sezione relativa a S.L.E. contiene le sollecitazioni (ovviamente relative allo stato limite di esercizio) riscontrate nel punto con z=a corrispondente all’attacco della fibra e nella sezione generica sottoposta a verifica con z=s, dove ‘z’ è la distanza misurata lungo l’asse della trave tra in nodo iniziale ed un punto disposto sull’asse stesso della trave.

In questa sezione è contenuto anche il fattore ‘Kp’ il quale indica nella combinazione SLE in esame che ruolo hanno assunto i carichi permanenti in altre parole con quale fattore di partecipazione γ abbiano partecipato alla combinazione in esame i valori delle sollecitazioni già inseriti nella ‘C.C.00’.

N.B.

Il D.M. 2008 al paragrafo 2.5.3 per le combinazioni SLE caratteristiche (o rare) e per le combinazioni quasi permanenti prevede, per le azioni di tipo permanente, il fattore di partecipazione sempre unitario.

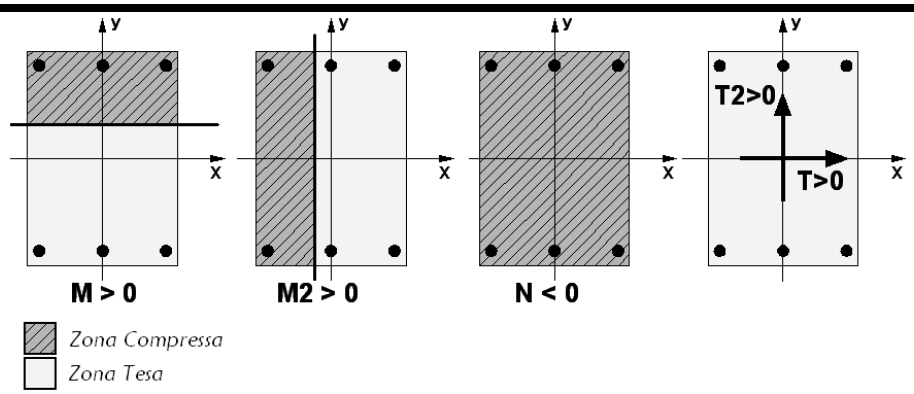
La seconda sezione riguarda, invece, la possibilità di inserire una combinazione relativa allo stato limite ultimo con sollecitazioni riscontrate nel punto z=s.

N.B.

Di fatto le due sezioni costituiscono due combinazioni di carico ben distinte ma vengono raggruppate all'interno della stessa 'C.C.' per via del fatto che per effettuare un ciclo completo di verifiche occorrono ambedue gli stati limite.
Alcune verifiche relative alle travi, infatti, vengono svolte utilizzando sollecitazioni SLE mentre altre utilizzando sollecitazioni SLU!

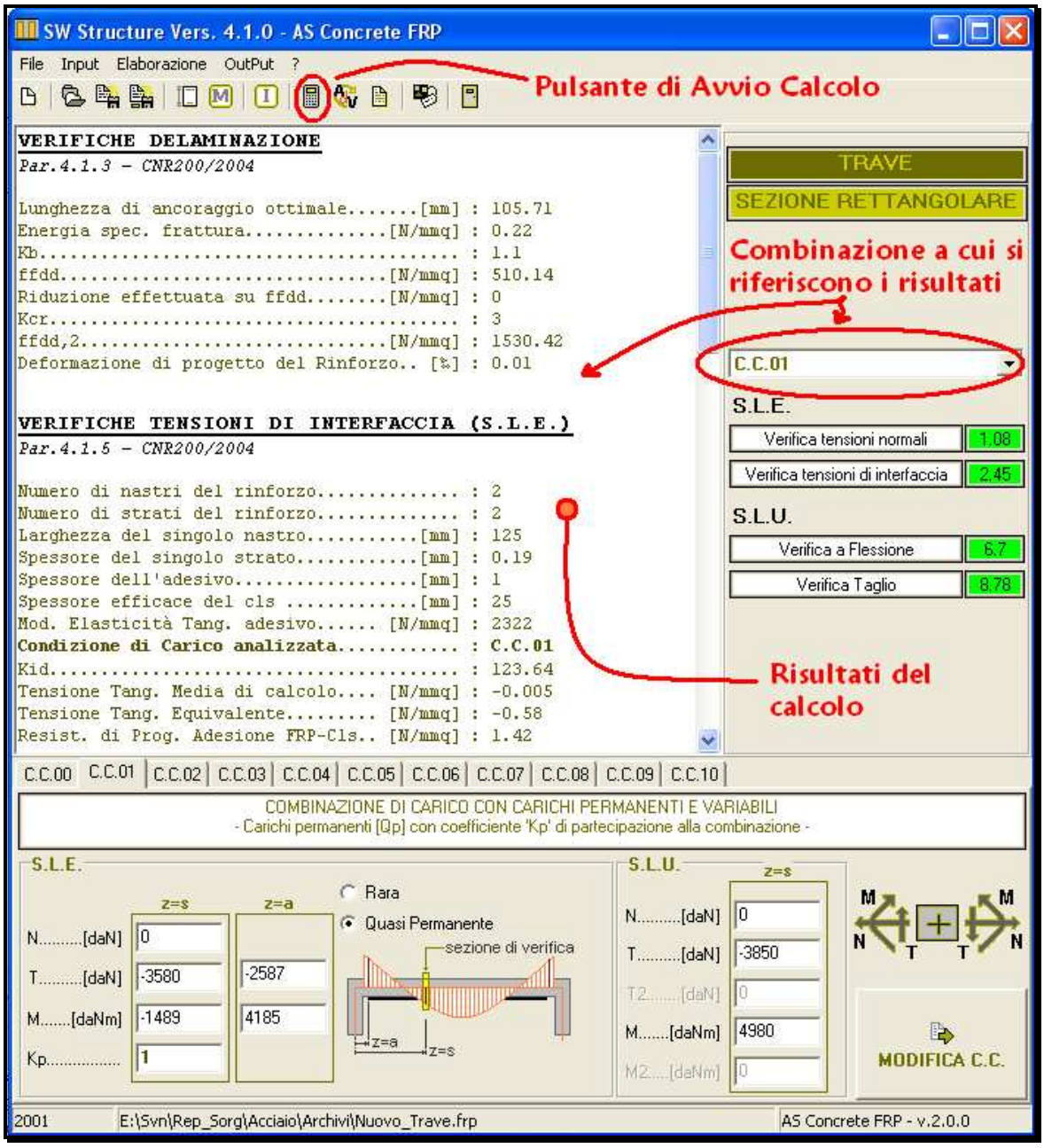
Convenzione Sollecitazioni

N (espresso in daN) *è positivo se di trazione;*
M (espresso in daN m) *è positivo se comprime le fibre superiori;*
M2 (espresso in daN m) *è positivo se comprime le fibre con x < 0;*
T e T2 (espressi in daN) *sono positivi se concordi rispettivamente con gli assi X e Y;*



Passo 7

A questo punto l'input è completo e consente l'analisi della sezione in c.a. rinforzata. Dalla barra degli strumenti cliccare sul tasto 'Avvio Calcolo'.



Nell'editor dell'ambiente principale appaiono subito i risultati della verifica riferiti alla combinazione di carico 'C.C.01'. Per visualizzare i risultati relativi alle altre combinazioni (che, però, nell'esempio corrente non sono state utilizzate) servirsi dell'apposito selettore delle combinazione posto in alto e a destra nell'ambiente principale.

In tale ambiente vengono visualizzati anche i fattori di sicurezza per le verifiche effettuate (sempre relativamente alla combinazione di carico attiva). Si ricorda che, convenzionalmente, i fattori di sicurezza sono frutto del rapporto tra il massimo

valore assumibile da una grandezza ed il suo valore riscontrato dal calcolo. Conseguentemente il valore di un fattore di sicurezza per avere esito positivo della verifica deve essere uguale o maggiore ad 1.

N.B.

Per ottenere la relazione associata al calcolo in formato RTF e riferita a tutte le combinazioni di carico cliccare sul tasto ‘Relazione di calcolo’ e scegliere tra il formato ridotto o completo !

BeCAP

MANUALE DI UTILIZZO

Premessa

Il presente manuale vuole presentare tutte le operazioni che si possono eseguire con il software BeCap. Dopo alcune informazioni introduttive, viene fornita una breve descrizione dell'interfaccia grafica, e poi vengono date le specifiche sulle fasi di utilizzo del software: input, calcolo, post-processing. Infine viene presentato, come esempio, l'input di una trave.

Obiettivo

Il software BeCap consente di eseguire il calcolo di verifica di travi in CAP con armature pretese. Le verifiche vengono effettuate con riferimento alle tre fasi :

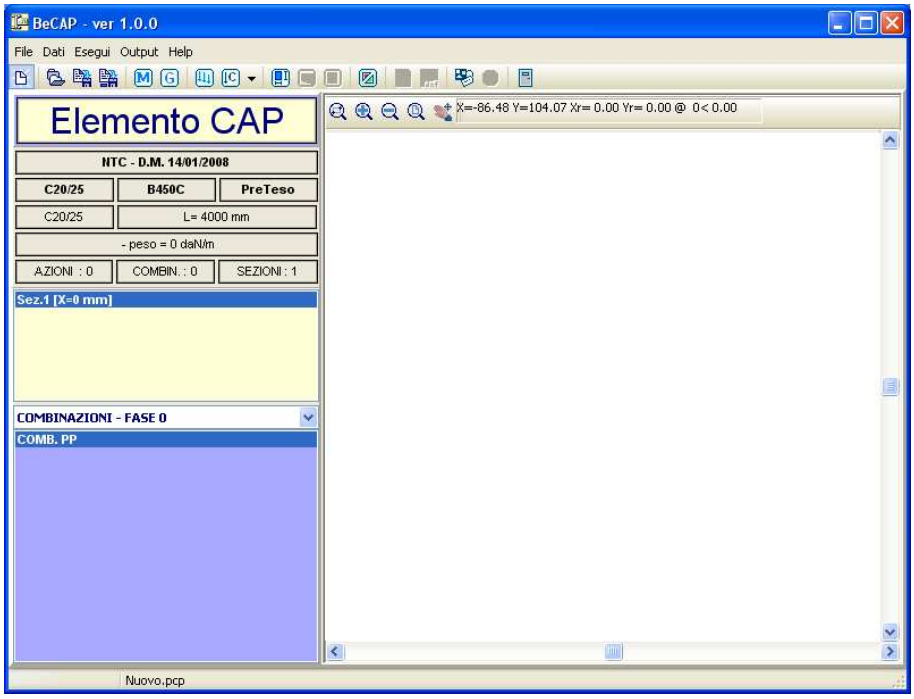
1) Fase 0 - E' la fase in cui vengono tranciate le armature pretese.
2) Fase 1 - Fase in cui viene eseguito il getto della soletta in CA.
3) Fase 2 - Fase di esercizio in cui la il calcestruzzo della soletta ha fatto presa ed essa collabora con la trave in CAP.

Caratteristiche Generali

BeCap esegue l'analisi di verifica secondo le prescrizioni del DM 14/01/2008.

Interfaccia Grafica

L'interfaccia grafica di BeCap è caratterizzata da una finestra principale e da altre finestre secondarie. La finestra principale è dotata di una barra di Menu, e di vari tool button .



Interfaccia grafica.

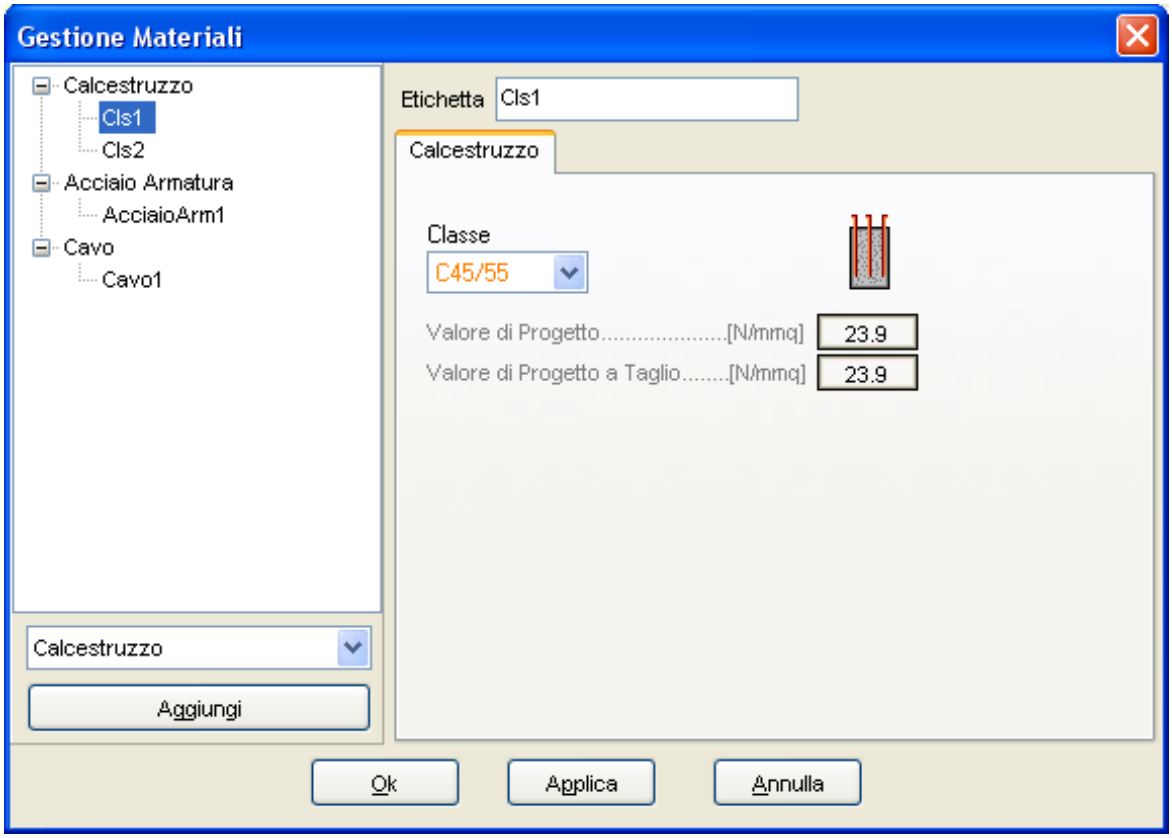
I tool button della finestra principale sono di seguito elencati.

- **Nuovo** consente di creare un nuovo progetto.
- **Apri** serve per aprire un archivio esistente.
- **Salva** serve per salvare le modifiche effettuate al progetto corrente.
- **Salva con Nome** consente di salvare il progetto corrente specificando il nome dell'archivio in cui memorizzare il progetto.
- **Materiali** consente di aprire l'editor per la definizione dei materiali.
- **Dati Generali** serve per aprire l'editor dei dati generali.
- **Azioni** serve per definire i casi di carico.
- **Combinazioni di Carico** apre l'editor delle combinazioni di carico per le fasi 1 e 2.
- **Tipologie sezioni** apre l'editor per la definizione delle tipologie delle sezioni.

- **Geometria trave** apre l'editor della geometria della trave. Esso consente di definire la geometria della trave e la disposizione delle armature delle sezioni di verifica e dei conci di verifica.
- **Definizione Azioni** apre l'editor che consente di assegnare le azioni sulle sezioni relative a ciascun caso di carico precedentemente definito.
- **Avvia Verifiche** lancia il calcolo di verifica.
- **Relazione di Calcolo** apre la finestra della relazione. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo di verifica.
- **Dxf** apre la finestra delle tavole dxf. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo di verifica.
- **Esci** chiude BeCap, previa richiesta all'utente del salvataggio di eventuali modifiche.

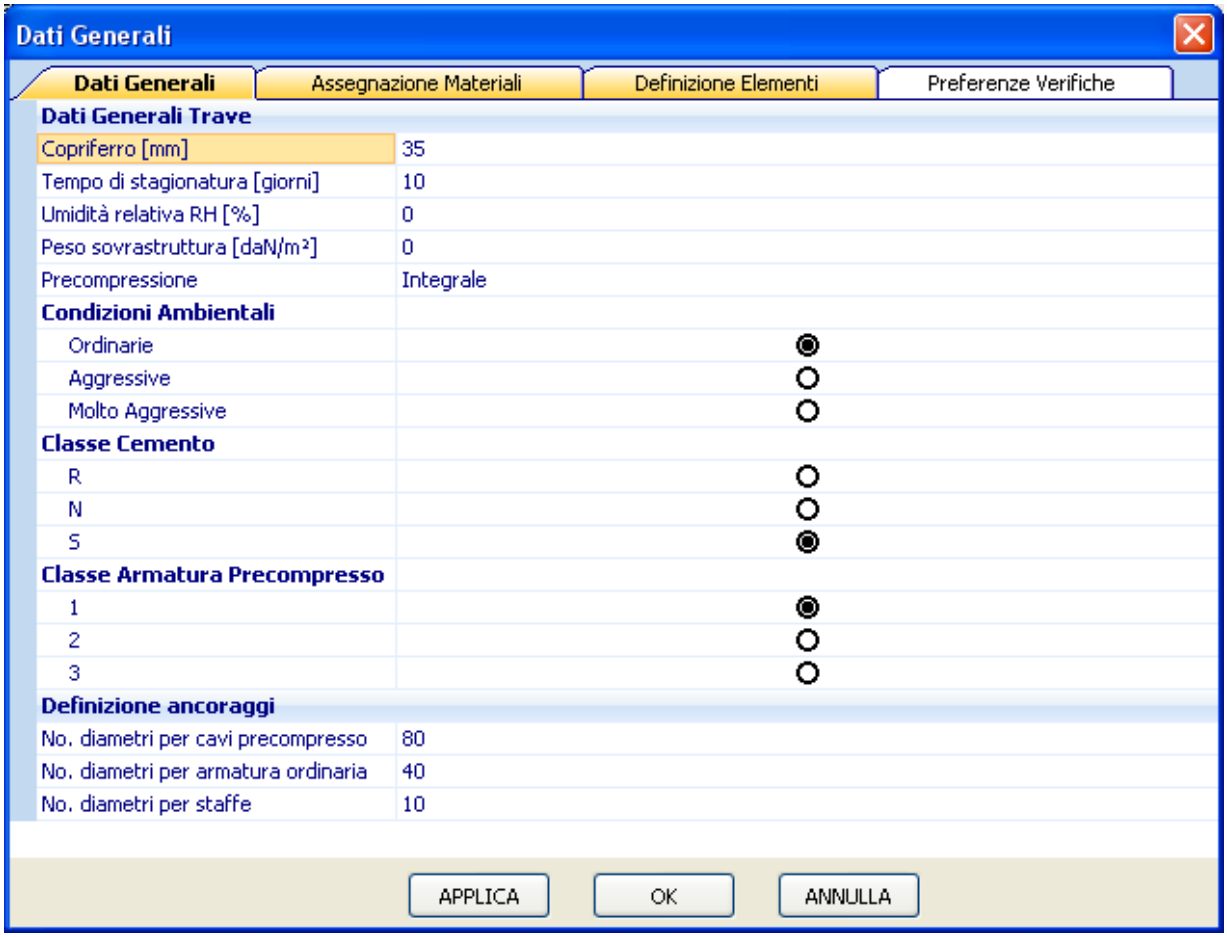
Editor Materiali.

L'editor si apre tramite il bottone materiali. L'editor Materiali consente di definire i materiali per i calcestruzzi da utilizzare per la trave in CAP e per la soletta collaborante, i materiali per l'acciaio delle armature pretese , per le armature longitudinali, per le staffe e per i connettori.



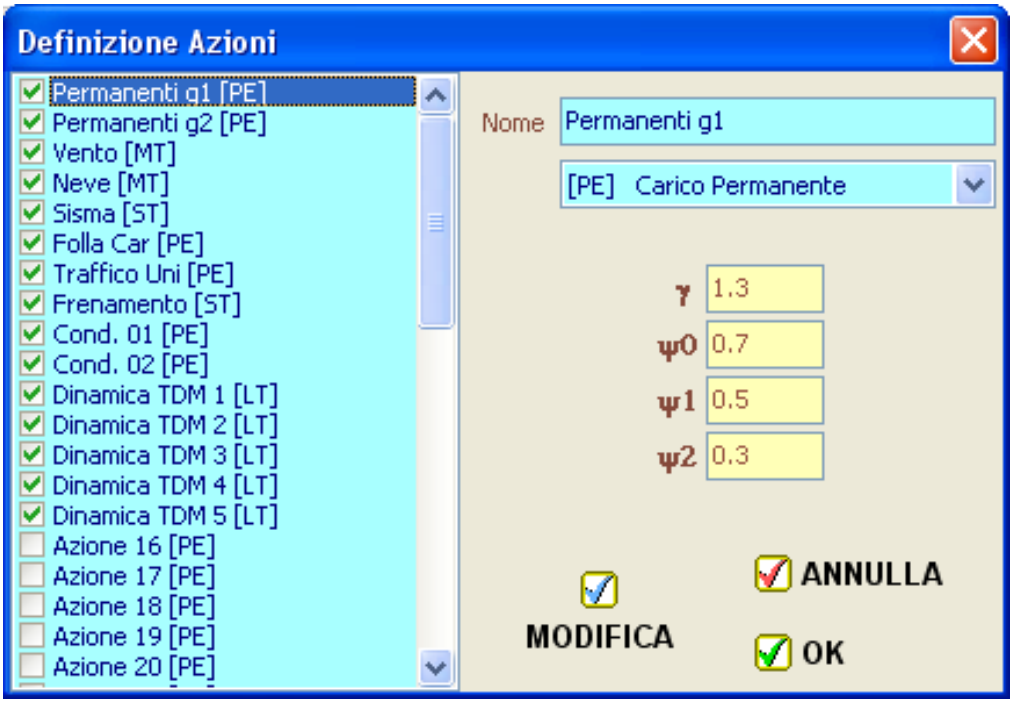
Editor dei Dati Generali.

L'editor si apre tramite l'omonimo bottone e consente di definire i dati generali del progetto; consente di assegnare i materiali ai vari elementi strutturali, di definire la soletta collaborante, di definire le tipologie di staffe e di connettori.



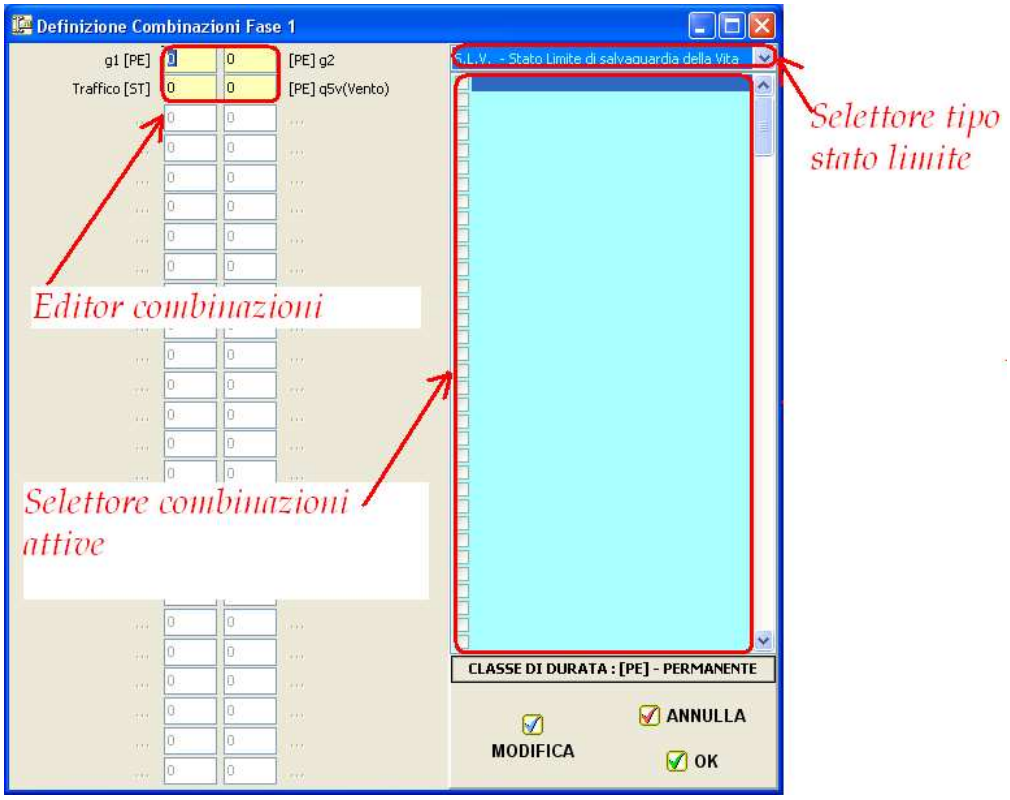
Editor Azioni

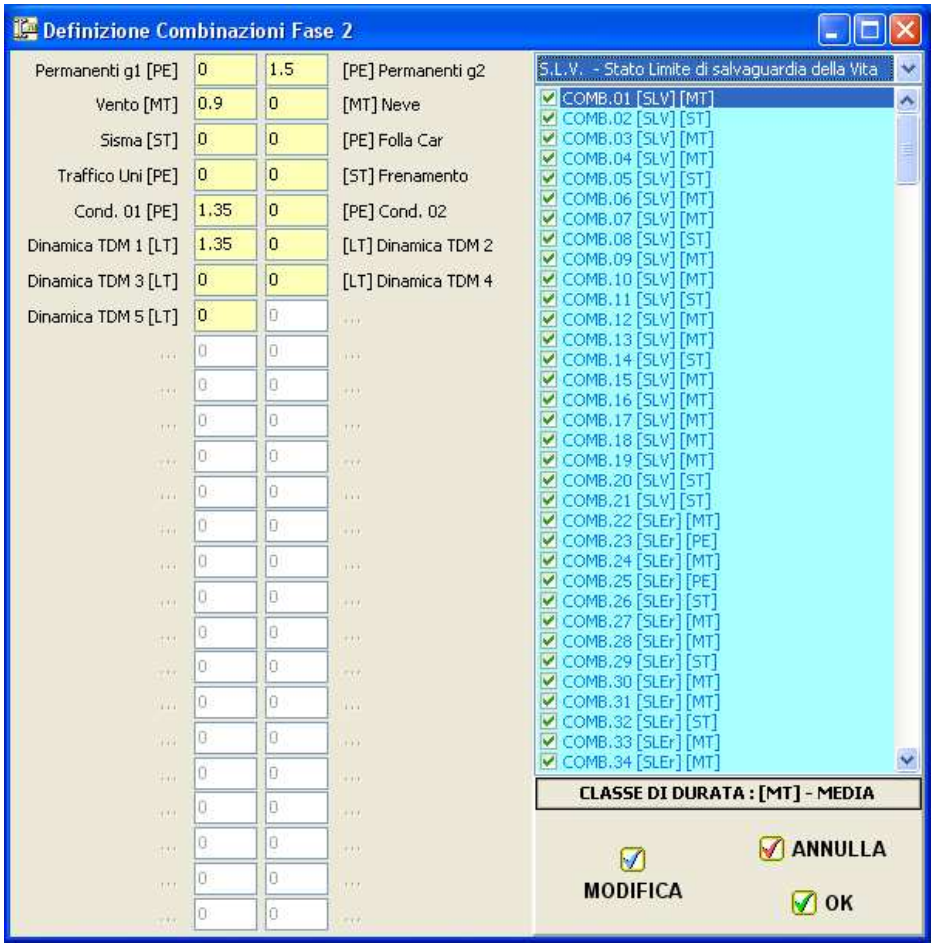
L’editor si apre tramite l’omonimo bottone e consente di definire i vari casi di carico.



Editor Combinazioni di carico

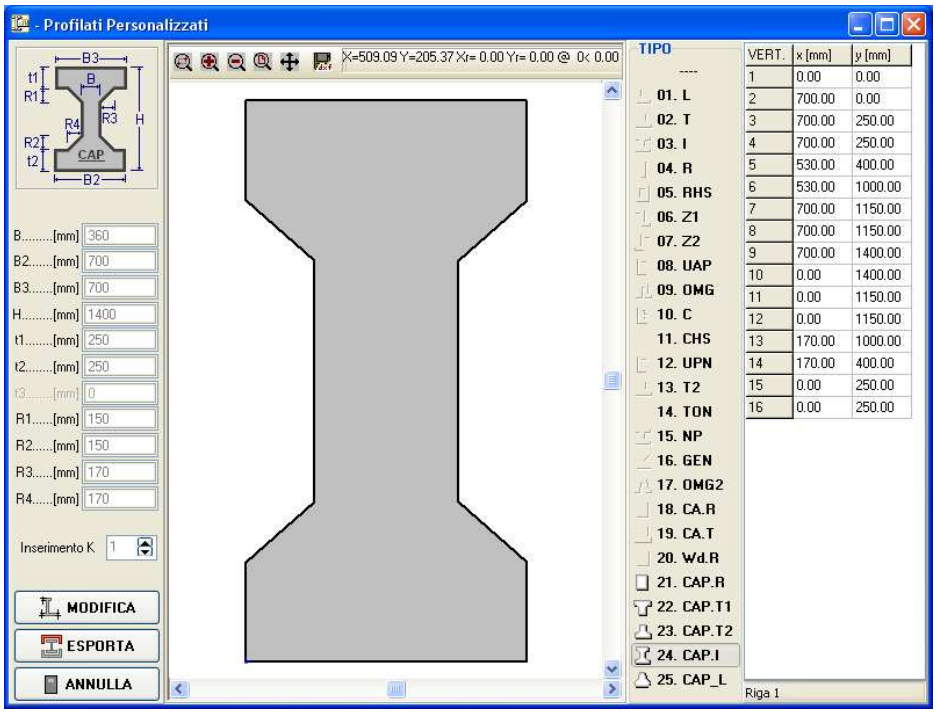
L’editor si apre tramite l’omonimo bottone e consente di definire, con riferimento alle fasi 1 e 2, le combinazioni di azioni.

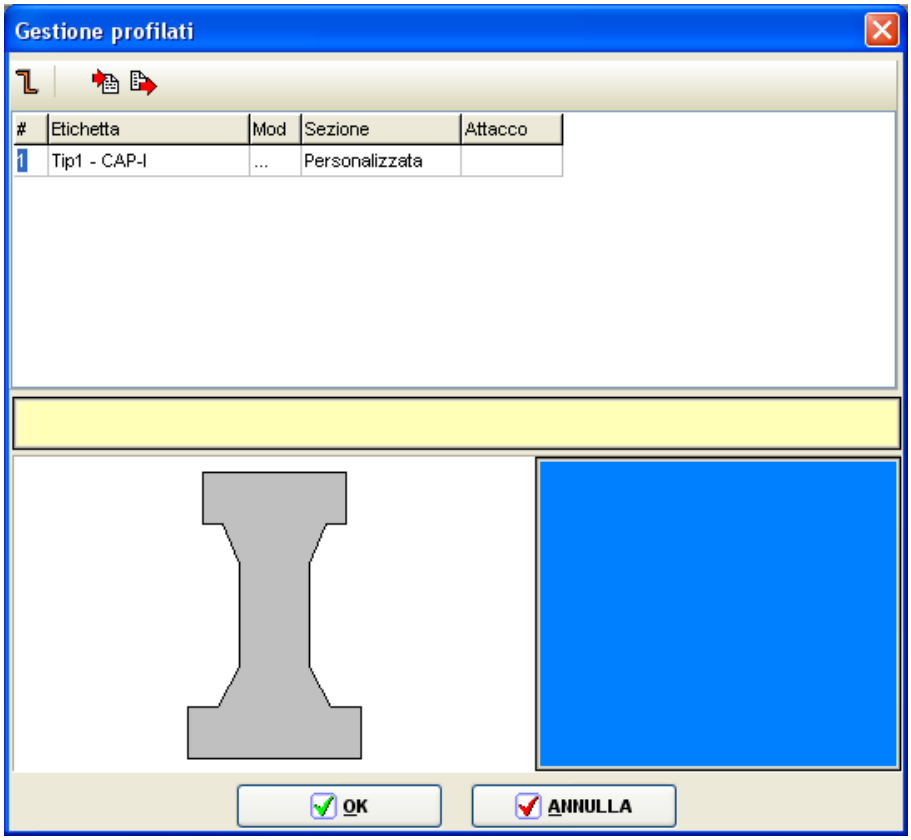

Definizione Combinazioni Fase 1
g1 [PE]
Traffico [ST]
[PE] g2
[PE] q5v(Vento)
S.L.V. - Stato Limite di salvaguardia della Vita
Selettore tipo stato limite
Editor combinazioni
Selettore combinazioni attive
CLASSE DI DURATA : [PE] - PERMANENTE
MODIFICA
ANNULLA
OK


Definizione Combinazioni Fase 2
Permanenti g1 [PE]
Vento [MT]
Sisma [ST]
Traffico Uni [PE]
Cond. 01 [PE]
Dinamica TDM 1 [LT]
Dinamica TDM 3 [LT]
Dinamica TDM 5 [LT]
[PE] Permanenti g2
[MT] Neve
[PE] Folla Car
[ST] Frenamento
[PE] Cond. 02
[LT] Dinamica TDM 2
[LT] Dinamica TDM 4
S.L.V. - Stato Limite di salvaguardia della Vita
COMB.01 [SLV] [MT]
COMB.02 [SLV] [ST]
COMB.03 [SLV] [MT]
COMB.04 [SLV] [MT]
COMB.05 [SLV] [ST]
COMB.06 [SLV] [MT]
COMB.07 [SLV] [MT]
COMB.08 [SLV] [ST]
COMB.09 [SLV] [MT]
COMB.10 [SLV] [MT]
COMB.11 [SLV] [ST]
COMB.12 [SLV] [MT]
COMB.13 [SLV] [MT]
COMB.14 [SLV] [ST]
COMB.15 [SLV] [MT]
COMB.16 [SLV] [MT]
COMB.17 [SLV] [MT]
COMB.18 [SLV] [MT]
COMB.19 [SLV] [MT]
COMB.20 [SLV] [ST]
COMB.21 [SLV] [ST]
COMB.22 [SLEr] [MT]
COMB.23 [SLEr] [PE]
COMB.24 [SLEr] [MT]
COMB.25 [SLEr] [PE]
COMB.26 [SLEr] [ST]
COMB.27 [SLEr] [MT]
COMB.28 [SLEr] [MT]
COMB.29 [SLEr] [ST]
COMB.30 [SLEr] [MT]
COMB.31 [SLEr] [MT]
COMB.32 [SLEr] [ST]
COMB.33 [SLEr] [MT]
COMB.34 [SLEr] [MT]
CLASSE DI DURATA : [MT] - MEDIA
MODIFICA
ANNULLA
OK

Editor Tipologie sezioni

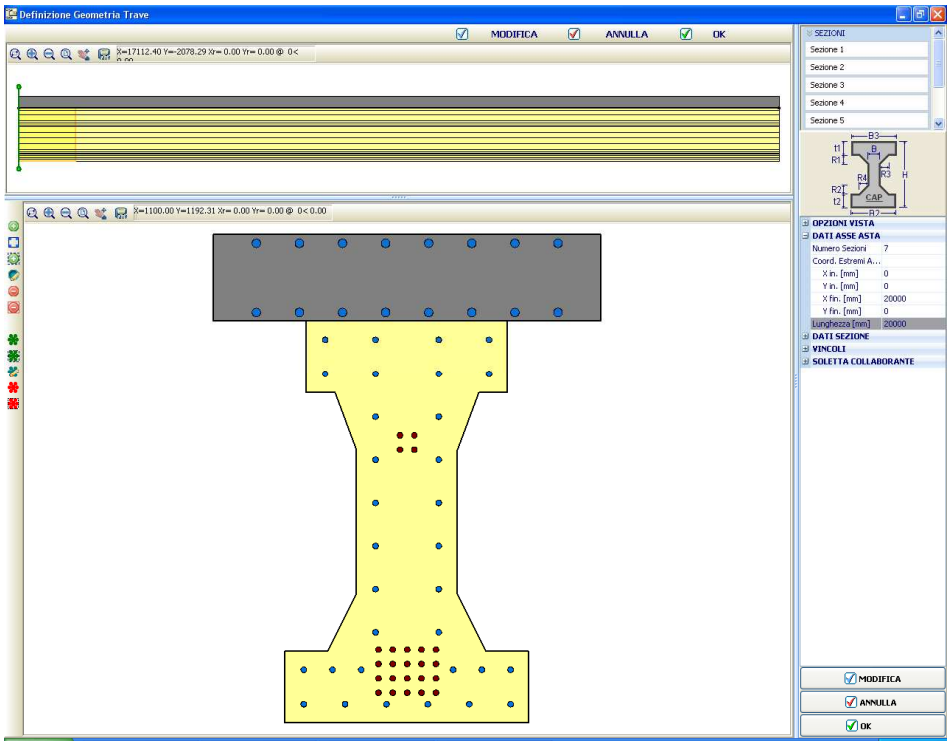
Consente di definire le tipologie di sezioni.





Editor Geometria trave

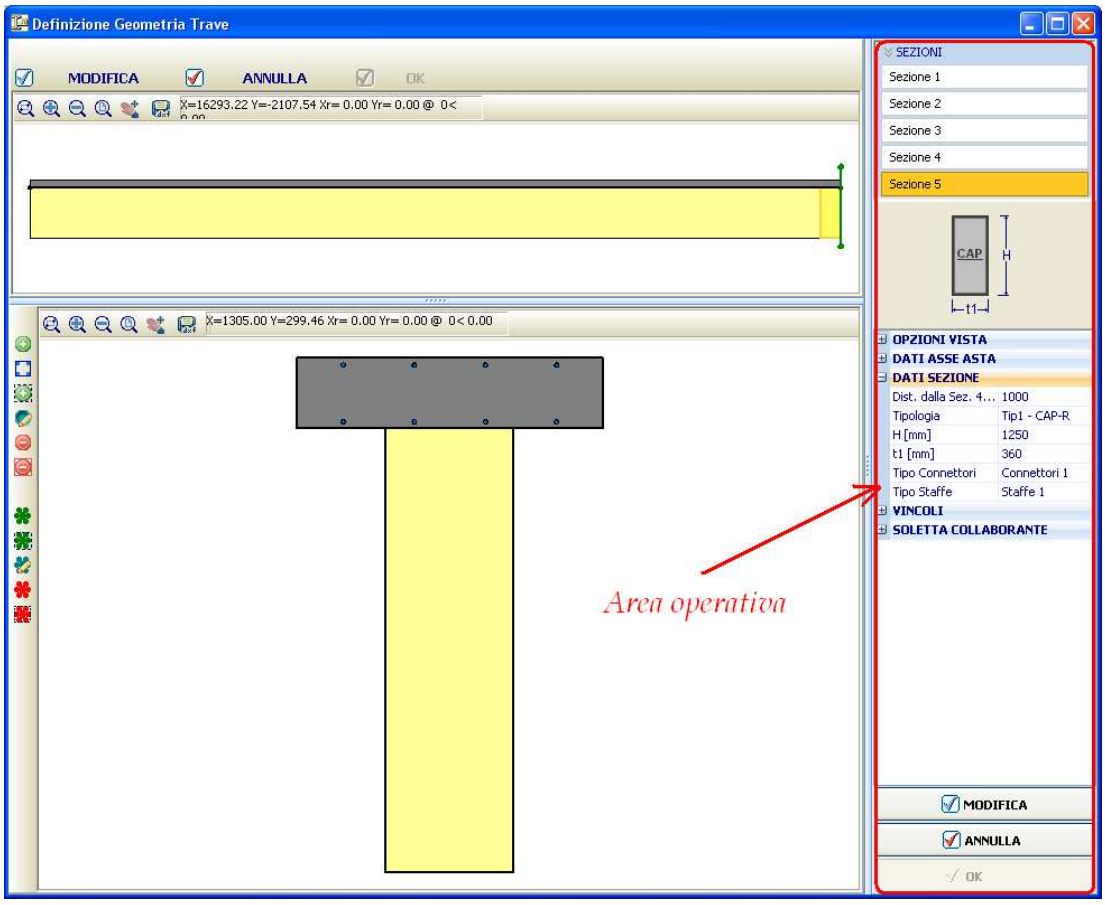
L'editor Geometria trave è l'ambiente in cui viene definita la geometria della trave e delle sezioni-conci di verifica. Esso consente di stabilire la posizione di ciascuna sezione di verifica e di definirne il tipo. Consente di definire l'armatura ordinaria e l'armatura presollecitata. Consente di assegnare ad ogni concio una tipologia di staffa ed una tipologia di connettori fra quelli preventivamente definiti negli appositi ambienti d'input.



I tool button dell'editor Geometria trave sono di seguito elencati.

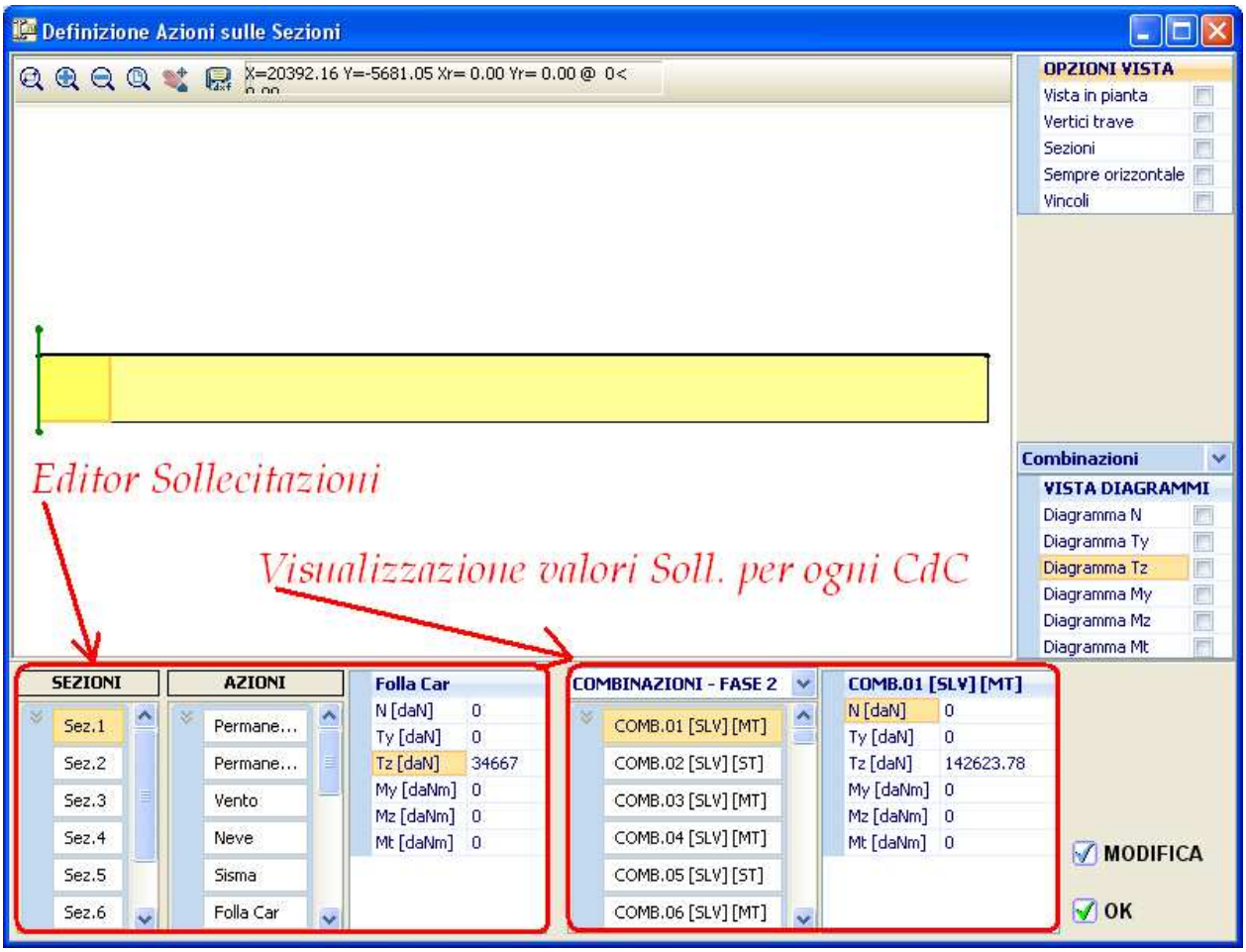
- **Introduci Tondino** consente di introdurre una barra di armatura ordinaria all'interno della sezione trasversale.
- **Introduci Reggistaffe** consente di effettuare l'introduzione delle staffe.
- **Introduci Multiplo Tondini** consente di effettuare una introduzione multipla di barre di armatura ordinaria aventi le stesse caratteristiche.

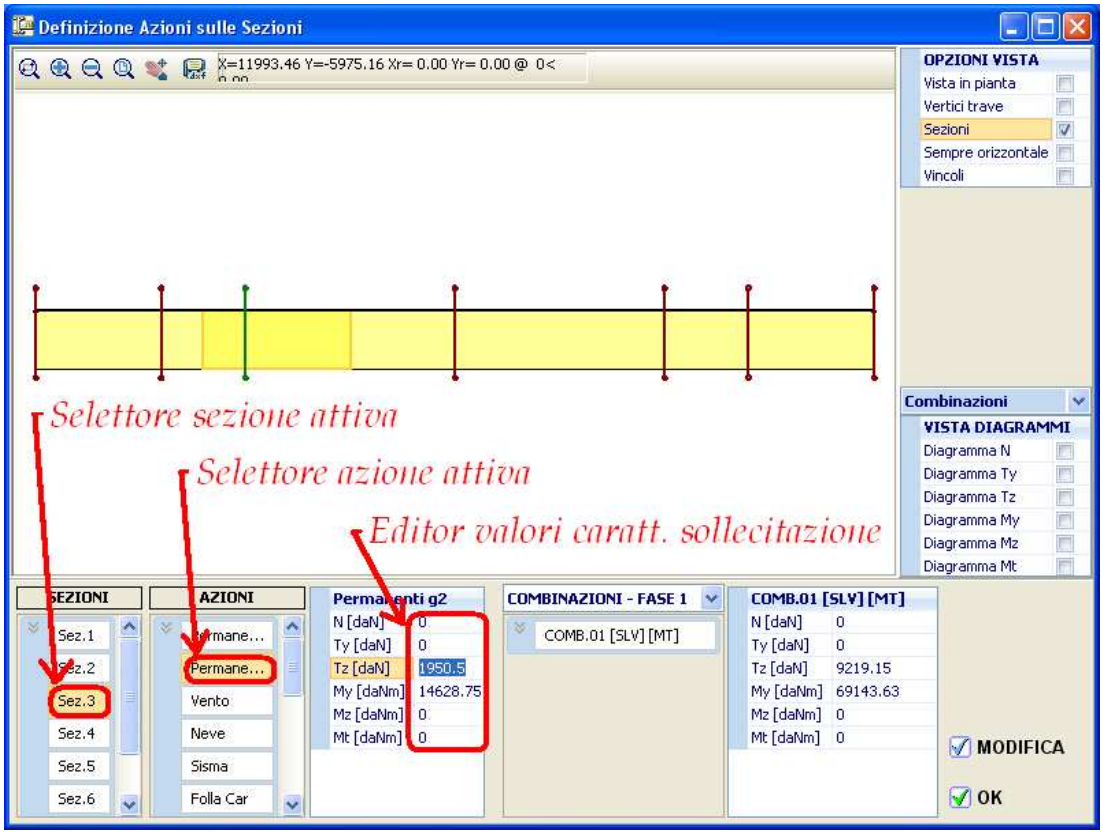
- **Modifica Tondino** consente di modificare i dati relativi al tondino selezionato.
- **Cancella Tondino** consente di eliminare un tondino.
- **Cancella Multiplo Tondini** consente di eliminare i tondini presenti all'interno dell'area di selezione.
- **Introduci Trefolo** consente di introdurre un trefolo all'interno della sezione trasversale e di definirne le caratteristiche.
- **Introduci Multiplo Trefoli** consente di effettuare una introduzione multipla di trefoli aventi tutti le stesse caratteristiche.
- **Modifica Trefolo** consente di modificare i dati relativi al trefolo selezionato.
- **Cancella Trefolo** consente di cancellare un trefolo.
- **Cancella Multiplo Trefoli** consente di eliminare i trefoli presenti nell'area di selezione.



Editor Definizione Azioni

E' l'ambiente in cui, sezione per sezione, vengono definite le caratteristiche di sollecitazione relative ai singoli casi di carico. All'interno di questo ambiente è possibile, inoltre, avere un controllo visivo dei diagrammi e dei valori delle caratteristiche di sollecitazione relative alle varie combinazioni di carico definite per le fasi 1 e 2.



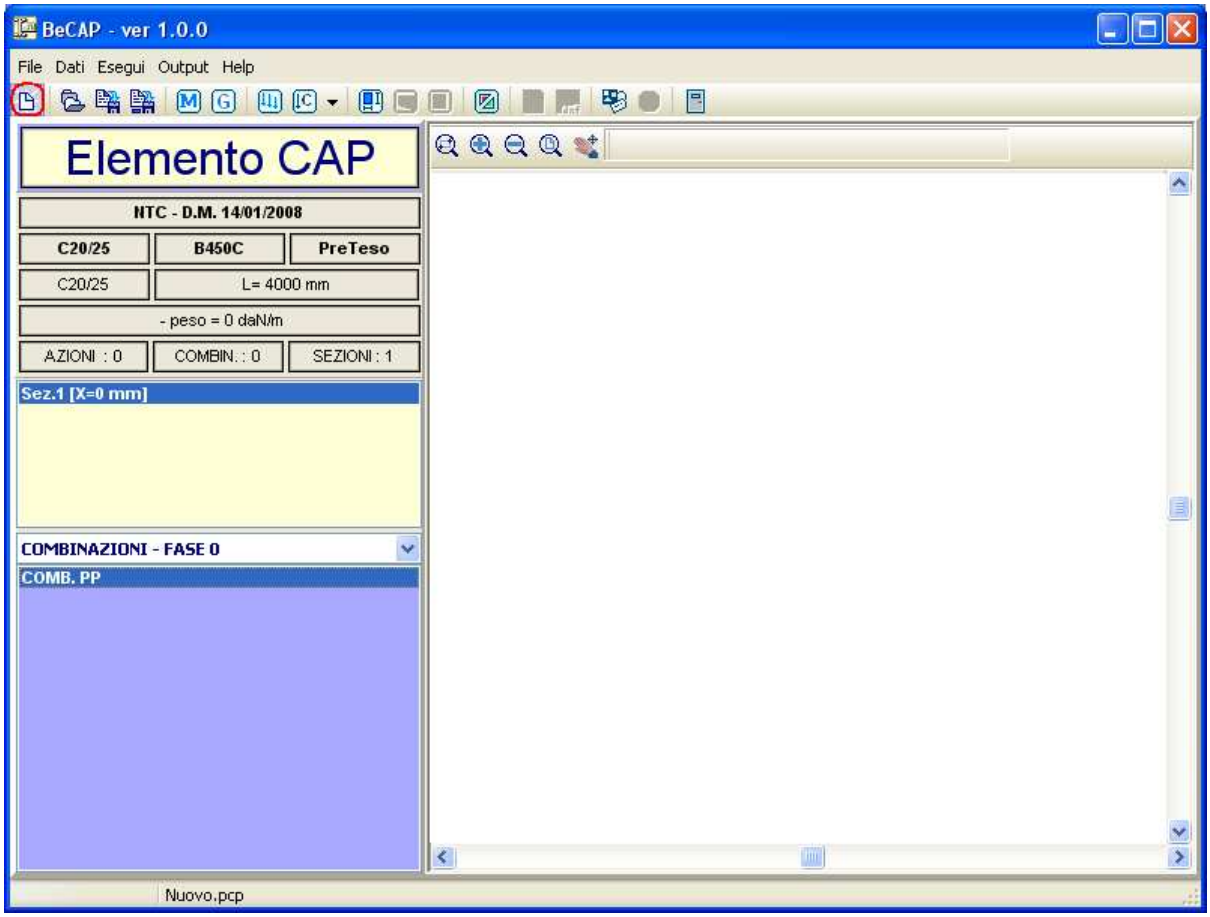


Esempio - Input di una trave

Input di una trave della lunghezza di 18 m .

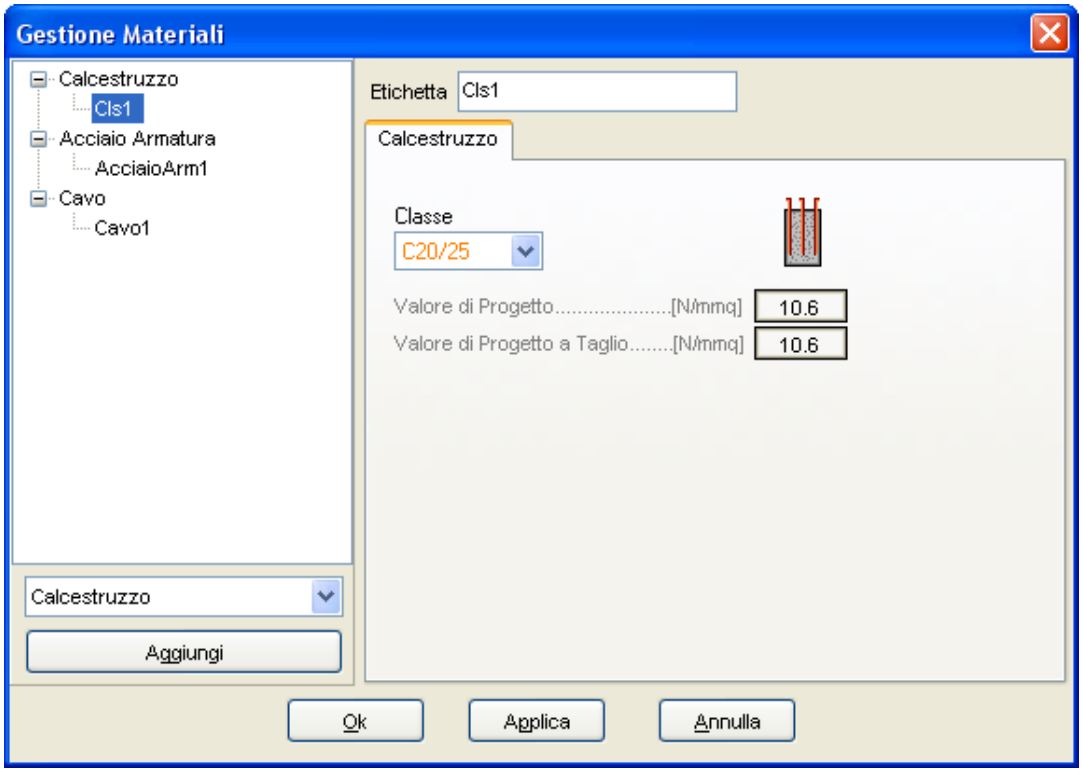
- **Passo 1 – Definizione di un nuovo archivio.**

Si clicchi sul bottone Nuovo progetto per creare un nuovo archivio e lo si salvi con nome.

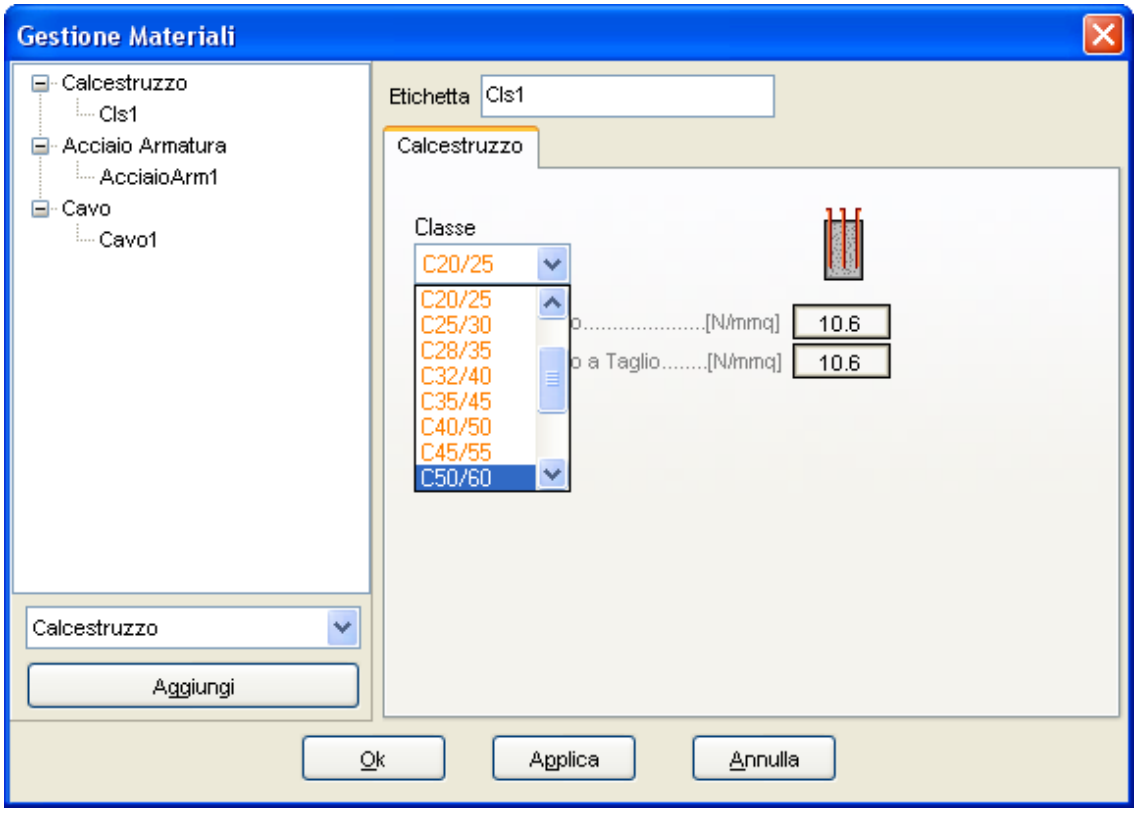


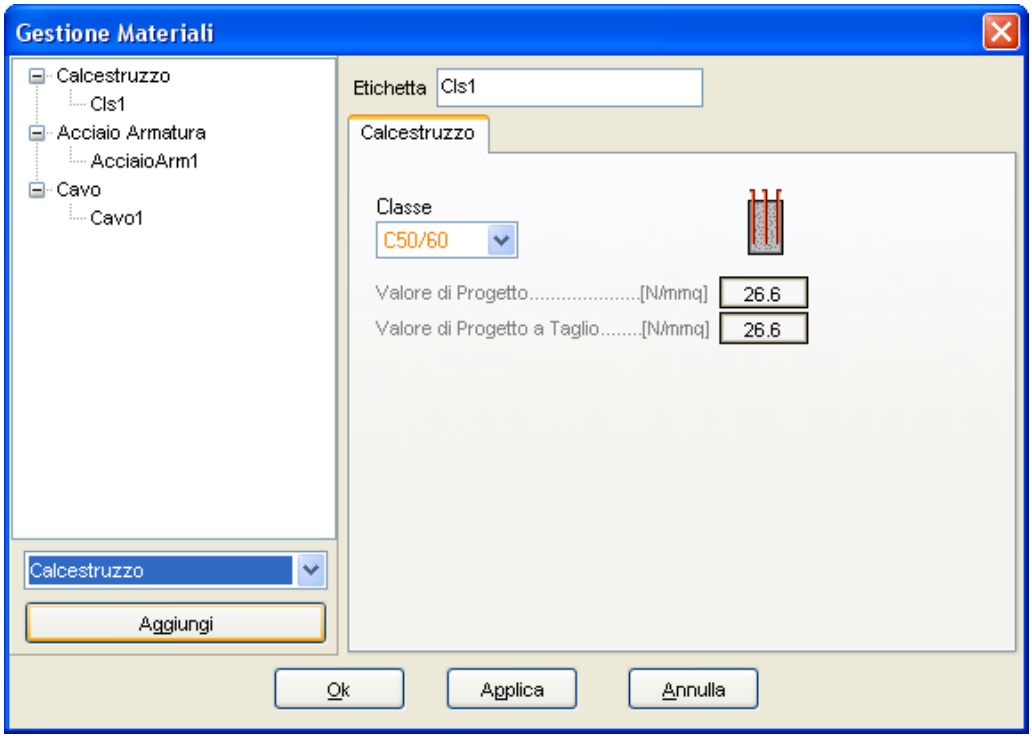
- **Passo 2 - Definizione materiali.**

Si clicchi sul bottone Materiali dell'interfaccia per visualizzare l'editor Materiali.

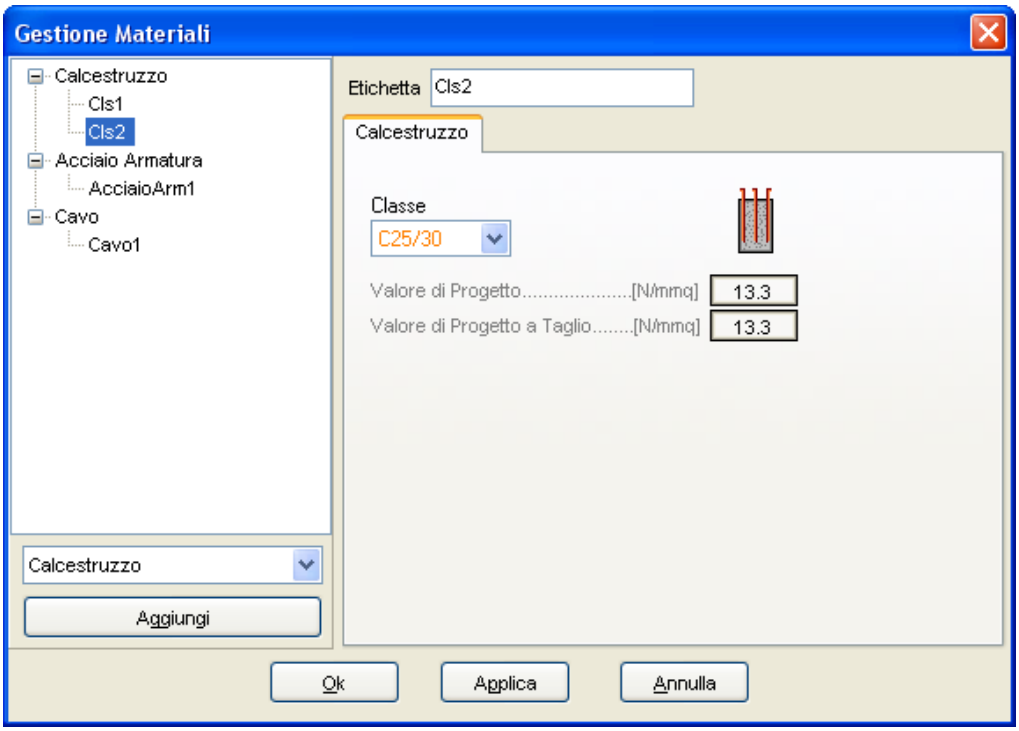


Si selezioni la classe del calcestruzzo e si clicchi sul bottone applica per confermare la modifica..

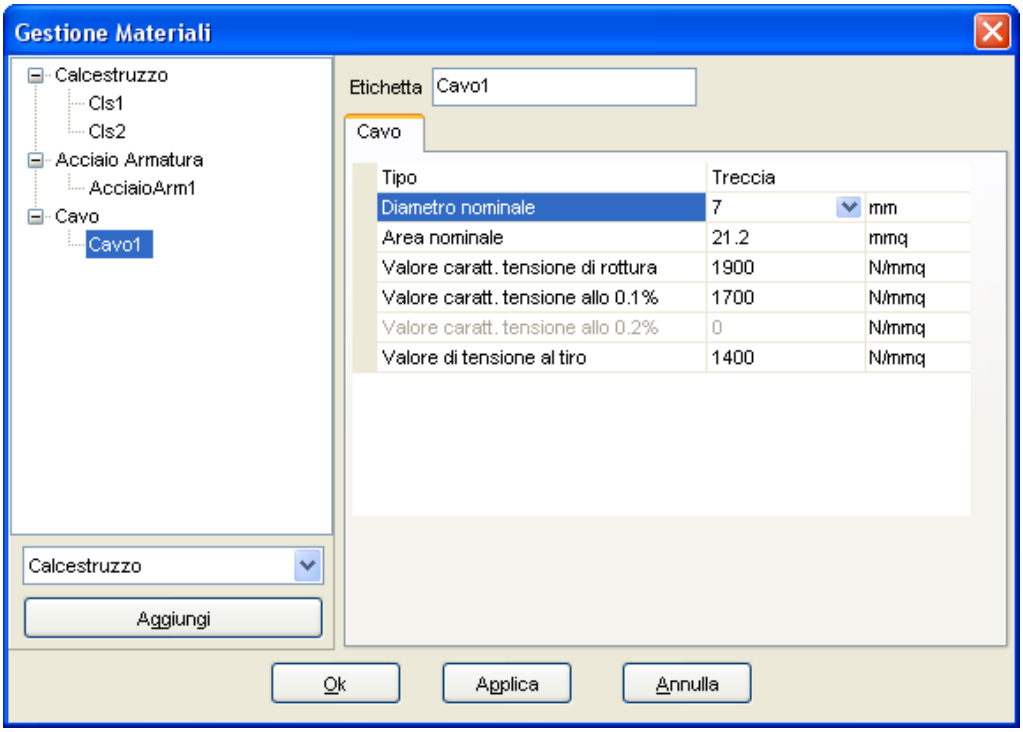




Si imposti il selettore su ‘’calcestruzzo’’, si clicchi sul bottone Aggiungi al fine di aggiungere un’altra tipologia di calcestruzzo e se ne definisca la classe.



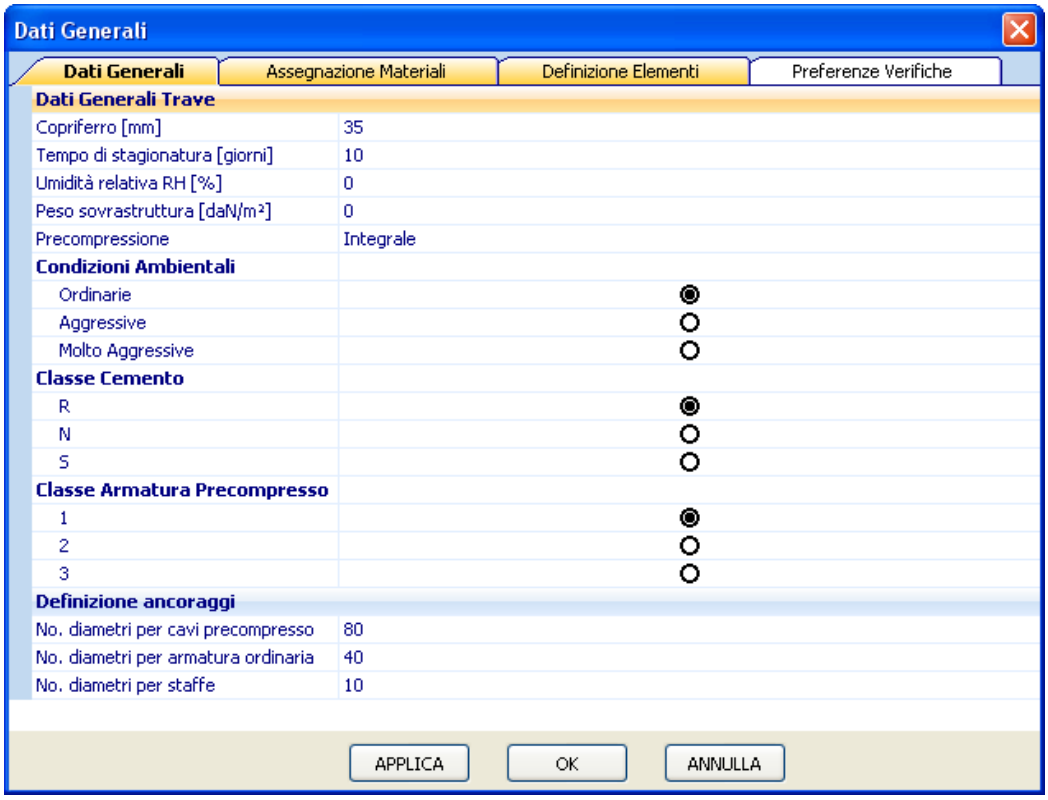
Si definiscano i dati dei cavi da utilizzare per l’armatura pretesa e si clicchi sul bottone applica per confermare.



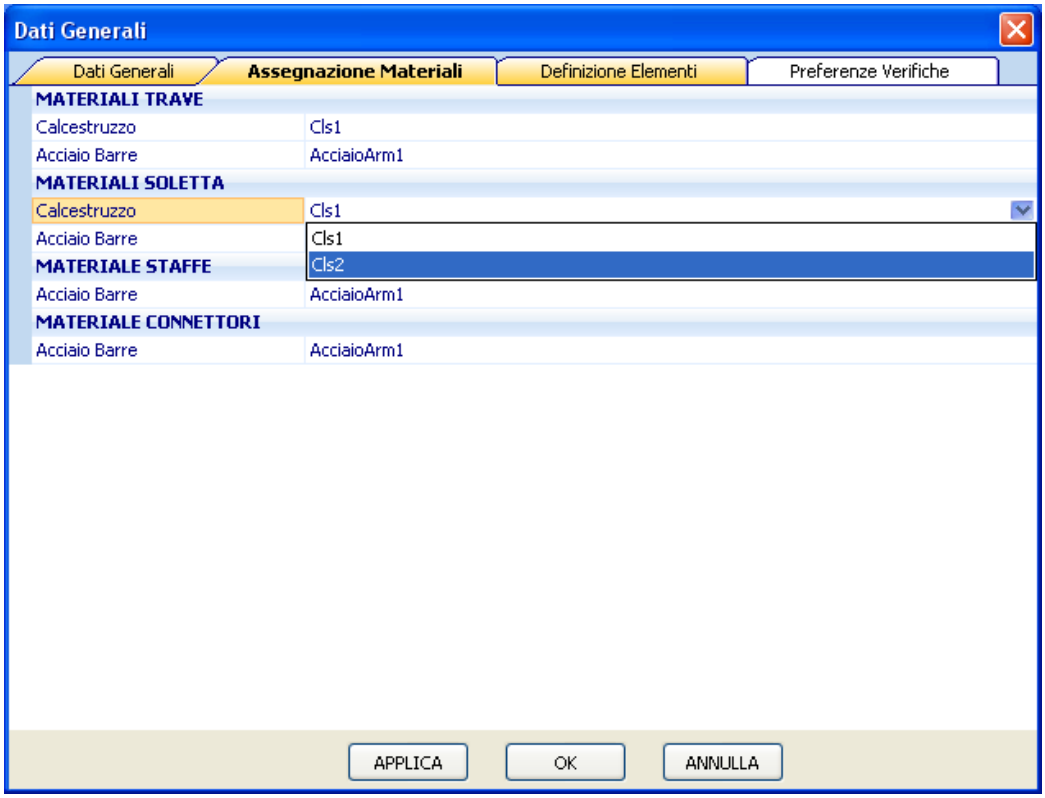
Si clicchi sul bottone ok per confermare e per tornare alla interfaccia grafica.

- **Passo 3 – Definizione dati generali.**

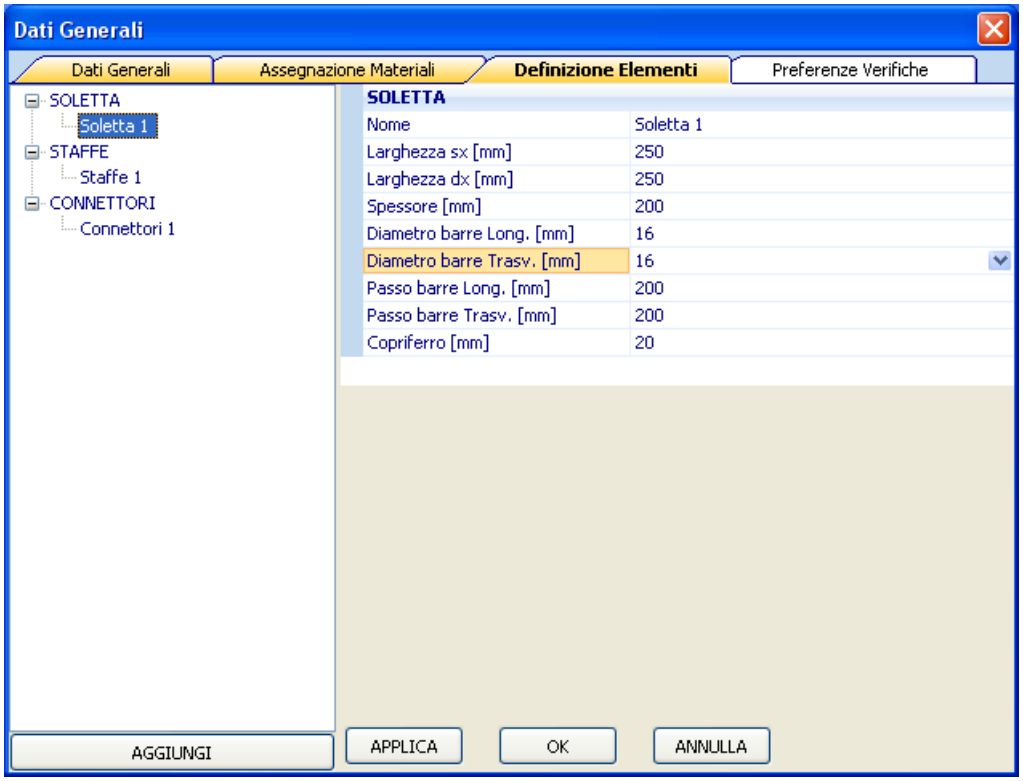
Si clicchi sul pulsante Dati Generali dell'interfaccia grafica per visualizzare l'editor dei dati generali. Si definiscano i parametri di input presenti nella maschera.

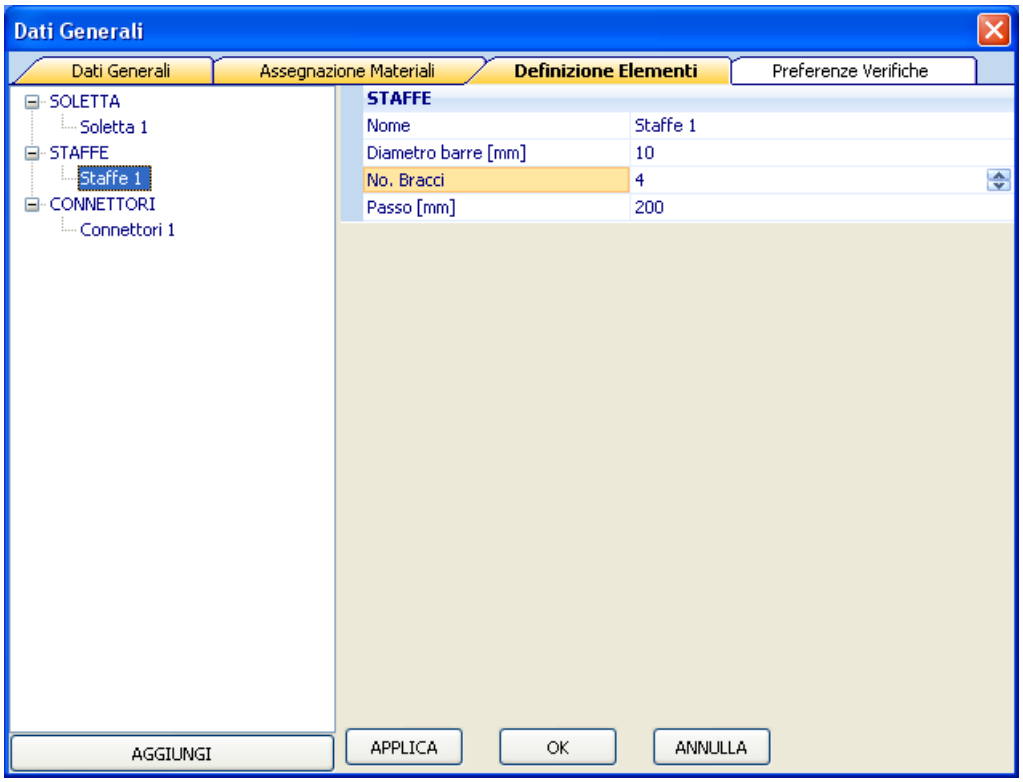


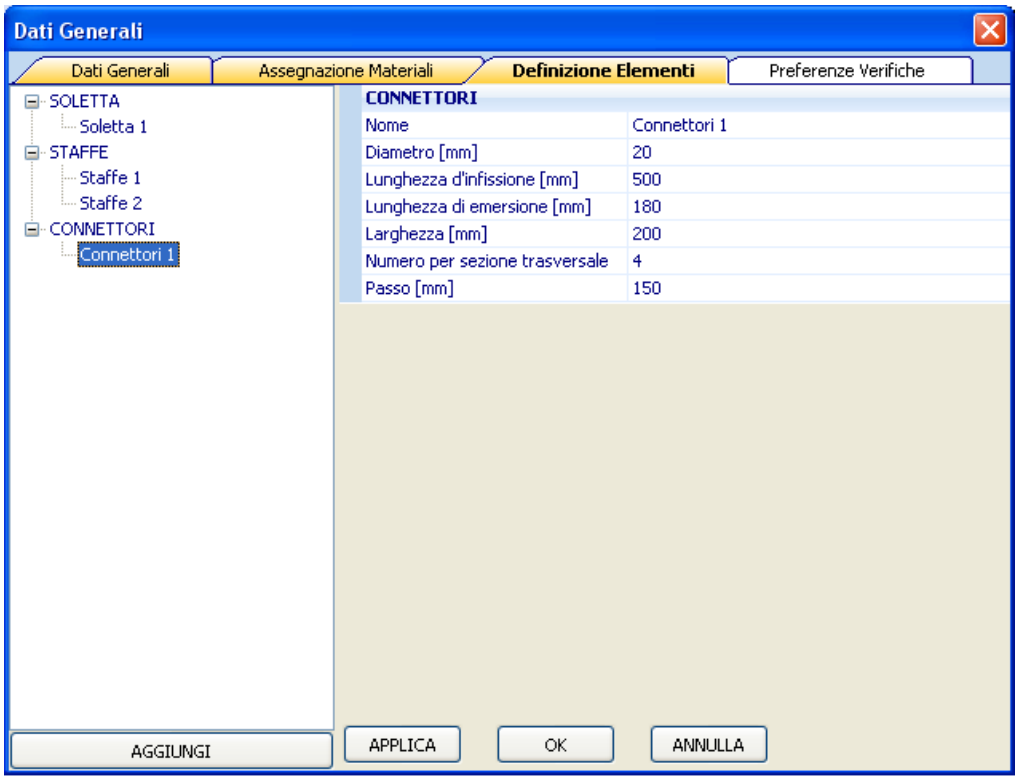
Si clicchi sulla linguetta Assegnazione Materiale e per ogni elemento strutturale si assegnino i materiali.



Si clicchi sulla linguetta Definizione elementi e nell'ordine: si definiscano le armature e i dati geometrici della soletta e si definiscano le varie tipologie di staffe e di connettori che si vogliono adottare all'interno dei vari conci.



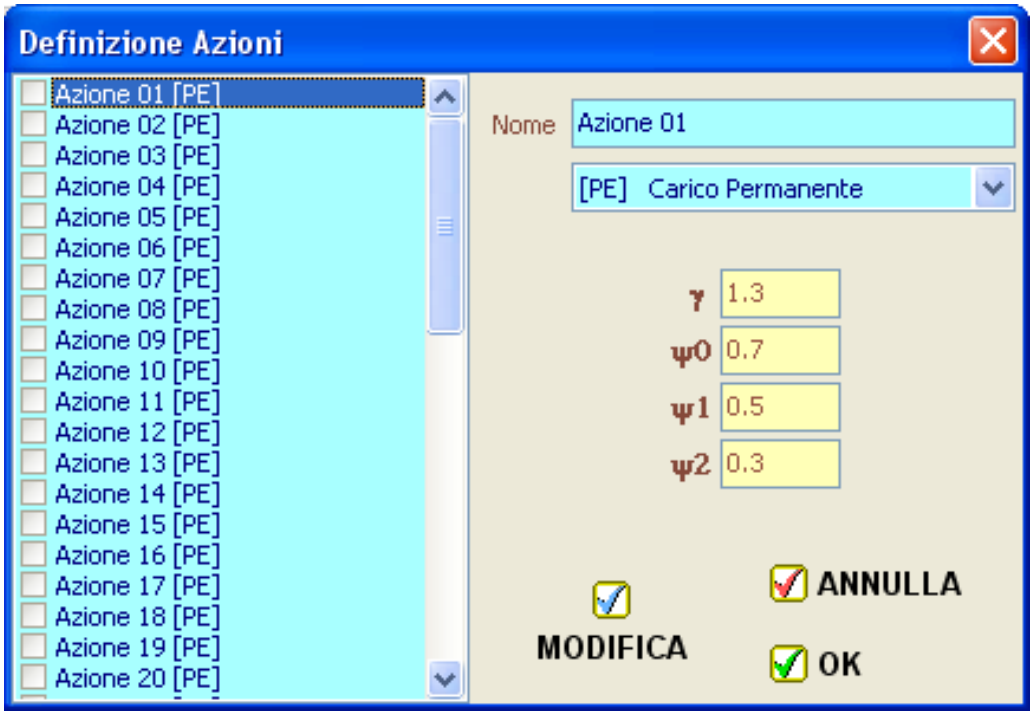




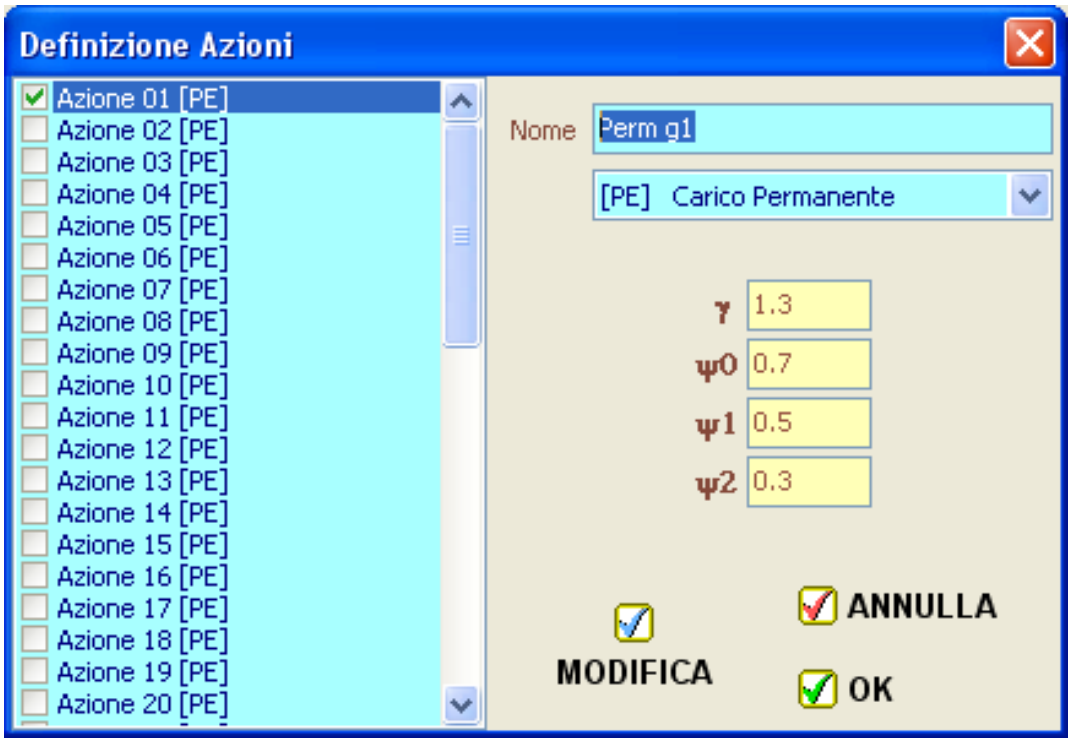
Si clicchi infine sulla linguetta preferenze verifiche e se ne impostino i corrispondenti parametri.
Si clicchi sul bottone applica per confermare le modifiche.
Si clicchi infine sul pulsante ok, per tornare all'interfaccia grafica.

- **Passo 4 – Definizione delle singole Azioni .**

Si clicchi sul bottone Azioni dell'interfaccia grafica. Viene visualizzato l'editor delle azioni.



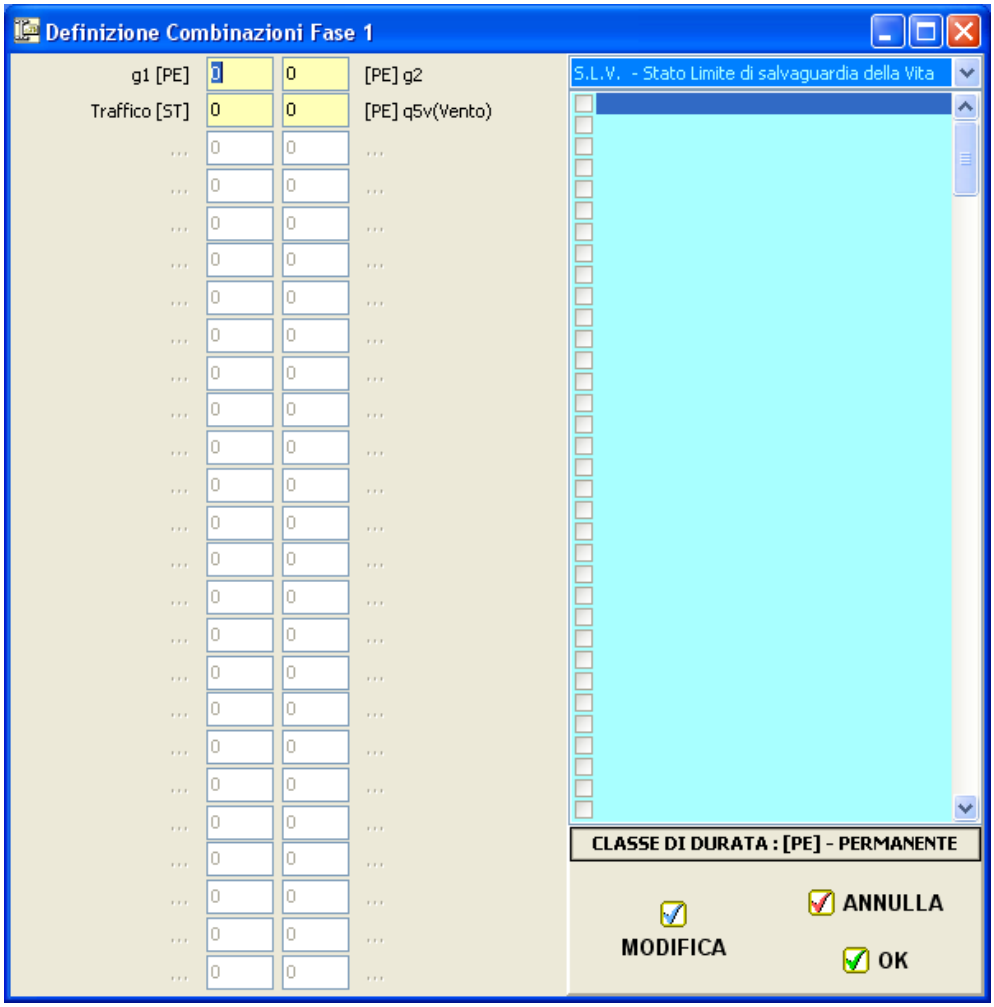
Per definire un'azione si clicchi sulla prima casella del selettore Definizione Azioni e poi sul bottone modifica. Si modifichi il nome in Perm.g1 e si clicchi sul bottone modifica per confermare.



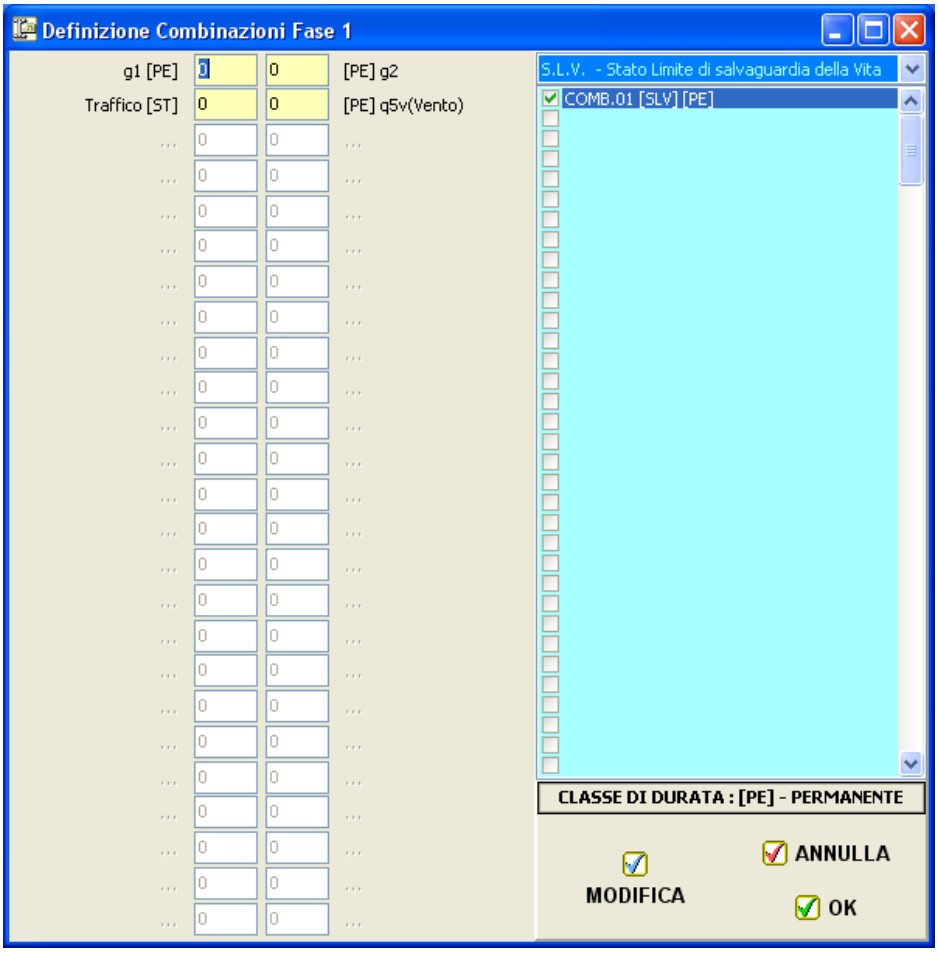
Si ripeta la procedura per definire le altre azioni.
Si clicchi infine sul bottone OK per ritornare all'interfaccia grafica .

- **Passo 5 - Definizione delle combinazioni di Carico per la Fase 1.**

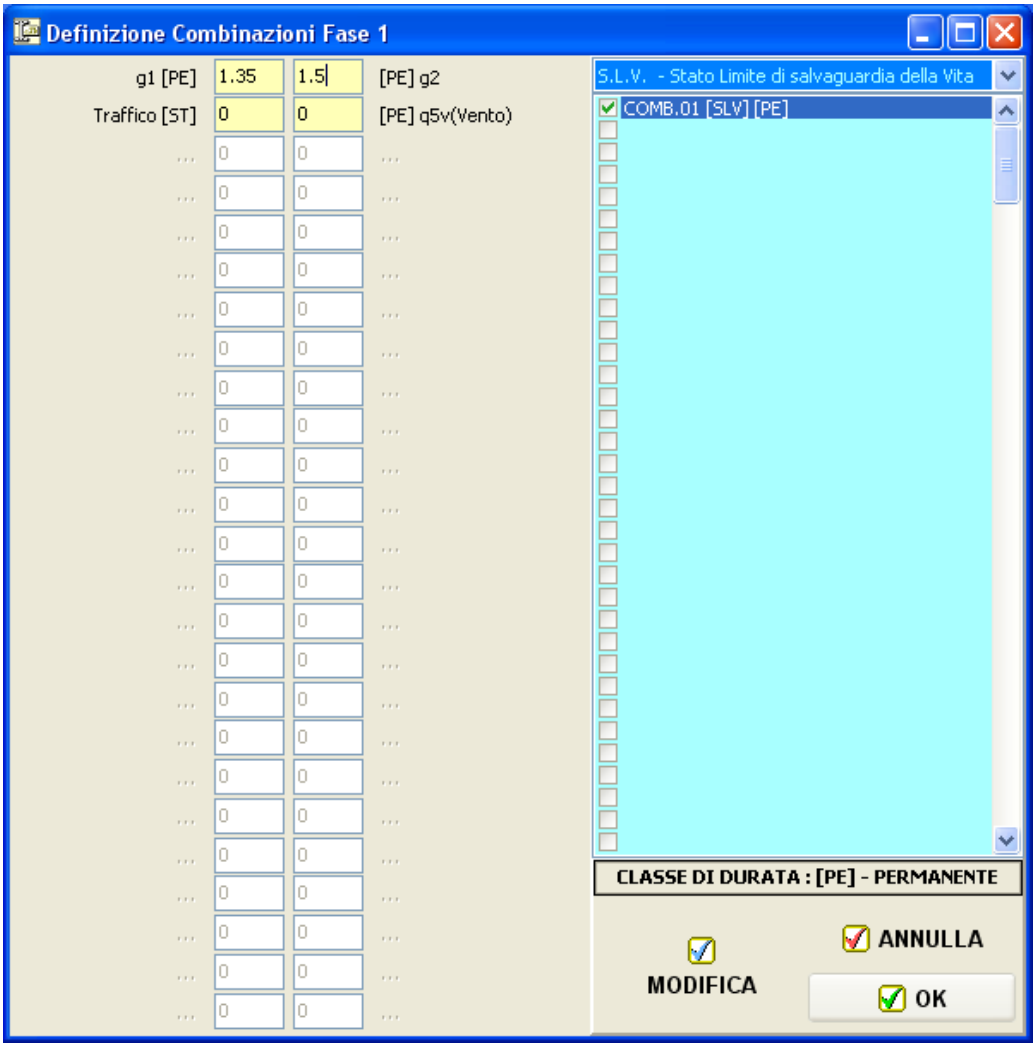
Si clicchi sul bottone Combinazioni di Carico dell'interfaccia grafica e poi su Combinazioni di carico – Fase 1dell'interfaccia grafica. Viene visualizzato il seguente l'editor.



Si clicchi sulla prima casella del selettore Combinazioni attive e poi si cliccli su modifica. Si imposti il selettore Tipo Stato limite su ‘’S.L.V. – Stato limite di salvaguardia della Vita’’ .



Si definiscano i valori dei coefficienti nell'editor delle combinazioni e si clicchi sul bottone modifica.



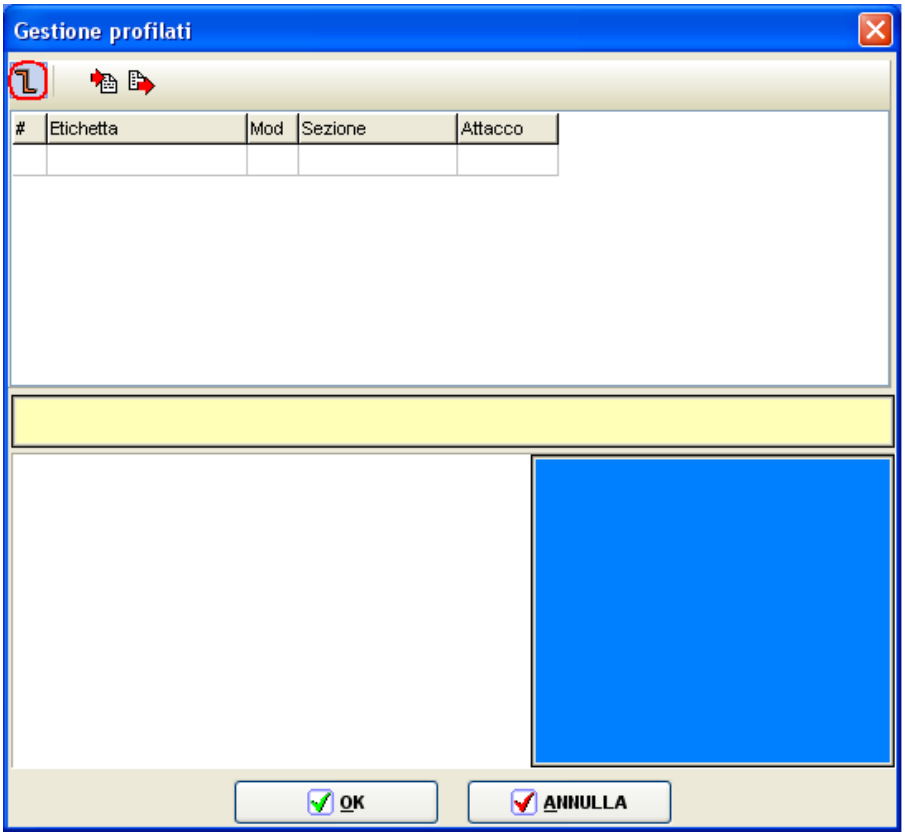
Si ripeta la procedura per definire le altre combinazioni di carico.
Si clicchi sul bottone ok per confermare le nuove impostazioni e ritornare all'interfaccia grafica.

- **Passo 6 - Definizione delle combinazioni di carico per la fase 2.**

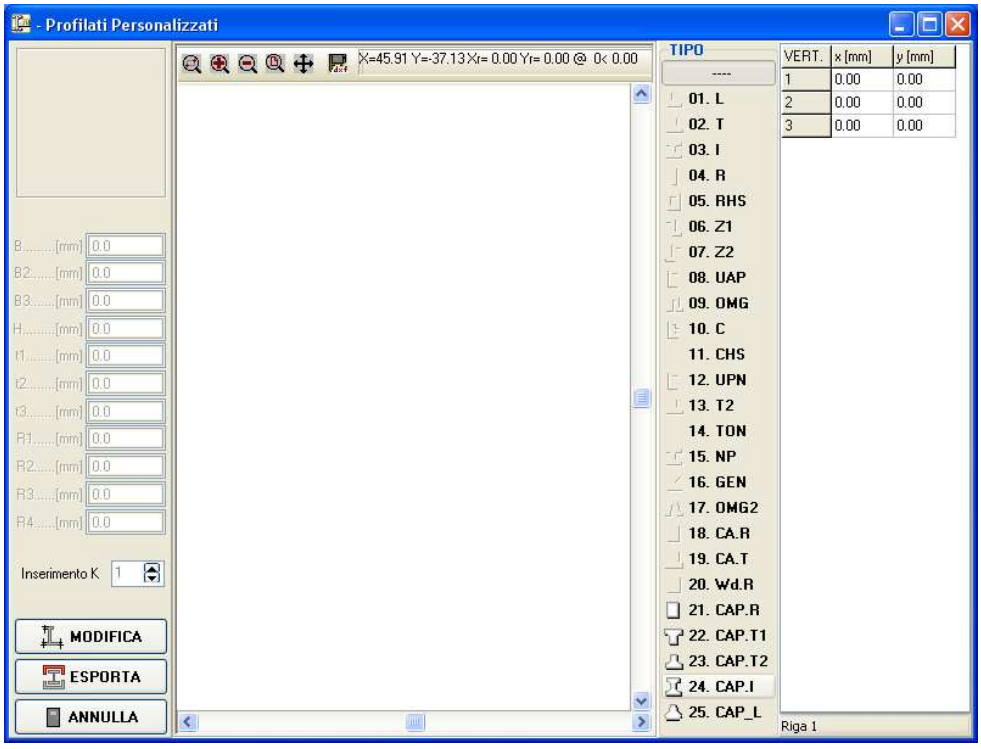
Si clicchi sul bottone Combinazioni e si selezioni Combinazioni Fase 2.
Si proceda come illustrato al passo 5.

- **Passo 7 - Definizione della geometria delle sezioni trasversali della trave.**

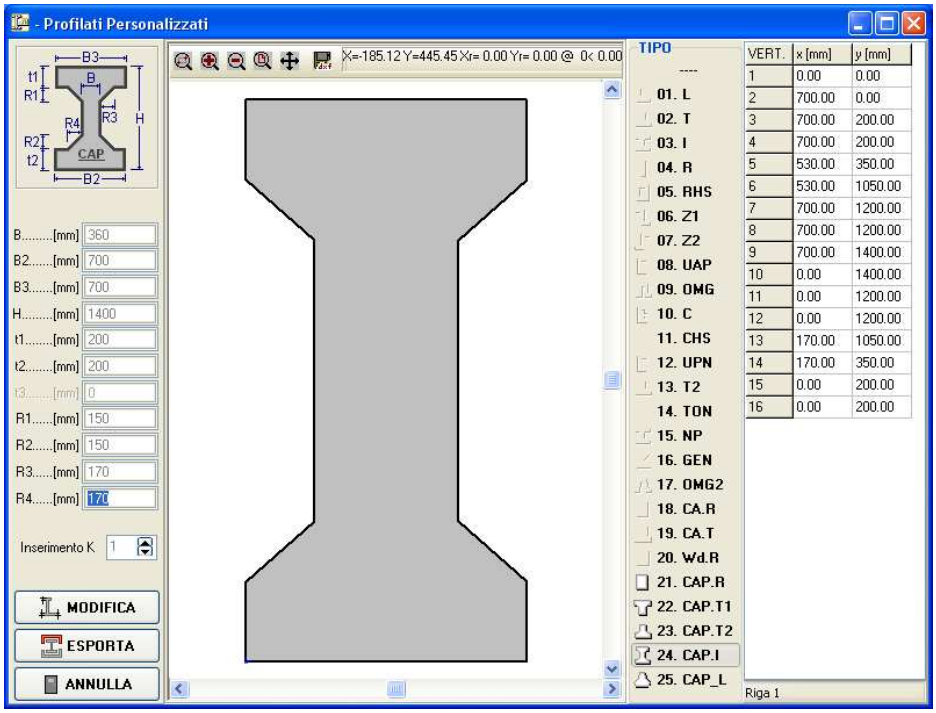
Si clicchi sul bottone Tipologie sezioni . Viene visualizzata la maschera Gestione profilati.



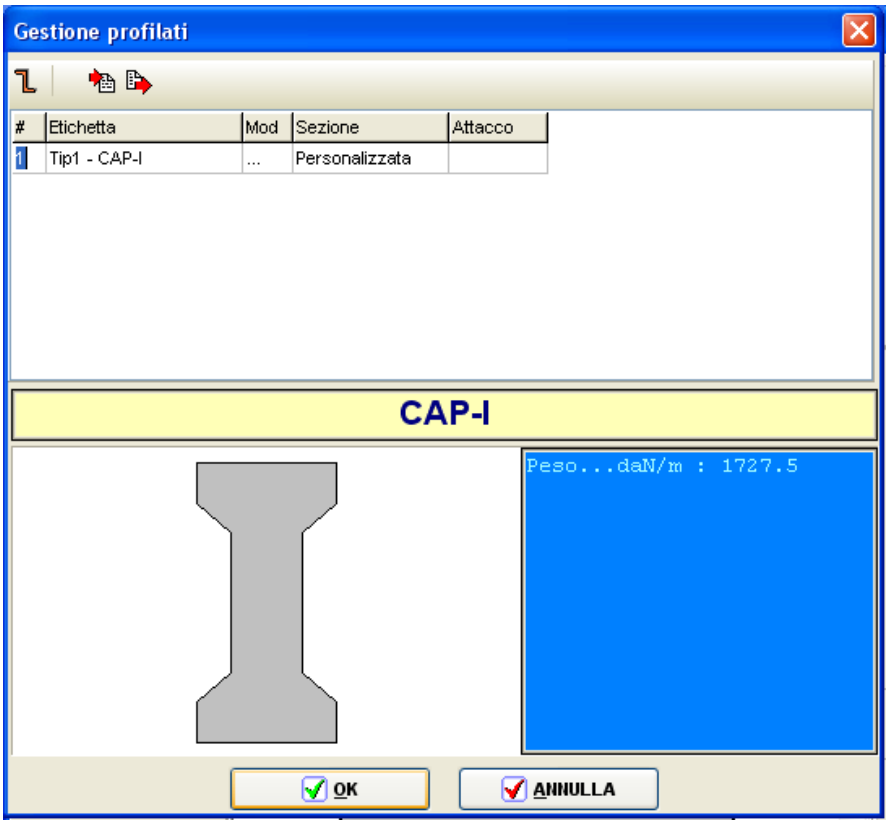
Cliccare sul bottone Inserimento sezione personalizzata dell'editor Gestione profilati (bottone riquadrato in rosso della precedente immagine). Viene visualizzato l'editor Sezioni trasversali.



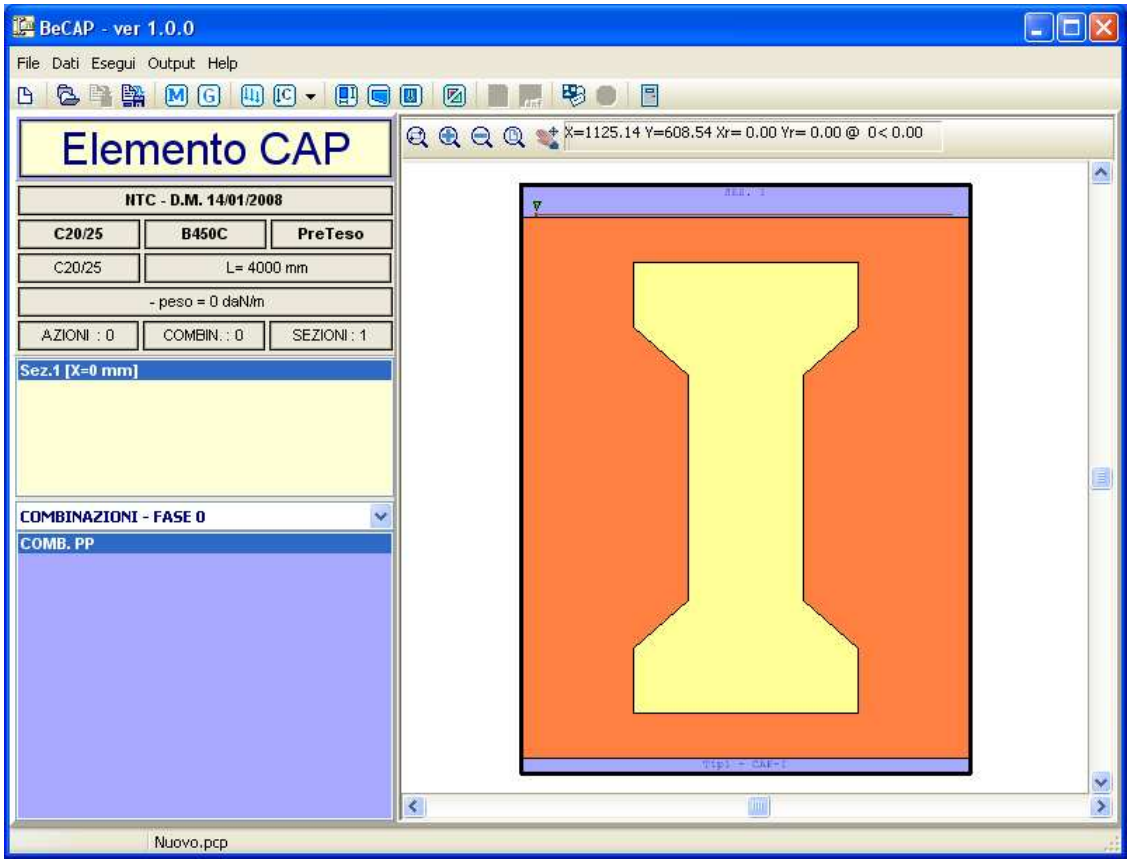
Cliccare sul bottone relativo alla tipologia di sezione . Definire i parametri geometrici e ciccare sul bottone Modifica.



Cliccare quindi su esporta per ritornare all'editor Gestione Profilati. Ripetere le procedure nel caso in cui si volessero adottare più tipologie di sezioni.

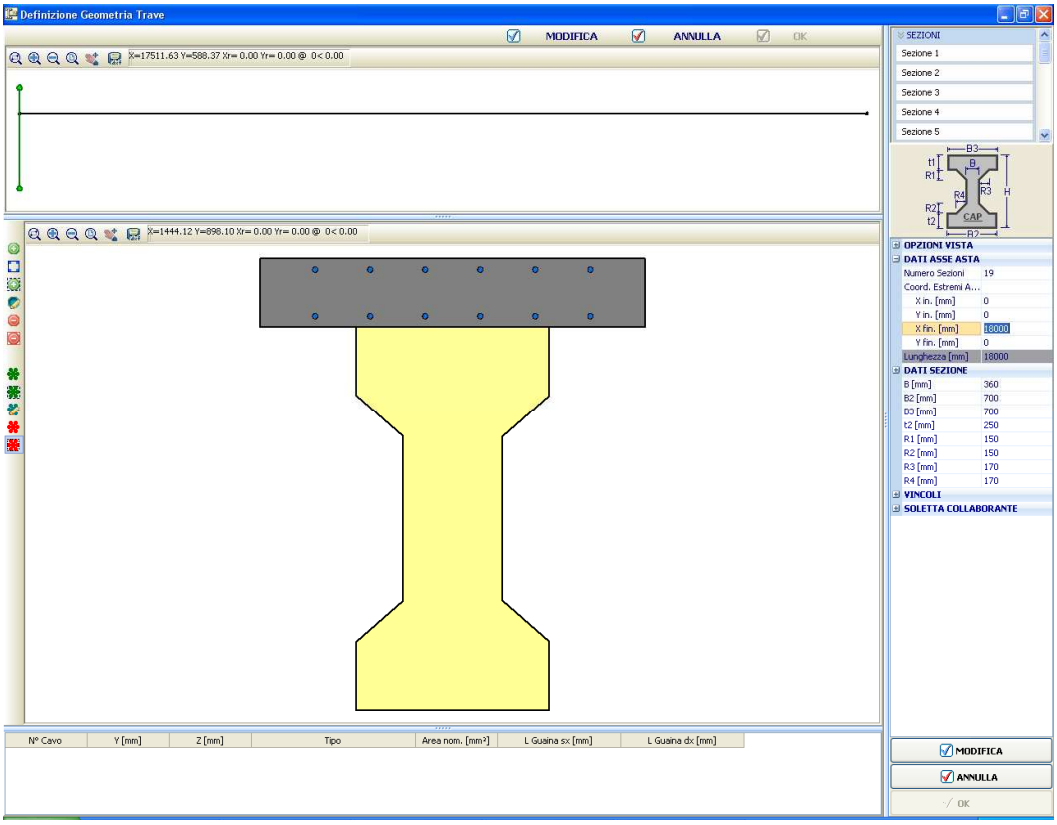


Cliccare sul bottone ok per tornare all'interfaccia grafica.



- **Passo 8 - Definizione della geometria della trave- Definizione delle armature.**

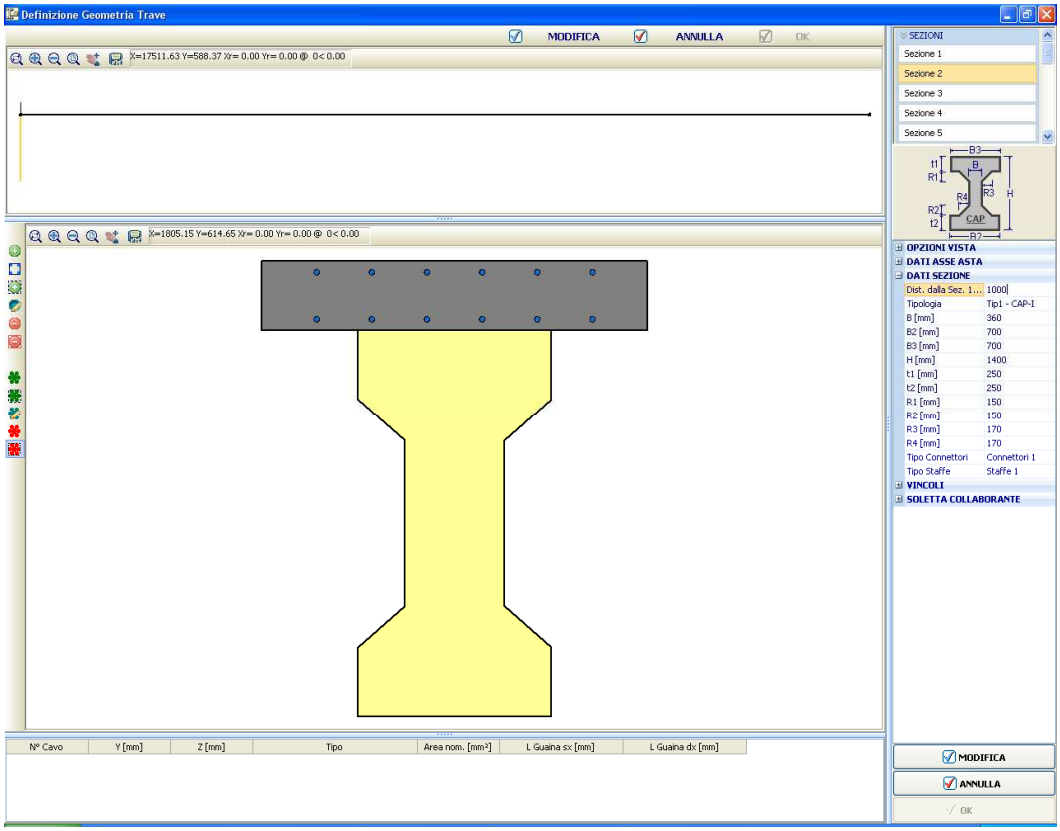
Si clicchi sul bottone Geometria trave dell'interfaccia grafica.



Definire il numero di sezioni e la lunghezza della trave. Ciccare sul bottone Modifica per confermare.

Per definire la posizione delle sezioni di verifica lungo l'asse della trave, procedere come di seguito:

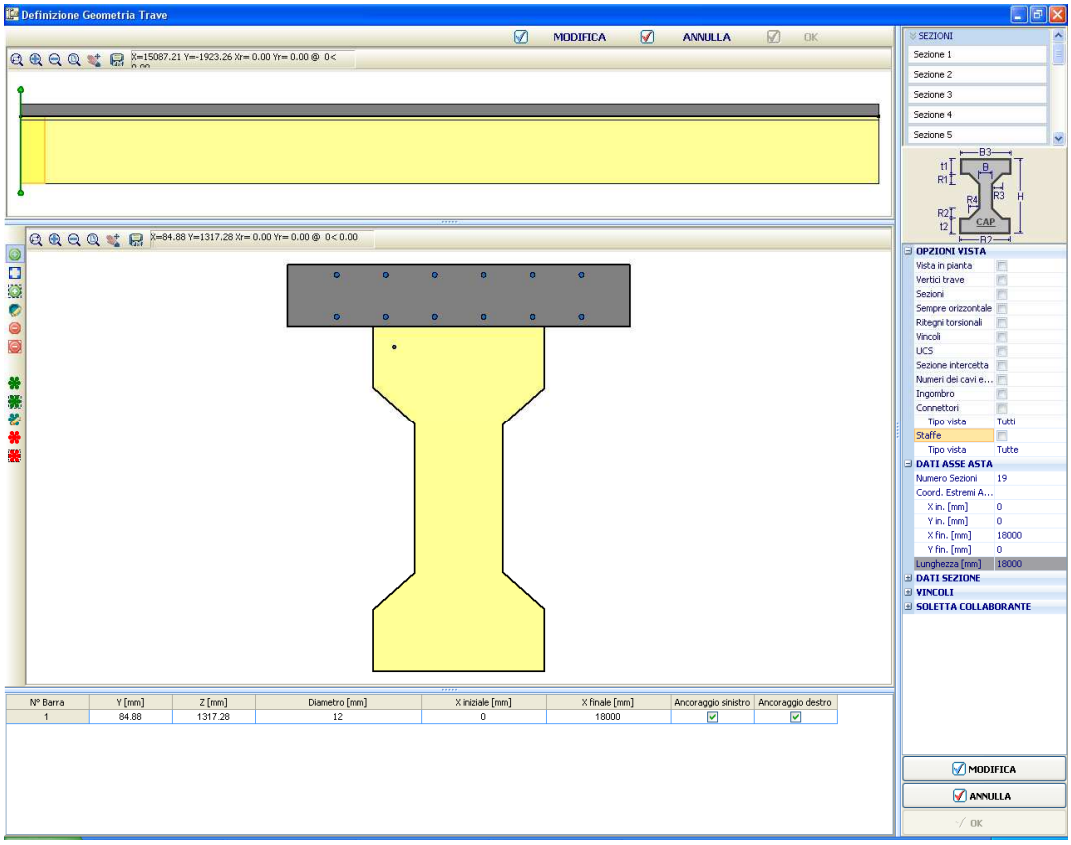
a) selezionare la sezione attuale (dalla seconda alla n-esima, in quanto si assume che la sezione n. 1 sia quella in corrispondenza della testata) e definire la distanza rispetto alla precedente.
b) scegliere il tipo di sezione
c) selezionare il tipo di staffe ed il tipo di connettori da disporre all'interno del concio delimitato tra la sezione attuale e quella precedente.
d) Ciccare sul bottone Modifica per confermare le nuove impostazioni.



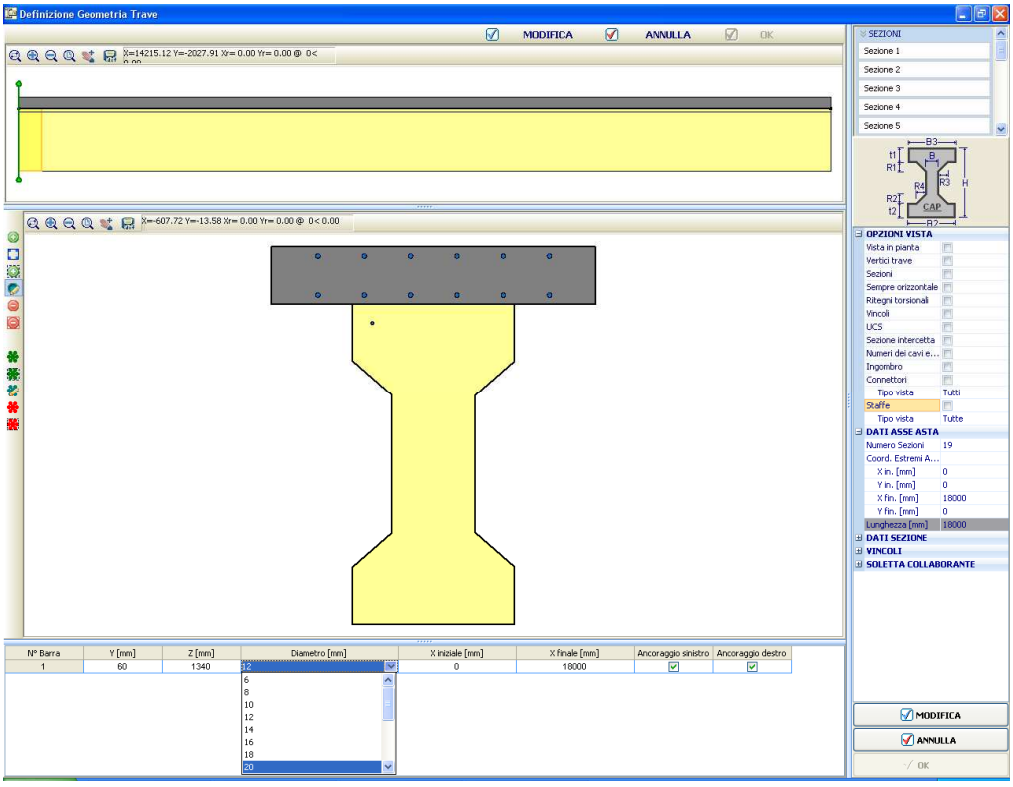
Ripetere la procedura con riferimento a tutte le sezioni.

Per introdurre una barra di armatura longitudinale ordinaria seguire la seguente procedura:

a) si clicchi sul bottone Inserisci tondino e poi lo si posizioni sulla sezione trasversale della trave;
b) si clicchi su Modifica tondino, si modifichino le coordinate, il diametro ed il tipo di ancoraggio agli estremi, e si clicchi sul bottone modifica per confermare.

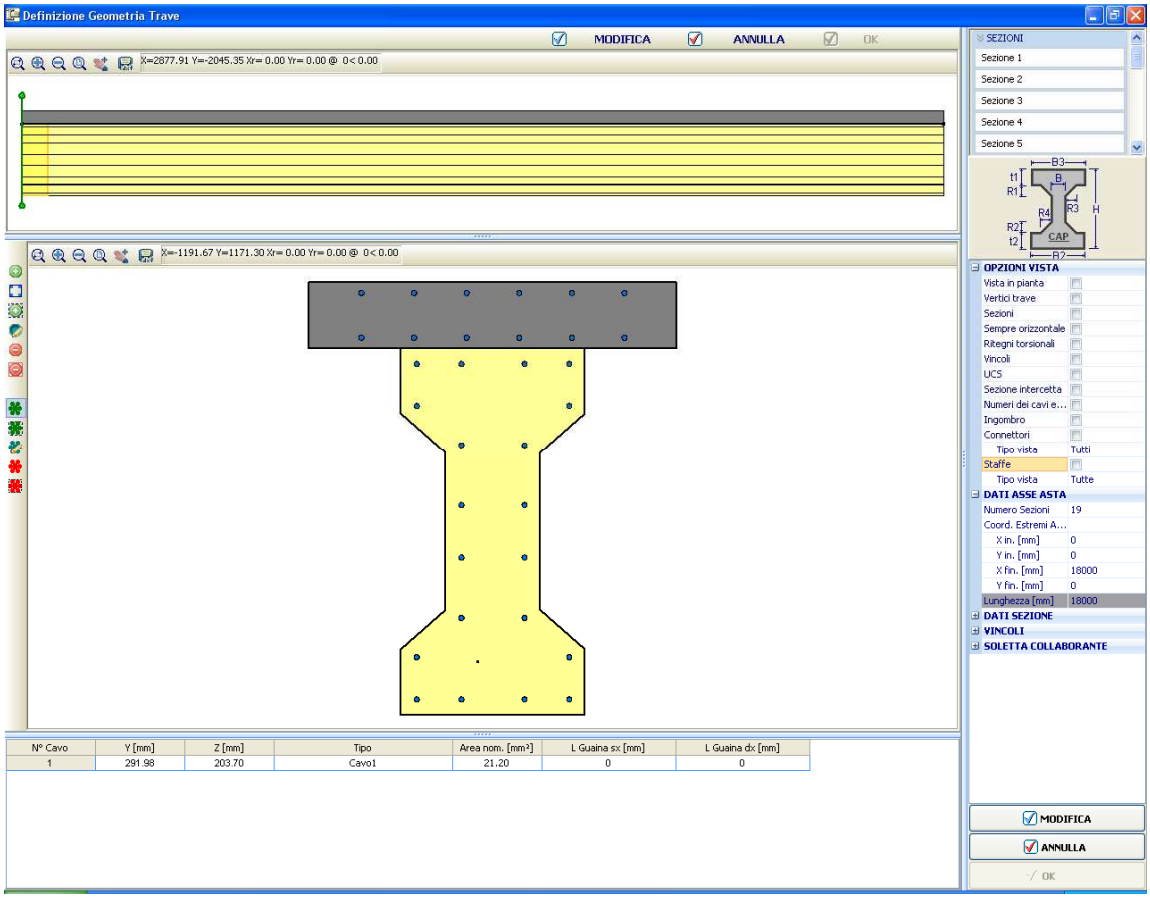


Si concluda l'introduzione delle altre barre longitudinali ripetendo la procedura appena descritta.

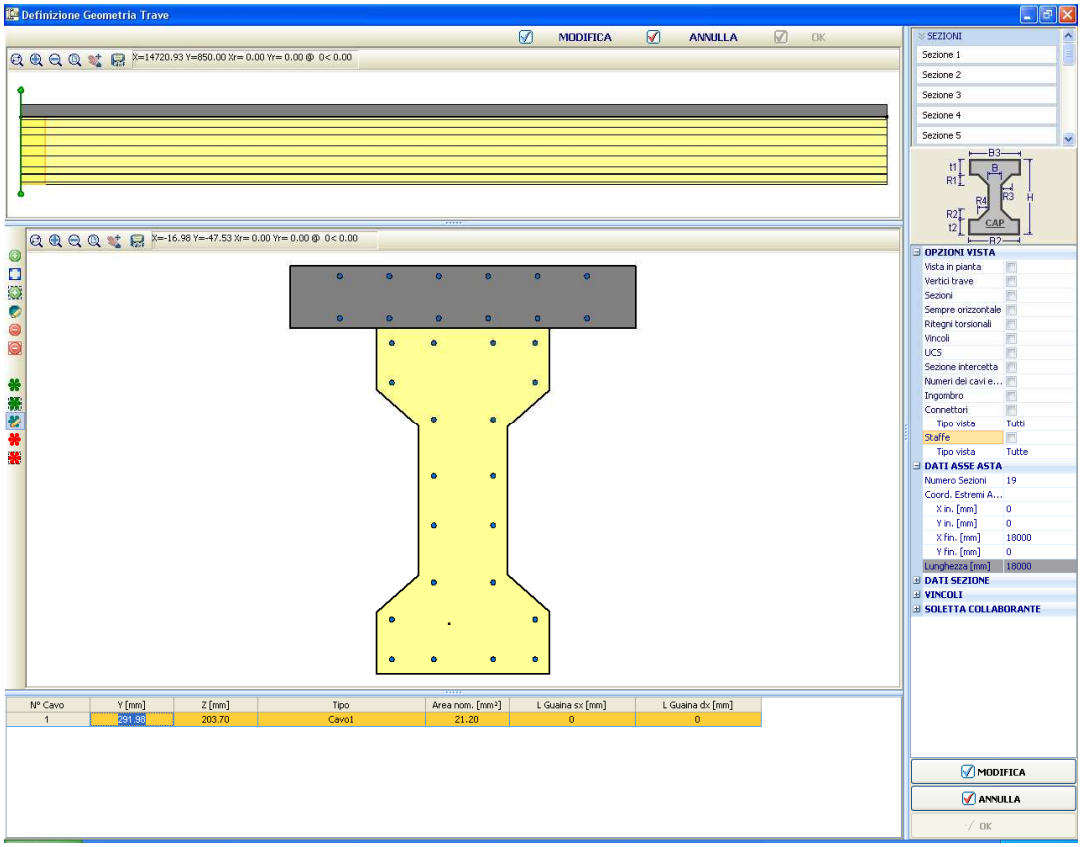


Per introdurre l’armatura presollecitata si proceda alla seguente maniera:

a) si clicchi sul bottone Inserisci cavo e poi lo si posizioni sulla sezione trasversale della trave;



b) si clicchi su Modifica cavo, si definiscano le coordinate, il tipo di cavo e le dimensioni delle guaine. Si clicchi sul bottone modifica per confermare.

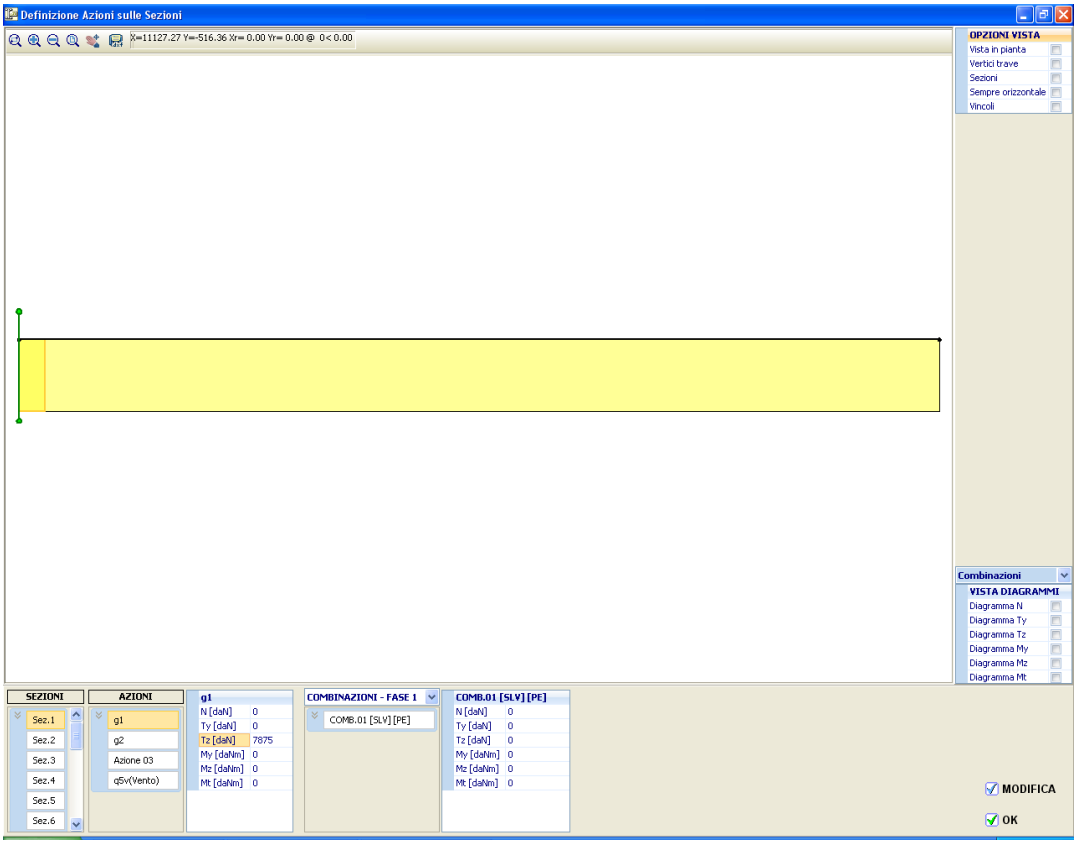


Si completi l'input dell'armatura presolecitata.
Si clicchi infine sul bottone OK per confermare e per ritornare all'interfgaccia grafica.

- **Passo 9 - Definizione caratteristiche di sollecitazione per ogni singola azione di carico.**

Per definire le caratteristiche di sollecitazione in una sezione e relativamente ad un'azione si proceda alla seguente maniera.

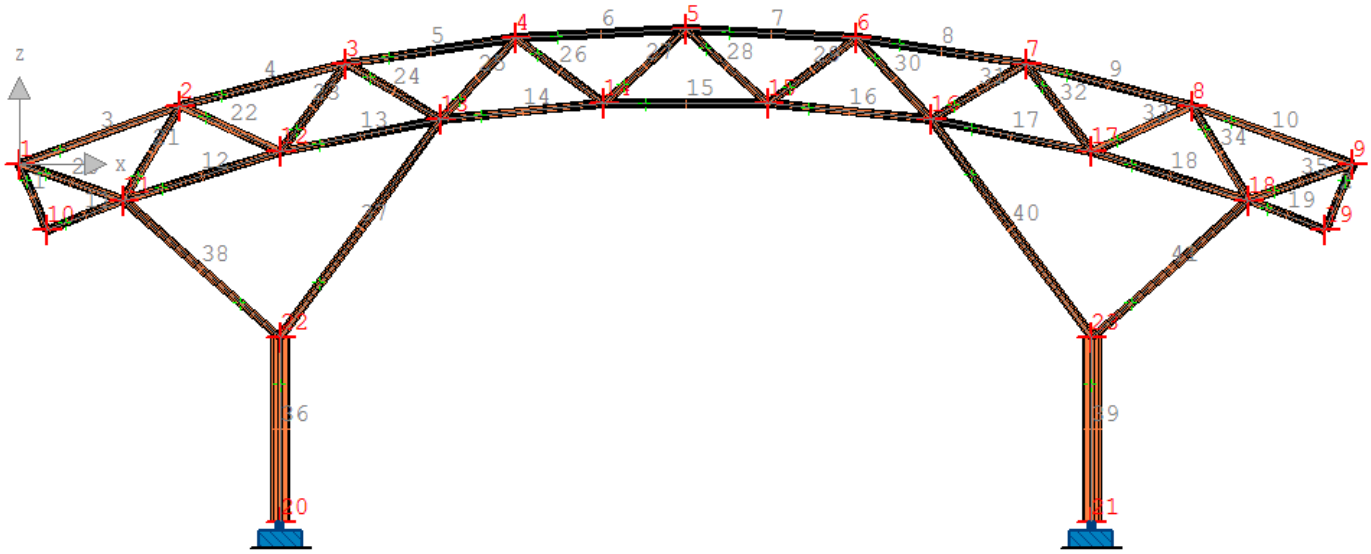
Si clicchi sul bottone Definizione azioni dell'interfaccia grafica.
Viene visualizzata la finestra dell'editor della definizione azioni.



Si selezioni la sezione, poi l' azione attiva e quindi si definiscano i valori delle caratteristiche di sollecitazione. Si confermi cliccando sul bottone modifica. Si proceda in maniera analoga per definire le caratteristiche di sollecitazione nelle varie sezioni e relativamente a tutte le azioni. Si clicchi sul bottone ok per confermare e per ritornare alla interfaccia grafica.

TraRET-Plus

MANUALE D'USO



Premessa

Il presente manuale vuole dare una presentazione sintetica delle operazioni che si possono eseguire con il software **TRARET PLUS**. Dopo alcune informazioni introduttive, viene fornita una breve descrizione dell'interfaccia grafica, e poi vengono date le specifiche sulle fasi di utilizzo del software: input, calcolo, post-processing (visualizzazione risultati e redazione della relazione).

Obiettivo

Il software **TRARET PLUS** consente di eseguire il calcolo della soluzione, in termini di spostamenti e sollecitazioni, di strutture costituite dall'assemblaggio di travi in acciaio e/o legno.

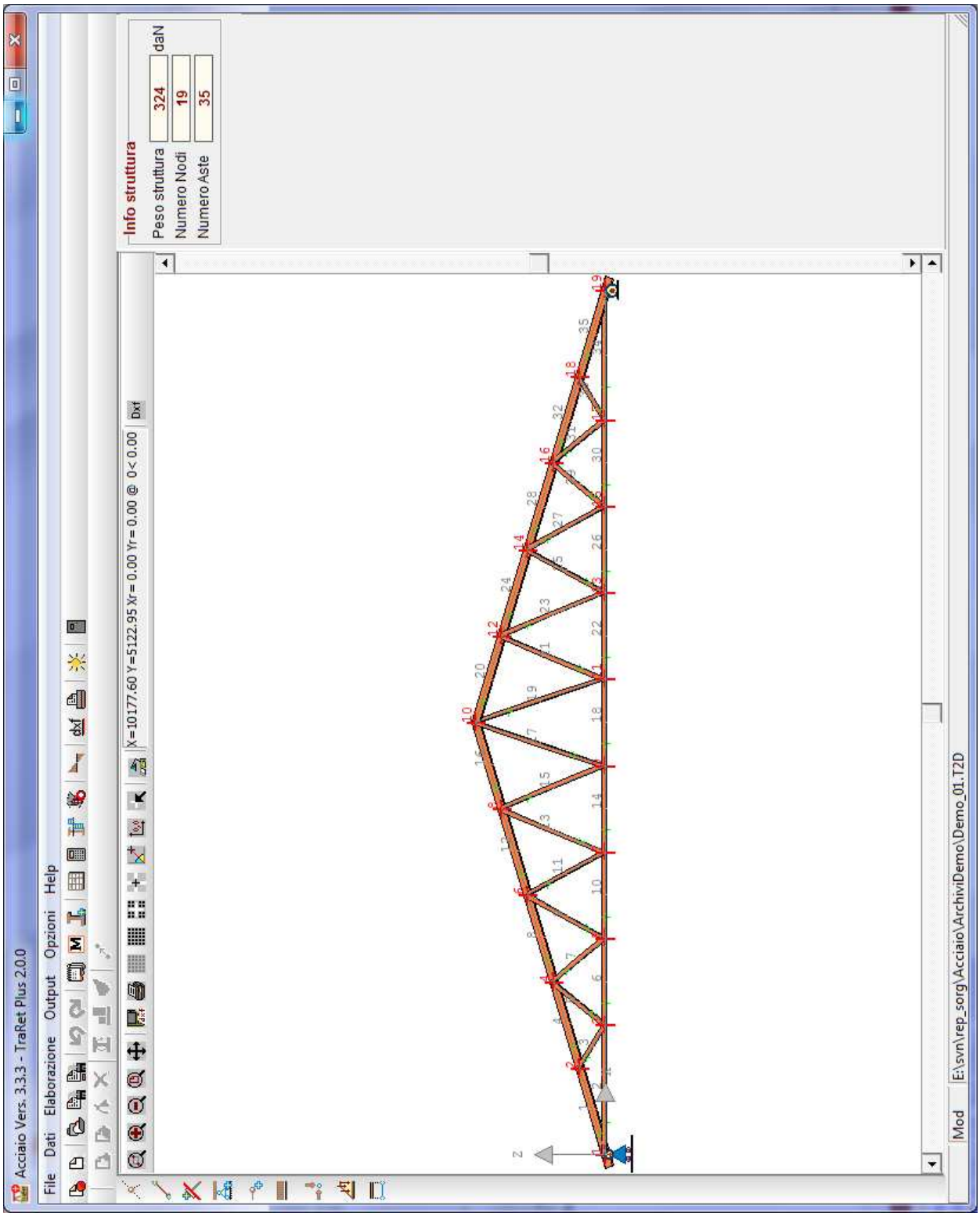
I risultati dell'analisi e delle verifiche delle aste possono essere stampati in una dettagliata relazione.

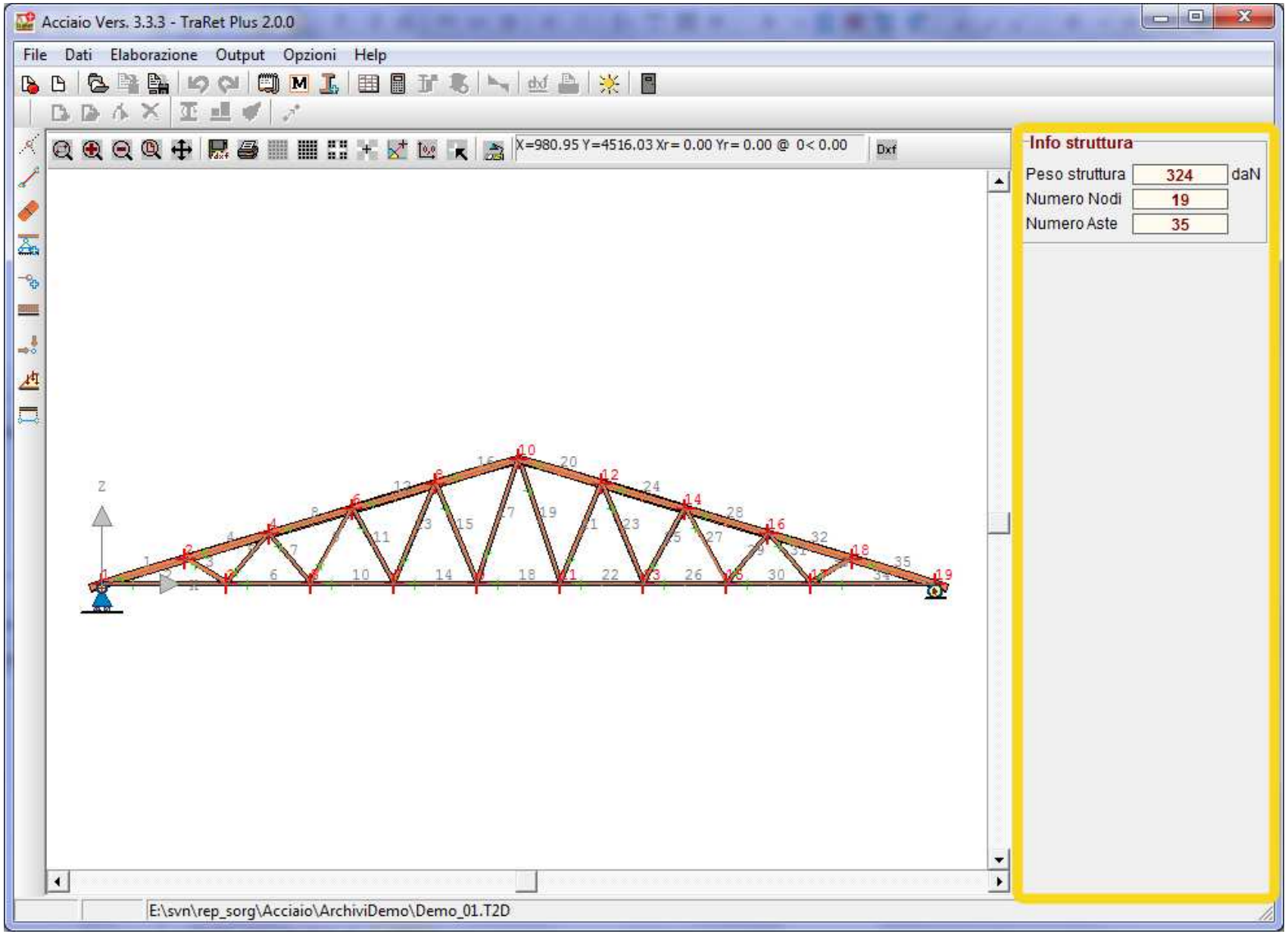
Caratteristiche Generali

TRARET PLUS esegue l'analisi ad elementi finiti della struttura risolvendo i sistemi lineari associati alle azioni di carico non sismiche ed effettuando l'analisi dinamica modale, per le azioni di carico sismiche. I calcoli di verifica delle aste e dei solai vengono effettuati secondo le prescrizioni del DM 14/01/2008.

Interfaccia Grafica

L'interfaccia grafica di **TRARET PLUS** è caratterizzata da una finestra principale e da altre finestre secondarie. La finestra principale è dotata della barra del titolo, della barra dei Menu, di vari tool button e di un' Area di Lavoro. La parte a destra della finestra principale è chiamata **Area Operativa**.


Acciaio Vers. 3.3.3 - TraRet Plus 2.0.0
File Dati Elaborazione Output Opzioni Help
X= 10177.60 Y=5122.95 Xr= 0.00 Yr= 0.00 @ 0< 0.00
Dxf
Info struttura
Peso struttura 324 daN
Numero Nodi 19
Numero Aste 35
Mod
E:\svn\rep_sorg\Acciaio\ArchiviDemo\Demo_01.T2D


Acciaio Vers. 3.3.3 - TraRet Plus 2.0.0
File Dati Elaborazione Output Opzioni Help
X=980.95 Y=4516.03 Xr= 0.00 Yr= 0.00 @ 0< 0.00
Dxf
Info struttura
Peso struttura 324 daN
Numero Nodi 19
Numero Aste 35
E:\svn\rep_sorg\Acciaio\ArchiviDemo\Demo_01.T2D

Componenti della finestra principale

I tool button della finestra principale sono di seguito elencati.

Prima Barra Orizzontale

- **Nuovo Progetto** consente di creare un nuovo progetto.
- **Nuovo Progetto da Wizard** consente di creare un nuovo progetto a partire da una serie di modelli personalizzabili nelle misure.
- **Apri Progetto** serve per aprire un archivio esistente.
- **Salva Progetto** serve per salvare le modifiche effettuate al progetto corrente.
- **Salva Progetto con Nome** consente di salvare il progetto corrente specificando il nome dell'archivio in cui memorizzare il progetto.
- **Annulla** annulla l'ultima operazione compiuta.
- **Ripristina** ripristina l'ultima operazione annullata.
- **Dati Generali** serve per aprire l'editor dei dati generali.
- **Materiali** consente di aprire l'editor dei materiali.
- **Tipologie Profilati** serve per aprire l'editor dei profilati.
- **Combinazioni di Carico** apre l'editor delle combinazioni di carico.
- **Avvia Calcolo** esegue il calcolo della struttura.
- **Esegui Verifiche** apre la finestra delle verifiche. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Esegui Calcolo delle Unioni di Forza** abilità l'area di progettazione delle unioni di forza.
- **Visualizzazione Diagrammi** apre la finestra di visualizzazione dei risultati. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.

- Relazione di Calcolo apre la finestra della relazione. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Tavole Dxf** apre la finestra delle tavole dxf. Il pulsante è disponibile dopo che viene effettuato il calcolo, finché non vengono fatte modifiche di input.
- **Opzioni di Visualizzazione** apre la finestra delle opzioni di visualizzazione.
- **Esci** chiude **TRARET PLUS**, previa richiesta all'utente del salvataggio di eventuali modifiche.

Barra verticale Oggetti

- **Nodi** attiva le operazioni relative ai nodi.
- **Aste** attiva le operazioni relative alle aste.
- **Gruppi Aste Allineate** attiva le operazioni relative ai gruppi di aste allineate.
- **Vincoli Esterni** attiva le operazioni relative ai vincoli nodali.
- **Vincoli Interni** attiva le operazioni relative ai vincoli interni.
- **Carichi Distribuiti su Aste** attiva le operazioni relative ai carichi distribuiti su aste.
- **Carichi Nodali** attiva le operazioni relative ai carichi nodali.
- **Pannelli di Carico** attiva le operazioni relative ai pannelli di carico.
- **Misura Distanze** serve per misurare la distanza tra un nodo e un altro. Premuto il pulsante e selezionati due nodi infatti vengono fornite in una finestra di dialogo, informazioni relative alla distanza tra i due nodi.

Barra orizzontale Operazioni

- **Inserimento** permette di accedere alle operazioni di inserimento.
- **Inserimento Multiplo** fa' accedere alle operazioni di inserimento multiplo.
- **Modifica** consente di entrare nelle operazioni di modifica.

- **Elimina** fa' entrare nelle operazioni di eliminazione.
- **Copia Proprietà** fa' accedere all'operazione di copia proprietà delle aste.
- **Sposta nodi** permette di entrare nell'operazione di spostamento dei nodi.

Barra di stato

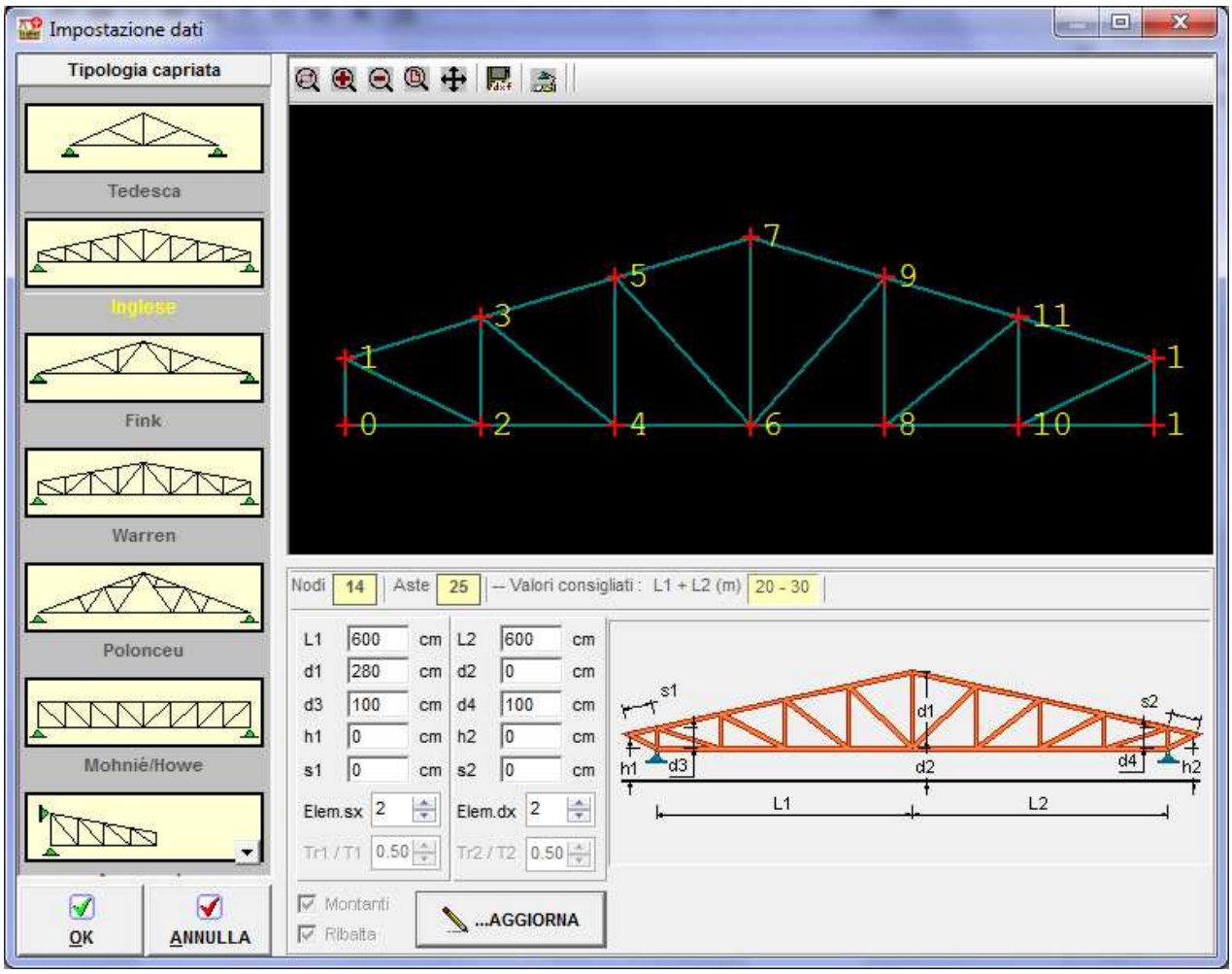
Area di Lavoro

La finestra principale di **TRARET PLUS** è per default occupata principalmente da un pannello contenente la modellazione grafica 2D del progetto. Nel pannello possono essere effettuate le operazioni di selezione associate alle operazioni disponibili per la modellazione. I dettagli della visualizzazione degli oggetti nel pannello 2D sono gestibili tramite la **Finestra delle Opzioni di Visualizzazione**. Immediatamente sopra al pannello c'è una barra degli strumenti per gestire le viste, salvarle in formato .bmp o .dxf e stamparle.

Finestre Secondarie

Wizard reticolari

L'editor consente mediante la selezione della tipologia di reticolare e dei parametri necessari, la definizione della struttura (nodi e aste) che verrà visualizzata nel box superiore.



Wizard reticolari

Editor dei Nodi

È costituito dall'elenco completo dei nodi con le coordinate dei nodi stessi. L'editor consente la modifica delle coordinate dei nodi che vengono inseriti cliccando su l'Area di Lavoro.

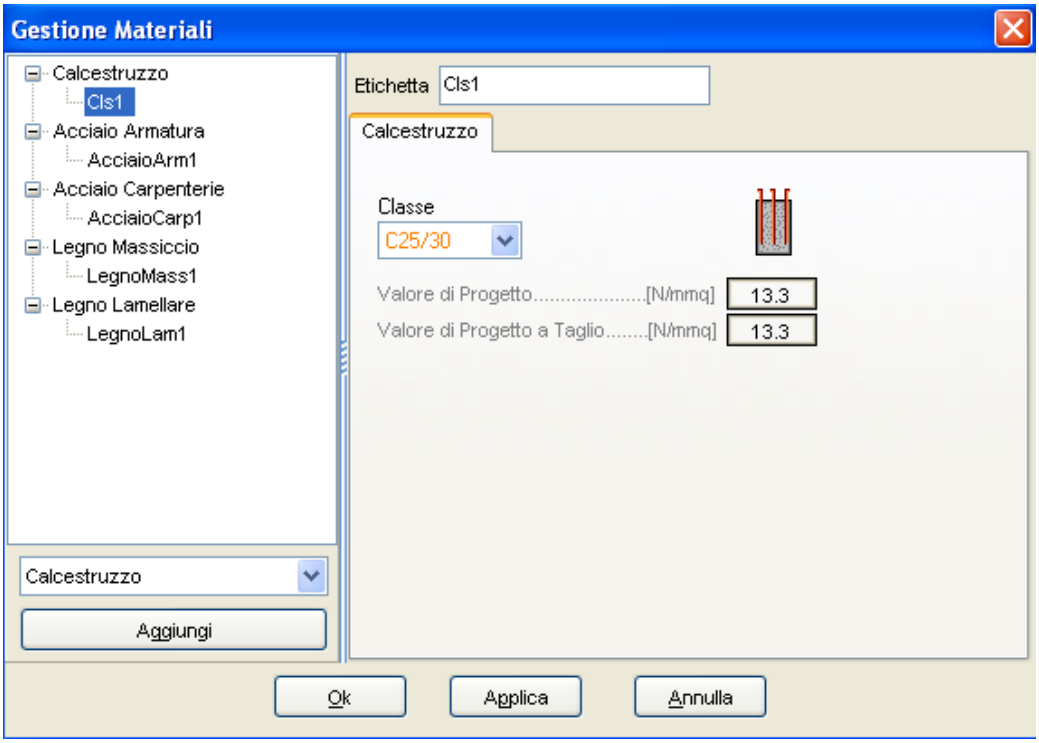
Per visualizzare l' Editor dei Nodi dalla Finestra Principale è sufficiente premere il pulsante Nodi e poi il pulsante Inserimento : l'editor verrà visualizzato nell'Area Operativa della Finestra Principale. Quando l'editor è visualizzato selezionando un nodo nell'Area di Lavoro viene selezionata la riga corrispondente nell' Editor dei Nodi.

Nodo	X	Y
1	0	0
2	1000	300
3	1500	0
4	2000	600
5	2500	0
6	3000	900
7	3500	0
8	4000	1200
9	4500	0
10	5000	1500
11	5500	0
12	6000	1200
13	6500	0
14	7000	900
15	7500	0
16	8000	600
17	8500	0
18	9000	300

Editor dei nodi

Editor Materiali

L'editor contiene l'elenco completo dei materiali definiti. Per default c'è un materiale per ciascuna delle categorie disponibili. Attraverso il pulsante **Aggiungi** è possibile aggiungere un nuovo materiale. Non si possono eliminare materiali ma solo modificarli.



Editor materiali

Editor Tipologie Profilati

L'editor contiene i profilati definiti. Per default non ci sono profilati. Attraverso i pulsanti è possibile aggiungere un nuovo profilato.

Inserimento sezione standard

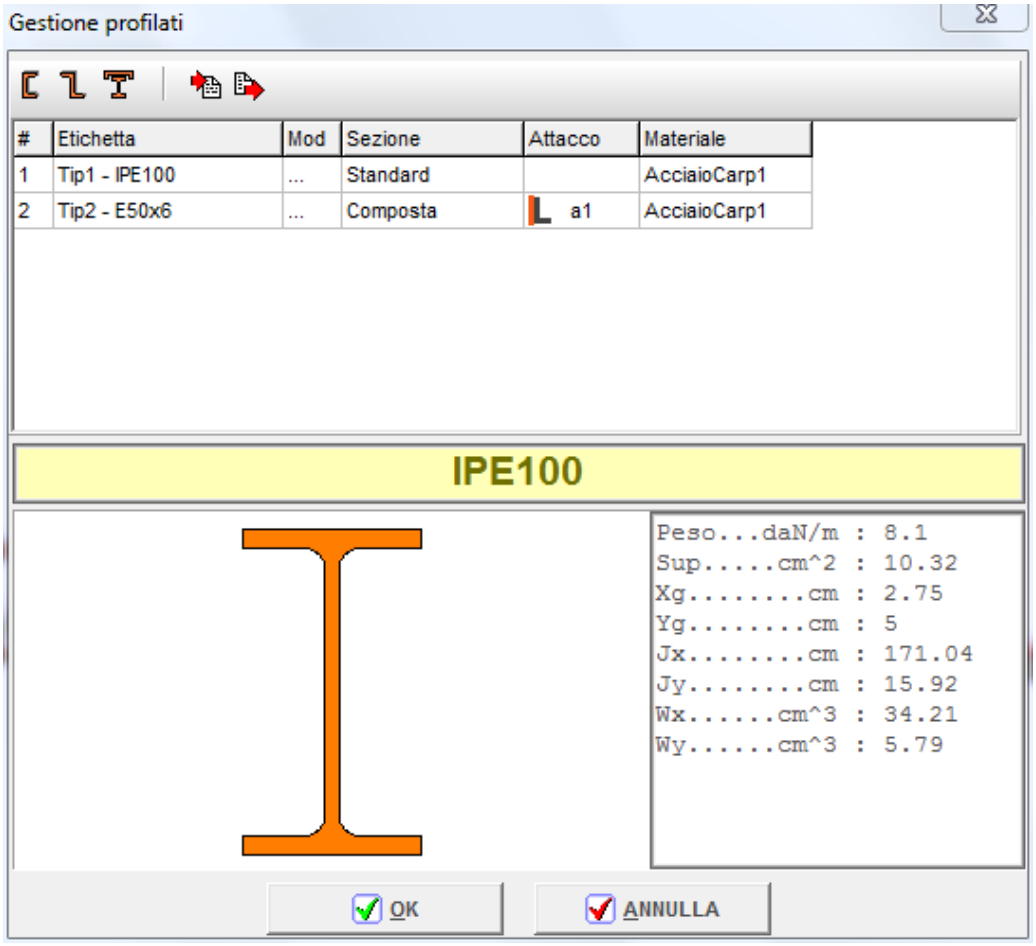
Inserimento sezione personalizzata

Inserimento sezione composta

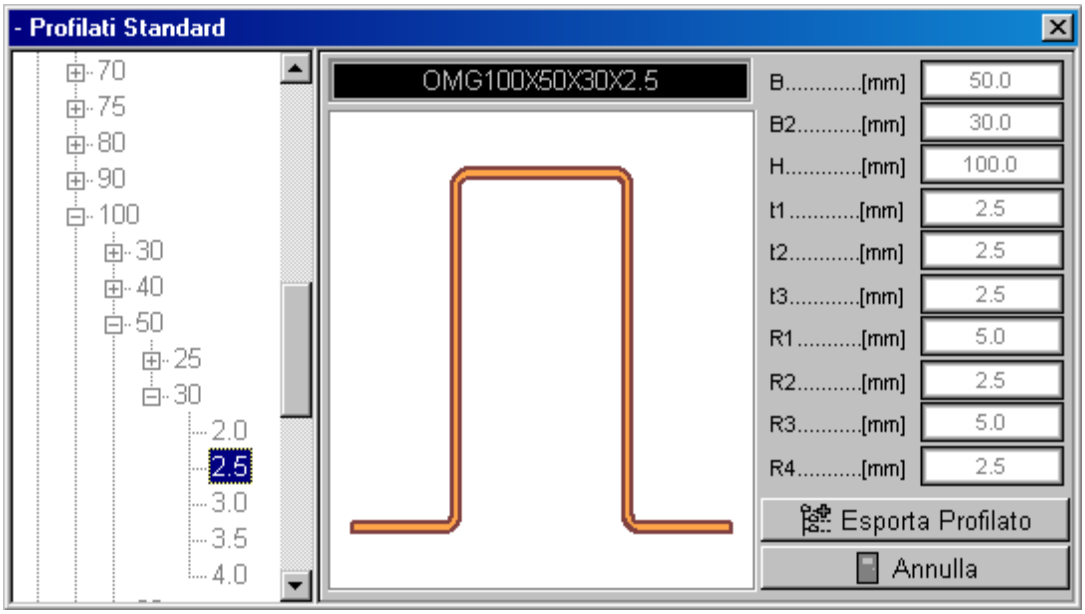
Non si possono eliminare profilati. Ciascun profilato è dotato di un nome che viene assegnato di default a seconda della scelta della sezione geometrica e che comunque è editabile

Importazione/Esportazione lista tipologie.

Mediante questo comando sarà possibile importare o esportare un elenco di tipologie da un archivio ad un altro.

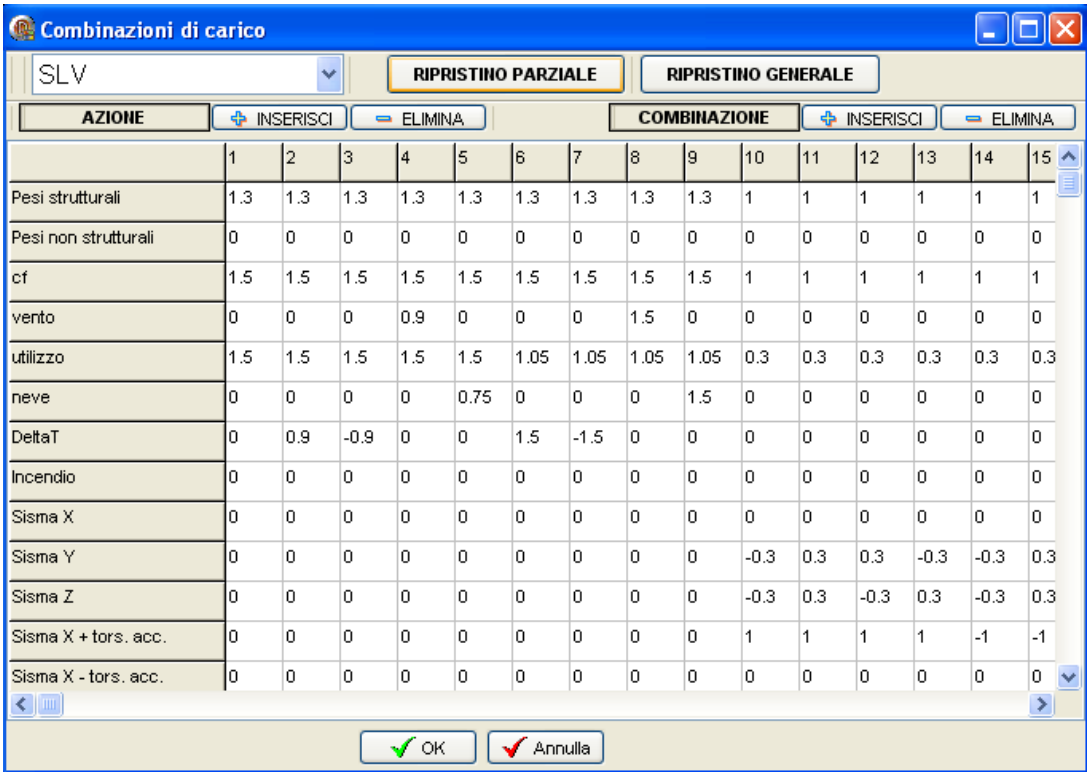


Editor Profilati



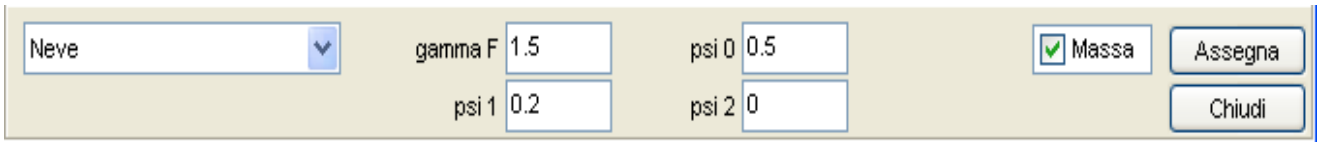
Editor Combinazioni di Carico

Nella finestra c'è una tabella che ha le righe che sono relative alle azioni di carico e le colonne relative alle combinazioni di carico. Clickando sull'etichetta dell'azione di carico, nella parte bassa della finestra si apre un piccolo editor tramite il quale è possibile specificare alcune informazioni sull'azione. In particolare è possibile associare all'azione il tipo e i coefficienti per l'impostazione predefinita delle combinazioni ed inoltre è possibile scegliere se l'azione deve dare luogo a massa (tale scelta non è disponibile per tutte le azioni). La scelta del tipo di azione imposta i coefficienti che rimangono comunque editabili. Per alcune azioni di carico tale editor non è disponibile.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pesi strutturali	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1	1	1
Pesi non strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cf	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
vento	0	0	0	0.9	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0
utilizzo	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
neve	0	0	0	0	0.75	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0
DeltaT	0	0.9	-0.9	0	0	1.5	-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3
Sisma Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
Sisma X + tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
Sisma X - tors. acc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Editor combinazioni di carico



Editor proprietà azioni di carico

Editor dei Dati Generali

L'editor si apre tramite l'omonimo pulsante e consente di modificare i dati generali del progetto come la normativa, i coefficienti termici e i dati per la relazione.

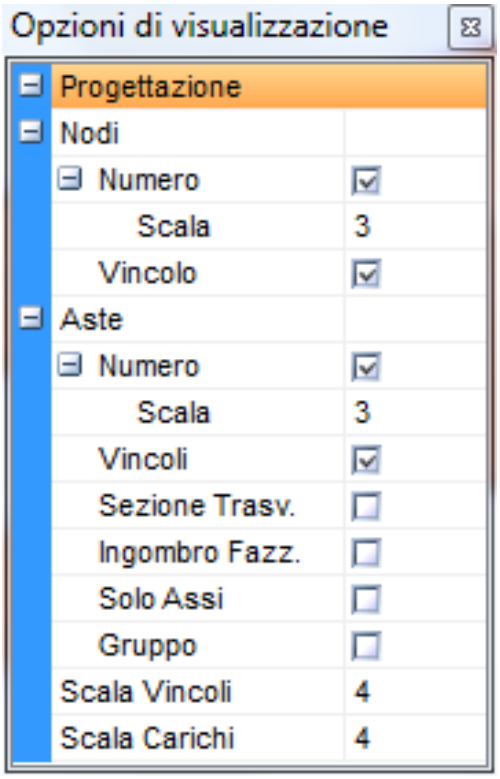
Editor dati generali

Finestra Opzioni di Visualizzazione

La finestra viene aperta premendo l'omonimo pulsante. Le opzioni disponibili sono:

11. visualizzazione/non visualizzazione numeri nodi
12. visualizzazione/non visualizzazione numeri aste
13. visualizzazione/non visualizzazione sezioni trasversali aste
14. visualizzazione/non visualizzazione vincoli interni
15. visualizzazione/non visualizzazione vincoli esterni
16. visualizzazione/non visualizzazione ingombro fazzoletto
17. visualizzazione/non visualizzazione gruppi
18. visualizzazione/non visualizzazione assi
19. scala dei nodi
20. scala dei vincoli

La scala dei vincoli esterni serve pure per scalare l'indicazione di nodo iniziale di ogni asta. Tale indicazione compare ogni volta che si compie un operazione che richiede la distinzione fra nodo iniziale e finale di un'asta, quali la definizione di pannelli non coinvolti in solai o l'inserimento di carichi ripartiti diretti (in cui l'informazione per definire un carico trapezoidale).

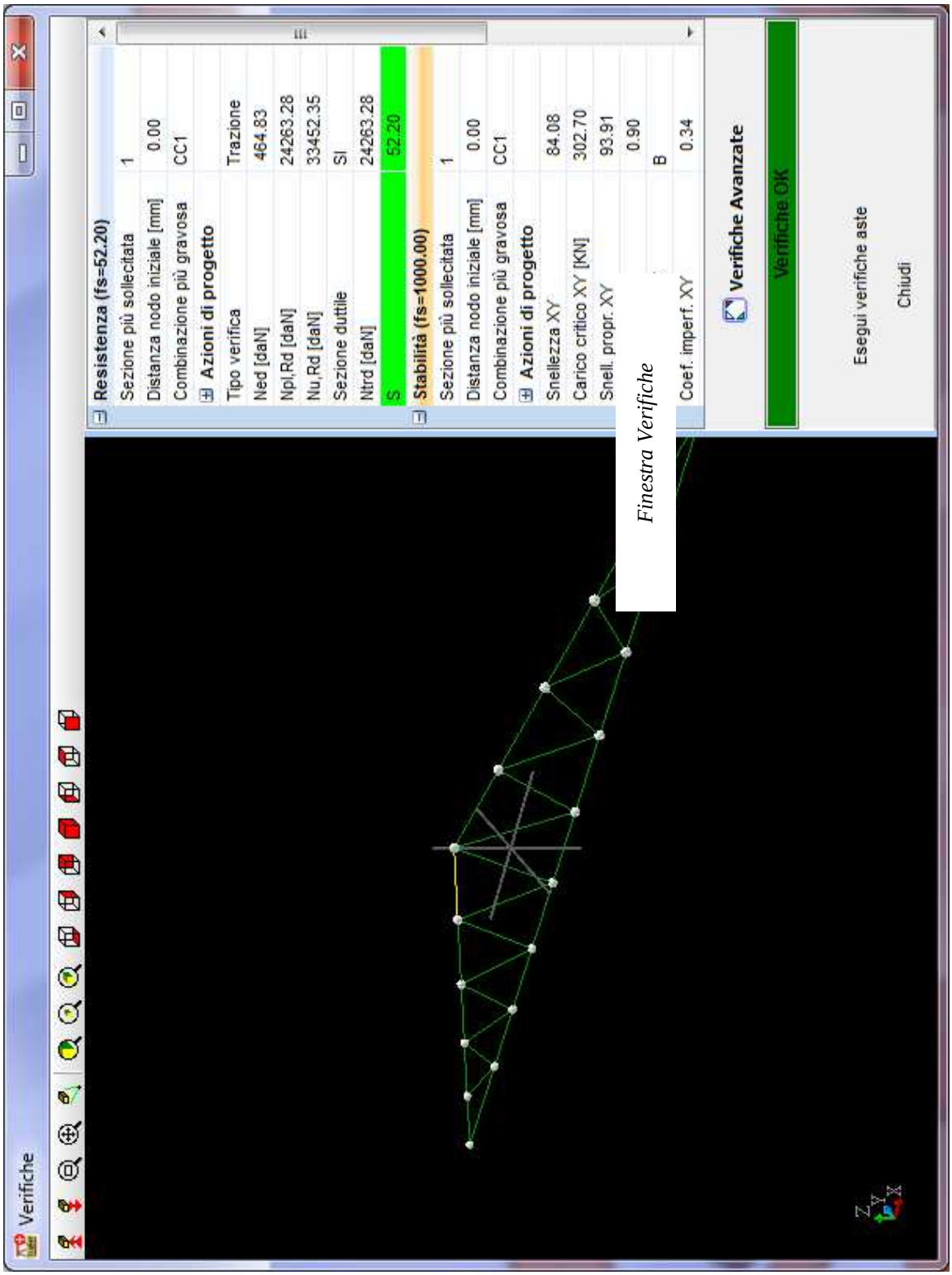


Finestra Opzioni Visualizzazione

Finestra Verifiche

La finestra si apre premendo il pulsante **Esegui Verifiche.** La parte principale della finestra è occupata da un pannello 3D dove è possibile selezionare un'asta. A destra è disponibile un quadro in cui vengono stampate le informazioni sintetiche sui risultati delle verifiche, quando si seleziona un'asta. Sotto a tale quadro c'è il pulsante **VerSeA** che consente di aprire il programma VerSeA con un archivio equivalente

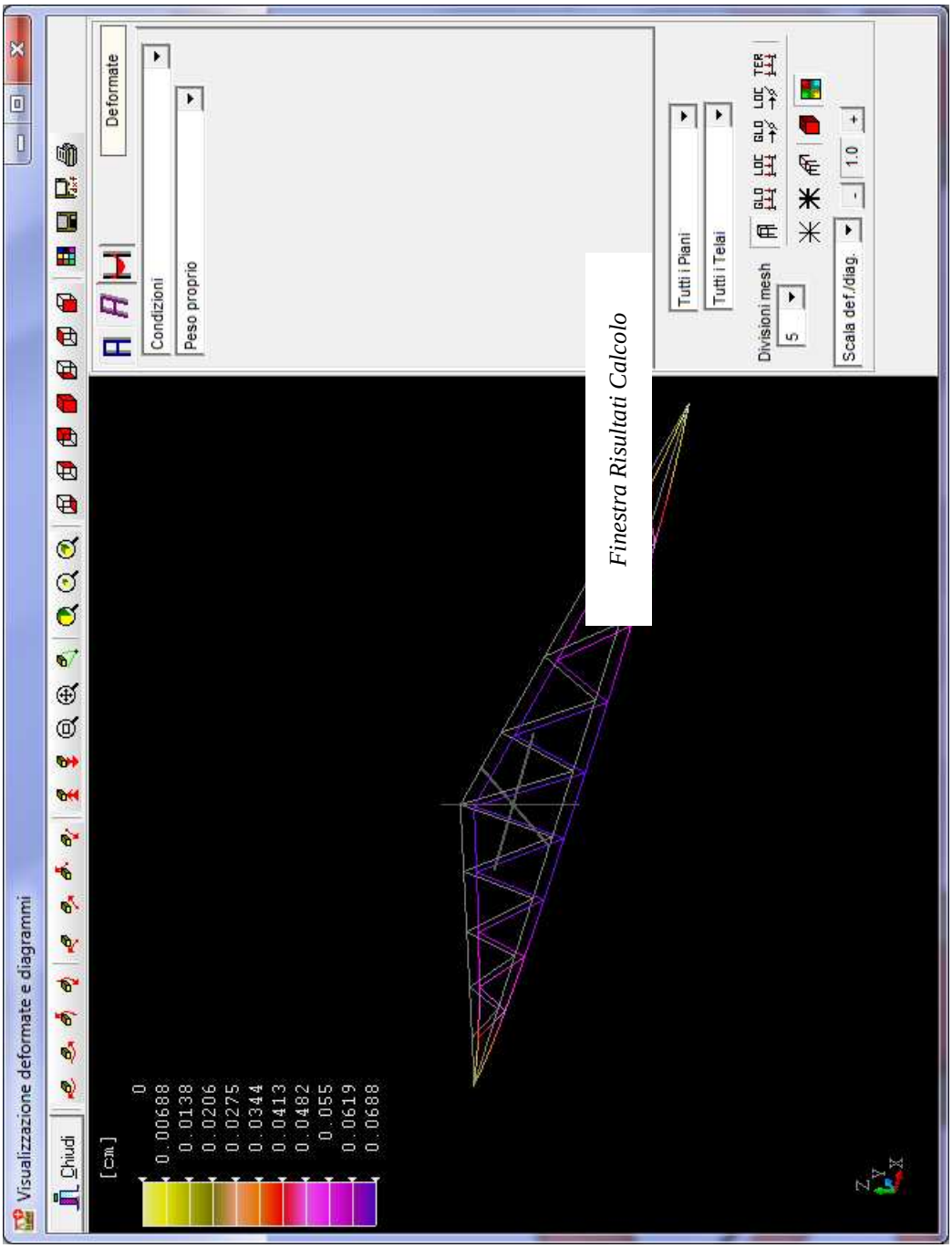
all’asta appena selezionata. In basso a destra sono disponibili i pulsanti per avviare la verifica di tutte le aste. È disponibile inoltre un indicatore sull’avanzamento progressivo delle verifiche complessive e un pulsante per interromperle.



Finestra Verifiche

Finestra Risultati Calcolo

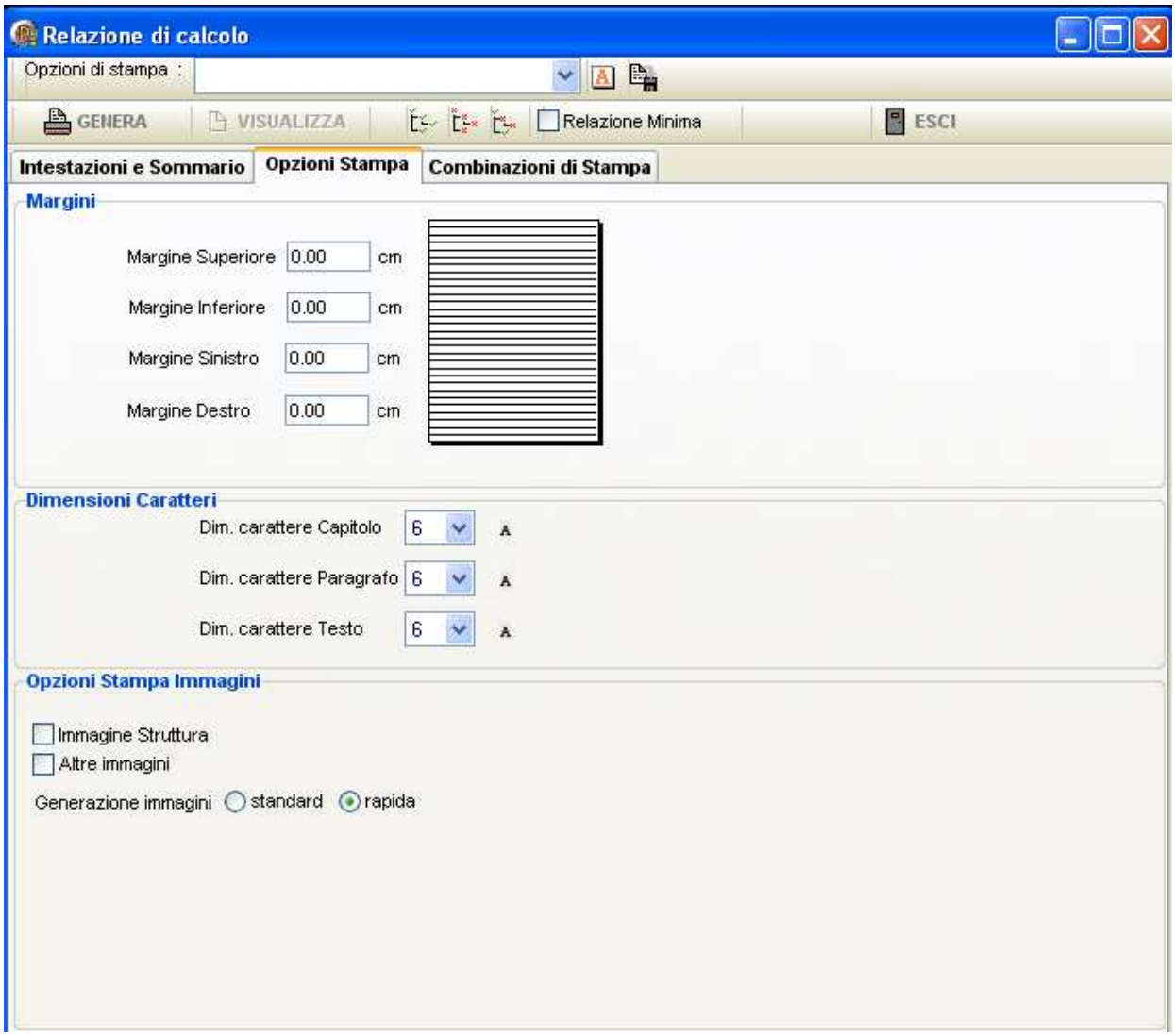
La finestra contiene un pannello 3D con il modello della struttura e una serie di controlli sulla parte sinistra, che consentono di visualizzare informazioni di input (configurazione deformata, carichi, etc) e informazioni di output (spostamenti, sollecitazioni, etc).



Finestra Risultati Calcolo

Finestra Relazione

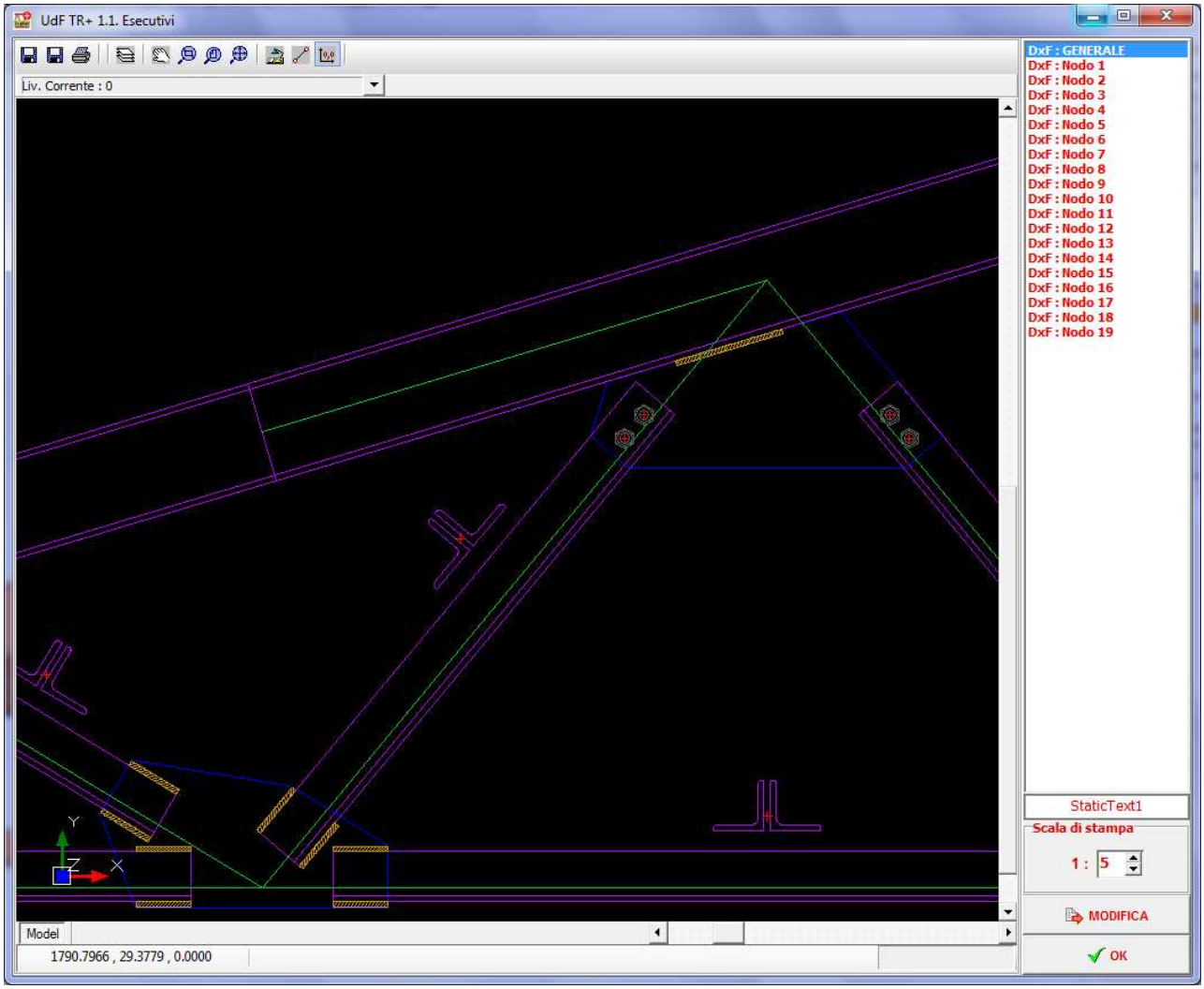
La finestra contiene una serie di controlli per stabilire le impostazioni volute della relazione ùche poi si ottiene premendo il pulsante **Genera**.



Finestra Relazione

Finestra tavole dxf

La finestra si apre sulla pagina contenente il Dxf generale della struttura.



Nel pannello di destra vengono visualizzati l'elenco di tutti i dxf generati per la struttura e la scala di stampa..

Input

L'input di **TRARET PLUS** consiste nella definizione dei nodi e delle aste che costituiscono la discretizzazione della struttura, delle proprietà interne della struttura stessa e delle azioni esterne. Sono necessarie inoltre alcune informazioni di carattere generale (i parametri per la definizione delle accelerazioni spettrali normative, gli sbalzi termici per le aste di fondazione e le aste di elevazione, etc).

Per iniziare un nuovo progetto sono disponibili due strade: la creazione generica (pulsante **Nuovo Progetto**) e l'utilizzo del Wizard di definizione della struttura.

Gli elementi essenziali per la definizione di un progetto sono nodi, aste, tipologie sezioni trasversali aste, materiali, azioni di carico, vincoli esterni.
La definizione dei nodi e delle aste può essere fatta in maniera diretta o tramite l'ausilio di alcuni strumenti automatici, quali il Wizard, la funzione di copia, etc.

La definizione di un nodo consiste nella specifica delle sue coordinate spaziali. Il nodo è dotato inoltre di altre proprietà. Le proprietà dei nodi sono:

- Vincoli esterni nodali
- Carichi esterni nodali

La definizione di un'asta consiste nella specifica dei nodi ai quali l'asta è connessa. Le aste sono dotate inoltre di altre proprietà.
Le proprietà editabili di un'asta sono:

- Vincoli interni nodo iniziale
- Vincoli interni nodo finale
- Tipologia Sezione Trasversale. All'asta viene assegnata una tipologia di sezione trasversale fra quelle disponibili definite tramite l'Editor delle tipologie di sezioni trasversali d'asta.
- Carichi distribuiti sull'asta: per ogni azione di carico utente

Le azioni di carico del progetto si distinguono fra quelle predefinite e quelle definite dall'utente. Quelle predefinite sono:

- **Pesi Strutturali**. Tale azione comprende i pesi propri delle aste e i pesi propri dei pannelli per i quali viene attivato il carico Pesi Strutturali.
- **Pesi Non Strutturali**. Tale azione comprende i pesi propri dei pannelli per i quali viene attivato il carico Pesi Non Strutturali.
- **Carico Termico**. Variazione termica delle aste.

Le azioni di carico utente si distinguono fra quelle pannellari e quelle per i carichi diretti su aste e nodi. Le azioni di carico pannellari si definiscono tramite l'**Editor dei Carichi Pannellari**, mentre le azioni dirette si definiscono tramite **l'Editor delle Combinazioni di Carico**.

Per poter effettuare l'analisi con successo tutte le aste devono essere dotate di tipologia sezione trasversale. Di default nel progetto non sono contenute tipologie di sezioni trasversali di aste, perciò l'utente per fare l'analisi deve definirne almeno una. Di default alle aste create per via diretta è assegnata l'ultima tipologia assegnata. Quando non sono ancora state assegnate tipologie viene assegnata Nessuna Tipologia, perciò per fare l'analisi l'utente deve assegnare una tipologia.

Per poter effettuare l'analisi con successo inoltre la struttura deve essere opportunamente vincolata esternamente. Possono essere definiti come vincoli esterni un qualsiasi vincolo nodale perfetto tramite la specifica di flag di vincolo per ciascuno dei sei gradi di libertà nodali e possono anche essere messi letti di molle alla Winkler associati ad aste.

Nuovo Progetto da Wizard

La creazione di un nuovo progetto mediante l'utilizzo del Wizard consente di generare, dopo la selezione del tipo di reticolare e dopo aver fornito i dati necessari, un insieme di nodi e aste già posizionati secondo lo schema del tipo di reticolare scelto. Nodi e aste saranno poi modificabili/cancellabili successivamente.

Inserimento diretto Nodi

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Nodi** e poi il pulsante **Inserimento** . Cliccando sull'area di Lavoro viene inserito un nuovo nodo e quindi caricato nell'**Editor dei Nodi**. Le proprietà del nodo creato

direttamente vengono settate secondo valori di default al momento della creazione, ma possono essere modificate subito dopo.

Eliminazione Nodi

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Nodi** e poi il pulsante **Elimina** . Si selezionano i nodi da eliminare. Confermata la selezione i nodi vengono eliminati.

Modifica Nodi

La procedura si può usare in congiunzione con **Inserimento Multiplo Nodi** e serve per spostare un nodo connesso a sole 2 aste allineate**.** La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Nodi** e poi il pulsante **Modifica** . Si seleziona il nodo da spostare (la selezione avviene clickando il nodo desiderato, senza confermare con il tasto destro del mouse). Confermata la selezione si apre un editor dove un campo di distanza e la scelta di un riferimento (nodo iniziale o nodo finale) specifica una nuova posizione del nodo che diventa effettiva clickando il pulsante **OK**. Un pulsante **Centra** è inoltre disponibile per risistemare il nodo al centro dei due nodi di riferimento.

Inserimento diretto aste

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Aste** e poi il pulsante **Inserimento** . Quindi si selezionano i nodi connessi all'asta e si preme il tasto destro del mouse per confermare.. Le proprietà al momento dell'inserimento vengono settate secondo valori di default

Eliminazione Aste

La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Aste** e poi il pulsante **Elimina** . Si selezionano le aste da eliminare. Confermata la selezione le aste vengono eliminate.

Selezione

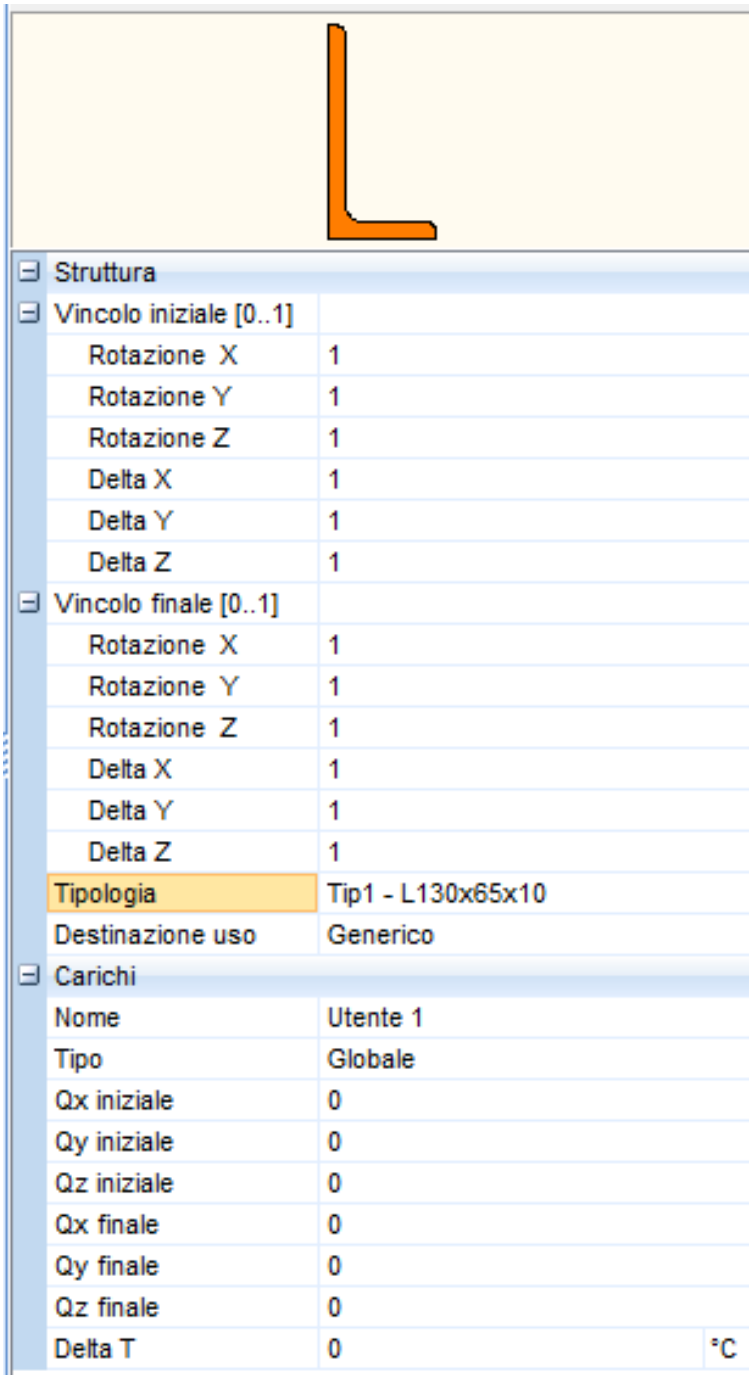
Nelle operazioni sugli oggetti, è necessario effettuare la selezione degli oggetti su cui eseguire l'operazione. Che si tratti di nodi, , le modalità di selezione sono uguali. Una volta che si è entrati nella procedura dell'operazione desiderata la selezione può essere effettuata puntualmente e/o tramite riquadri di selezione. Durante la fase di selezione è possibile fare la deselezione tenendo però premuto il tasto CTRL: scegliendo puntualmente o tramite un riquadro di selezione un oggetto già selezionato mentre si tiene premuto il tasto CTRL, lo si deseleziona; scegliendo puntualmente o tramite un riquadro di selezione un oggetto non selezionato mentre si tiene premuto il tasto CTRL, lo si seleziona. Una volta che tutti gli oggetti voluti sono stati selezionati, occorre clickare il tasto destro del mouse per confermare la selezione. I riquadri di selezione si effettuano con un click sul primo vertice del riquadro e un secondo click per definire il vertice opposto. Tutti gli oggetti contenuti per intero nel riquadro vengono selezionati.

Dati Generali

Il progetto è caratterizzato da alcuni dati generali che all'inizio sono settati secondo valori di default, ma che possono essere modificati in qualsiasi momento tramite la **Finestra dei Dati Generali**. Fra tali dati è possibile scegliere, in particolare, per quali stai limite ottenere i risultati dell'analisi ed effettuare le verifiche.

Modifica Aste

Per visualizzare o modificare le proprietà delle aste occorre premere il pulsante **Aste** e poi il pulsante **Modifica**. A questo punto, a selezione effettuata, vengono visualizzate un elenco di proprietà da poter modificare.



Copia Proprietà Aste

Con questa procedura è possibile copiare parzialmente o totalmente le proprietà di un'asta e incollarle su altre aste. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Aste** e poi il pulsante **Copia Proprietà** . Si clicka l'asta sorgente e (senza confermare con il tasto destro del mouse) viene visualizzato l'elenco delle proprietà editabili dell'asta. Si scelgono le proprietà da copiare. Si selezionano le aste su cui incollare le proprietà. Confermata la selezione viene effettuata l'assegnazione.

Inserimento Multiplo Nodi

Con questa procedura è possibile inserire un numero di nodi equidistanti su un'asta e spezzare l'asta stessa secondo la nuova configurazione di nodi ottenuti. La procedura si effettua nel modo seguente: si preme il pulsante **Nodi** e poi il pulsante **Inserimento Multiplo** . Si seleziona un'asta e si specifica il numero di nodi da inserire.

Sposta Nodi

L'operazione di sposta consente, fornendo un delta X ed un delta Y di traslare i nodi selezionati.

Si accede all'operazione di sposta premendo prima il pulsante **Nodi** e dopo il pulsante **Sposta** **.**

Vincoli assoluti

Di default tutti i nodi creati direttamente sono liberi. È possibile successivamente inserire e modificare i vincoli nodali secondo tutti i possibili vincoli perfetti. Nella definizione dei vincoli nodali sono disponibili inoltre come predefiniti quelli più usati e cioè l'incastro, la cerniera cilindrica, i carrelli lungo le direzioni in pianta, il nodo libero. Per accedere all'operazione di *inserimento* dei vincoli esterni occorre clickare il pulsante **Vincoli Esterni** e poi il pulsante **Inserimento** **.** L'operazione si esegue scegliendo il tipo di vincolo prima ed effettuando dopo la selezione dei nodi.

Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei vincoli nodali per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante **Vincoli Esterni** e poi il pulsante **Modifica** **.** Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati gli eventuali vincoli in comune dei nodi selezionati. Dopo di che si può scegliere un tipo di vincolo e clickando il pulsante **Applica Vincolo** si assegnano i nuovi vincoli ai nodi selezionati.

Vincoli Relativi

Di default tutte le aste create direttamente hanno come vincoli interni incastri perfetti. È possibile successivamente inserire e modificare i vincoli interni secondo un decimale contenuto nell'interavallo chiuso [0,1] per ogni grado di libertà. Per accedere all'operazione di *inserimento* dei vincoli interni occorre clickare il pulsante **Vincoli Interni** e poi il pulsante **Inserimento** **.** L'operazione si esegue scegliendo il tipo di vincolo prima ed effettuando dopo la selezione delle aste. A questo punto si può modificare il vincolo, scegliendo un vincolo e clickando il pulsante **Applica.** Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei vincoli interni per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante **Vincoli Interni** e poi il pulsante **Modifica** **.** Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i massimi gradi di vincolo delle aste selezionate. Dopo di che si può scegliere un tipo di vincolo e clickando il pulsante **Applica** si assegnano i nuovi vincoli alle aste selezionati. I vincoli relativi delle aste possono inoltre essere settati tramite l'**Editor delle proprietà delle aste**.

Carichi Distribuiti sulle Aste

Di default tutte le aste create direttamente hanno carichi distribuiti nulli per ciascuna delle eventuali azioni di carico utente. È possibile successivamente inserire e

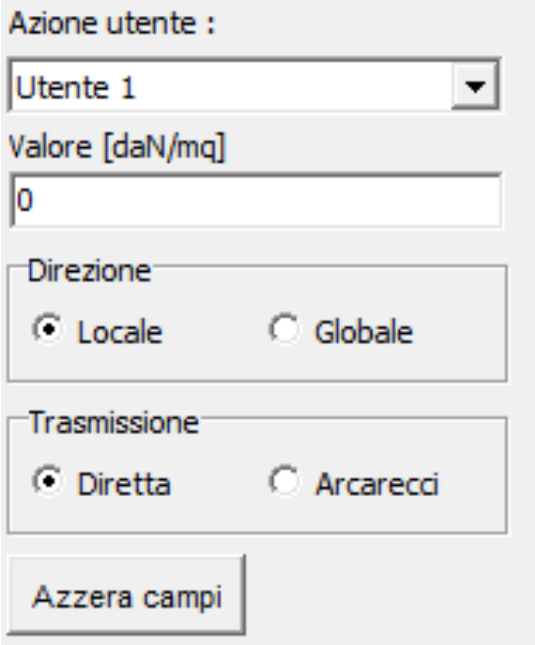
modificare diversi carichi. Per accedere all'operazione di inserimento occorre clickare il pulsante **Carichi Distribuiti su Aste** e poi il pulsante **Inserimento** **.** L'operazione si esegue scegliendo i carichi da assegnare prima ed effettuando dopo la selezione delle aste. Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei carichi per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante **Carichi Distribuiti su Aste** e poi il pulsante **Modifica** **.** Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i minimi carichi delle aste selezionate per la prima azione di carico utente nel sistema globale. Dopo di che si possono scegliere carichi e clickando il pulsante **Applica** si assegnano i nuovi carichi alle aste selezionati. I carichi distribuiti delle aste possono inoltre essere settati tramite l'**Editor delle proprietà delle aste**. I carichi distribuiti sulle aste devono essere associati ad un'azione di carico definita dall'utente. Di conseguenza se si accede alle operazioni relative ai carichi distribuiti, quando non sono state definite azioni di carico utente, si viene immessi nella finestra delle combinazioni dove si possono definire azioni di carico utente.

Carichi Nodali

Di default tutti i nodi creati direttamente hanno carichi nulli per ciascuna delle eventuali azioni di carico utente. È possibile successivamente inserire e modificare diversi carichi. Per accedere all'operazione di inserimento occorre clickare il pulsante **Carichi Nodali** e poi il pulsante **Inserimento** **.** L'operazione si esegue scegliendo i carichi da assegnare prima ed effettuando dopo la selezione dei nodi. Inoltre è disponibile l'operazione di *modifica* dei carichi per visualizzare o modificare. Si accede a tale operazione clickando il pulsante **Carichi Nodali** e poi il pulsante **Modifica** **.** Nella procedura di modifica, prima si effettua la selezione. Confermata la selezione vengono visualizzati i minimi carichi dei nodi selezionati per la prima azione di carico utente. Dopo di che si possono scegliere i carichi e clickando il pulsante **Applica** si assegnano i nuovi carichi ai nodi selezionati. I

carichi nodali devono essere associati ad un'azione di carico definita dall'utente. Di conseguenza se si accede alle operazioni relative ai carichi concentrati, quando non sono state definite azioni di carico utente, si viene immessi nella finestra delle combinazioni dove si possono definire azioni di carico utente.

Carichi pannellari



Azioni e Combinazioni di carico

Il progetto è caratterizzato da azioni di carico e combinazioni di carico. Le combinazioni di carico sono raggruppate in inviluppi. Sono disponibili 4 inviluppi:

- SLV, stato limite di salvaguardia della vita
- SLE-R, stato limite di esercizio, combinazioni rare o caratteristiche
- SLE-F, stato limite di esercizio, combinazioni frequenti
- SLE-QP, stato limite di esercizio, combinazioni quasi permanenti

Per ciascun inviluppo si possono definire le combinazioni associate tramite l'**Editor Combinazioni di Carico**. È possibile impostare automaticamente le combinazioni secondo la normativa. In particolare l'impostazione automatica segue le prescrizioni del DM 14/01/2008. L'impostazione automatica dipende dal tipo di ciascuna azione

di carico e dai coefficienti di combinazione ad esse associati. Le azioni di carico sono infatti classificate secondo la tipologia. Esclusi i tipi delle azioni sismiche e il carico termico, che sono solo azioni predefinite, i tipi di azione di carico utente sono:

- Peso strutturale
- Peso non strutturale
- Vento
- Neve
- Cat. A – DM2008
- Cat. B – DM2008
- Cat. C – DM2008
- Cat. D – DM2008
- Cat. E – DM2008
- Cat. F – DM2008
- Cat. G – DM2008
- Cat. H – DM2008

Le azioni di carico sismiche sono diverse a seconda dello spettro di progetto utilizzato (SLC,SLV,SLD,SLO).
I pesi delle aste sono inclusi nell'azione predefinita **Pesi strutturali**.

Per le azioni di carico alle quali è possibile associare la massa equivalente, l'utente può scegliere se associarla o meno, tramite l'**Editor delle Proprietà delle Azioni di Carico**.

Per le combinazioni non sismiche (cioè dove non sono presenti carichi sismici) dove si prevedono più carichi accidentali concomitanti con uno di essi a rotazione dominante e gli altri secondari, si seguono le seguenti specifiche:

- Si assume che a essere concomitanti con altre azioni accidentali siano solo le azioni di carico di tipo utilizzo, cioè da categoria A a categoria H.

- Le azioni di carico di tipo utilizzo sono considerate sempre concomitanti e caratterizzate dallo stesso coefficiente
- Nella combinazione con un'azione di carico di tipo Vento dominante, le azioni permanenti si prendono con il coefficiente parziale favorevole cioè 1.0.
- Per ogni azione di tipo vento o neve è associata una combinazione con tale azione dominante e le altre dello stesso tipo assenti.

Calcolo

La procedura di soluzione dell'analisi strutturale viene avviata premendo il pulsante **Avvia Calcolo**. La procedura non verrà conclusa con successo se il progetto contiene una struttura labile. Una volta che viene eseguito il calcolo con successo, vengono memorizzati i risultati dell'analisi e i risultati degli inviluppi. A questo punto potranno essere eseguite le procedure di Verifica Aste, Verifica Solai, Stampa Relazione, Esporta Fondazione.

La procedura esegue analisi statica per tutte le azioni di carico del progetto, tranne per quelle sismiche per le quali si esegue analisi dinamica modale. In particolare, l'analisi dinamica modale eseguita consente di valutare gli effetti del sisma lungo le tre direzioni di riferimento e inoltre quelli nelle direzioni di riferimento in pianta tenendo in conto l'effetto della torsione dovuta all'eccentricità accidentale. [5]

Visualizza Risultati Calcolo

Fatto il calcolo, è possibile visualizzare i risultati tramite la finestra apposita alla quale si accede tramite il pulsante **Visualizza Diagrammi.** I risultati sono disponibili in termini di spostamenti o di sollecitazioni. Sono disponibili azioni, combinazioni, inviluppi

Verifiche Aste

Una volta effettuato il calcolo, è possibile generare le verifiche delle aste e dei solai. Clickando il pulsante **Verifiche**, si apre la **Finestra delle verifiche**. Nella finestra delle verifiche c'è la possibilità di selezionare un'asta o un travetto di solaio oppure fare la verifica di tutte le aste o di tutti i solai. Le verifiche delle aste vengono fatte secondo il programma VerSeA.

Genera Relazione

Effettuato il calcolo, è possibile redigere automaticamente la relazione di calcolo dettagliata. Premendo il pulsante **Stampa relazione** si accede alla finestra che consente di impostare ed effettuare la stampa.

VerSeA

Verifica Sezioni in Acciaio
Versione 4.2

Manuale d’uso

Premessa

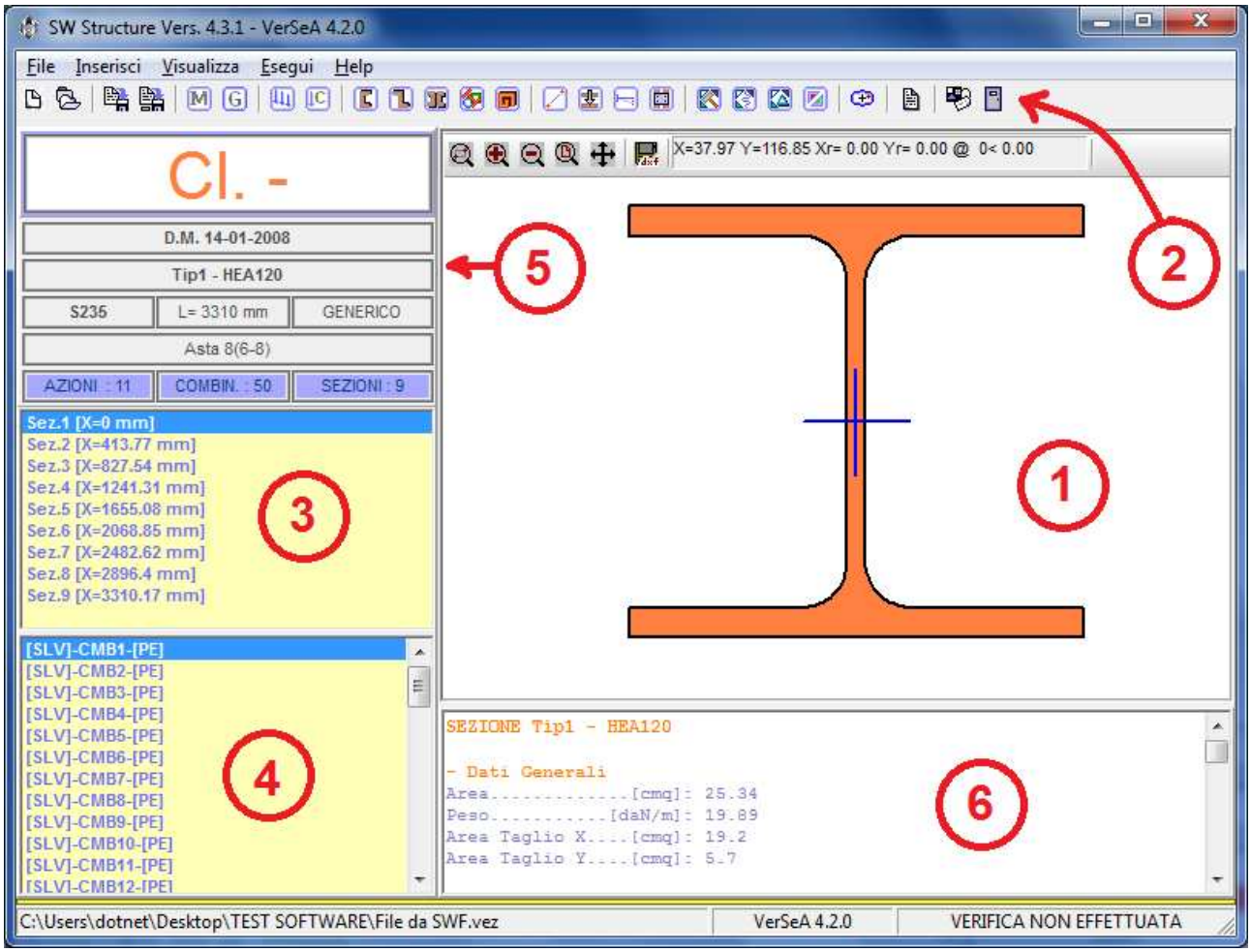
VerSeA è il software, prodotto da Stacec, indirizzato all'analisi di elementi singoli con sezione semplice a parete piena o composta da più profilati in acciaio.
VerSeA è utilizzato da tutti i softwares Stacec capaci di analizzare strutture o parti di strutture in acciaio come SeMiSteel B-Plus, SoVar, SeMisteel S-Plus, SWF, FaTAe, TraRet Plus. In questi casi sarà compito del software chiamante passare, di volta in volta, le informazioni geometriche, meccaniche e sollecitazionali necessarie a VerSeA per la verifica delle generiche aste in acciaio.
VerSeA, tuttavia, è stato studiato per consentire un utilizzo generale in piena autonomia da altri softwares. Ovviamente questo modo di procedere comporterà un inserimento dettagliato delle informazioni in input necessarie per svolgere le verifiche richieste da parte dell'utente.

Input

L'ambiente principale di VerSeA è composto da sei sezioni distinte

1. Finestra di visualizzazione della sezione trasversale;
2. Barra degli strumenti;
3. Lista delle sezioni di verifica;
4. Lista delle combinazioni di carico;
5. Informazioni generali;
6. Visualizzatore dei risultati;

La figura seguente colloca con la stessa numerazione le sei sezioni sopra citate all'interno dell'ambiente principale.



La barra degli strumenti è composta, a sua volta, dai seguenti pulsanti:

1. Crea Nuovo File;

   Comando per inizializzare l'input. Vengono, dunque, azzerate tutte le modifiche non salvate.

2. Apre Nuovo File;

   Ricerca e apertura di un file elaborato e salvato in precedenza con VerSeA.

3. Salva su File;

   Salvataggio delle modifiche apportate all'input.

4. Salva su nuovo File;

   Salvataggio delle modifiche apportate all'input di un file salvato in precedenza su un nuovo file con nome diverso dall'originario.

5. Materiali;

   Definizione delle proprietà meccaniche dei materiali.

6. Dati generali;

   Definizione di informazione di carattere generale indispensabili per poter effettuare le verifiche (Normativa di riferimento, Coefficienti di sicurezza, destinazione d'uso dell'elemento, etc .).

7. Azioni di carico;

   Definizione delle singole azioni di carico.

8. Combinazioni di carico;

   Definizione delle combinazioni di carico utilizzando le azioni definite al punto precedente tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.

9. Carica Profilato da Sagomario;

   Caricamento di un profilato da sagomario.

10. Definizione di un profilato personalizzato;

    Possibilità di definizione di un profilato personalizzato utilizzando e parametrizzando le forme primitive disponibili.

11. Definizione di una sezione composta;

    Definizione di una sezione composta da più profilati parametrizzando le composizioni primitive disponibili.

12. Carica file da CarEl;

    Apertura di un file contenente una sezione definita tramite il software CarEl.

13. Caratteristiche Imposte;

    Possibilità di imporre le caratteristiche elastiche e plastiche utilizzate nelle verifiche senza, di fatto, dipendenza dalla geometria.

14. Geometria;

Definizione della geometria dell'asta. Vengono stabilite le coordinate iniziali e finali dell'asse dell'asta, il numero e la collocazione delle sezioni interne dove effettuare le verifiche, i vincoli esterni, i ritegni torsionali e le sezioni trasversali associate.

15. Sollecitazioni;

    Definizione delle sollecitazioni da inserire per ognuna delle sezioni definite al punto (14) e per ognuna delle azioni definite al punto (7). VerSeA provvede, in automatico, a legare tali sollecitazioni tramite le combinazioni di carico definite al punto (8).

16. Dati deformabilità;

    Definizione dei dati di input necessari per effettuare le verifiche di deformabilità.

17. Collegamenti;

    Definizione dei dati di input relativi ai calastrelli, tralicciature o imbottiture necessari per effettuare la verifica di stabilità nel caso di colonne composte da più profilati.

18. Verifica di resistenza;

    Effettua solo le verifiche di resistenza dell'asta in tutte le sezioni definite al punto (14) e per tutte le combinazioni di carico definite al punto (8).

19. Verifica di stabilità;

    Effettua solo le verifiche di stabilità dell'asta in tutte le sezioni definite al punto (14).

20. Verifica di deformabilità;

    Effettua solo le verifiche di deformabilità tramite la geometria definita al punto (14) e i dati inseriti al punto (16).

21. Tutte le verifiche;

    Effettua tutte le verifiche definite ai punti (18), (19) e (20).

22. Dominio di resistenza;

Visualizza in 3D il dominio spaziale di resistenza e tutti gli stati sollecitazionali agenti nelle sezioni dell'asta tramite le terne (N,M1,M2).

23. Relazione di calcolo;

    Crea e visualizza la relazione di calcolo.

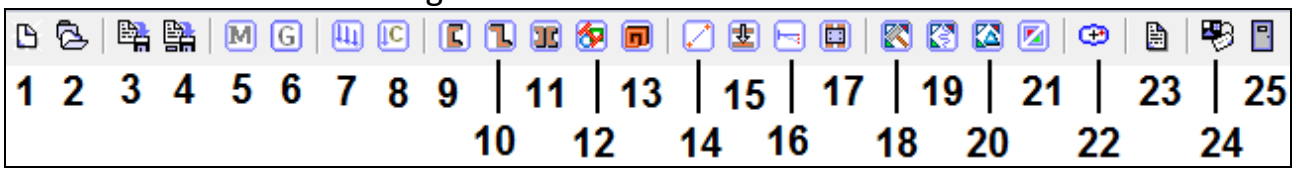
24. About VerSeA;

    Restituisce informazioni sulla versione e sulla data di pubblicazione di VerSeA.

25. Chiudi VerSeA.

    Chiude il software.

La figura seguente colloca con la stessa numerazione i pulsanti sopra citati all'interno della barra degli strumenti.



Di seguito vengono proposti un esempio che avrà come obiettivo la creazione e la spiegazione dei passi necessari per la verifica completa di una trave a parete piena.

Esempio

-Verifica di una trave in acciaio a parete piena-

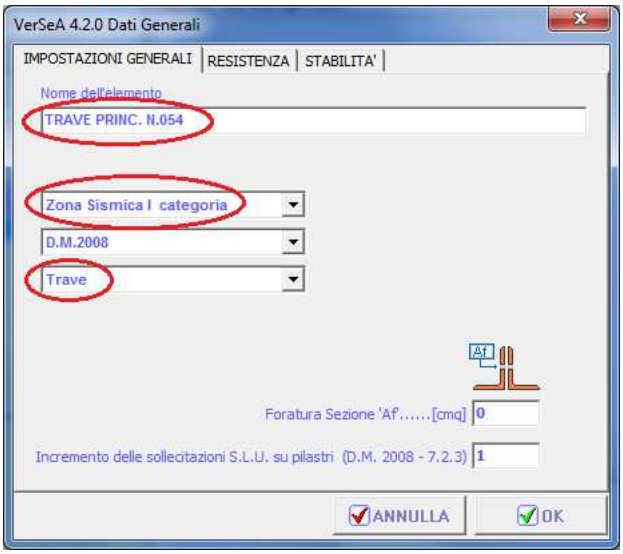
Passo 1.

Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante 'Crea nuovo File' (1) per inizializzare l'input e successivamente sul pulsante 'Materiali' (5). Dalla finestra così apparsa e 'Tipologia acciaio' selezionare dalla lista degli acciai a sinistra il tipo S355 e cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 2.

Sempre dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante 'Dati Generali' (6) per fare apparire la finestra omonima.

Nella sezione 'IMPOSTAZIONI GENERALI' apportare le modifiche riportate nella figura seguente



La foratura della sezione 'Af' viene utilizzata, se fornita, per il calcolo dell'area netta resistente nel caso di verifiche di resistenza a trazione.

Nella sezione 'RESISTENZA' è possibile scegliere il tipo di verifiche da effettuare. Le possibilità proposte sono:

- ✓ Elastica

  In tale caso viene eseguita in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico, indipendentemente dalla classe, una verifica di tipo elastica in cui la tensione limite di progetto può essere presente, nel caso di flessione, solo in un punto della sezione. Nel caso

di sezioni di classe 4 vengono dimensionate e collocate le zone inefficaci e viene ripetuta l'analisi sulla sola parte efficace.

- ✓ Plastica Empirica

In tale caso viene eseguita in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico una verifica di tipo plastica tramite le formule empiriche e di uso generale indicate dalla normativa di riferimento ed in cui la tensione limite di progetto può essere presente, nel caso di flessione, contemporaneamente in tutta la sezione (completa plasticizzazione). Nel caso di sezioni di classe 3, la verifica plastica Empirica non è consentita e viene effettuata una analisi di tipo elastica. Nel caso di sezioni di classe 4 vengono dimensionate e collocate le zone inefficaci e viene effettuata l'analisi elastica sulla sola parte efficace.

- ✓ Plastica Iterativa

In tale caso viene eseguita in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico una verifica di tipo plastica tramite procedure iterative di ricerca grafica della posizione dell'asse neutro plastico in modo da bilanciare lo stato sollecitazionale, ed in cui la tensione limite di progetto può essere presente, nel caso di flessione, contemporaneamente in tutta la sezione (completa plasticizzazione). Nel caso di sezioni di classe 3, la verifica plastica Empirica non è consentita e viene effettuata una analisi di tipo elastica. Nel caso di sezioni di classe 4 vengono dimensionate e collocate le zone inefficaci e viene effettuata l'analisi elastica sulla sola parte efficace.

In genere tale tipo di verifica sfrutta maggiormente le capacità di resistenza della sezione e dunque risulta meno cautelativa della precedente anche se più veritiera.

- ✓ Automatica

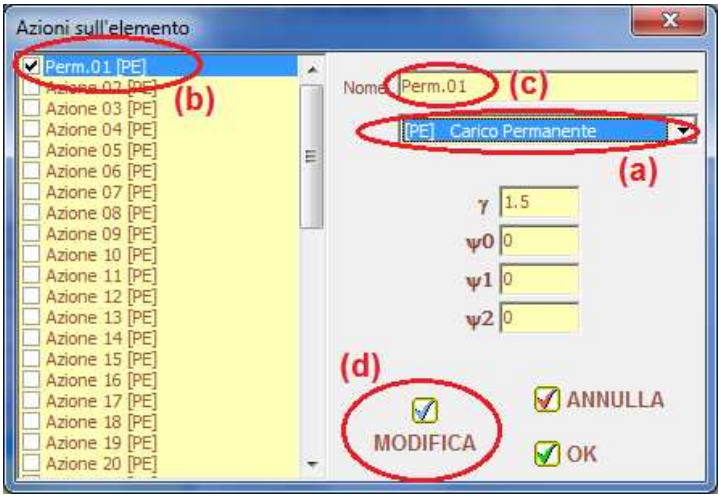
Viene automaticamente scelto il tipo di verifica più adatto, per ogni sezione e per ogni combinazione di carico, tra le tre precedentemente illustrate in funzione dello stato sollecitazionale presente e della classe della sezione.

La sezione ' STABILITA' ' prevede la gestione dei dati utili per la verifica a carico di punta che nel caso specifico (Trave) non viene effettuata.

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 3.

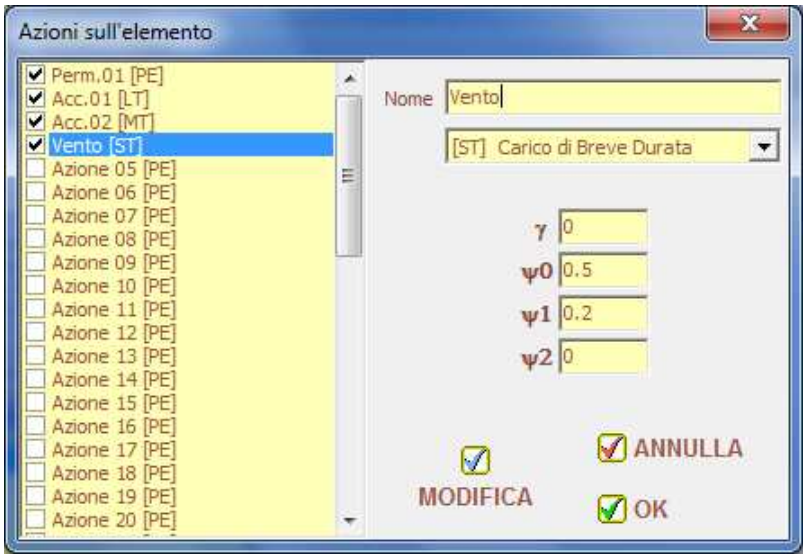
Cliccare sul tasto 'Azioni di Carico' (7) della barra degli strumenti per fare apparire l'ambiente 'Azioni sull'elemento' dove sarà possibile stabilire le singole e semplici azioni di carico da combinare successivamente per ottenere i vari stati sollecitazionali.



Con riferimento alla precedente figura eseguire le seguenti operazioni:

- ✓ Inserire il segno di spunta (b) in prossimità della prima voce della lista delle azioni disponibili collocata a sinistra della finestra attiva;
- ✓ Nel selettore della durata dei carichi (a) scegliere '[PE] Carico permanente';
- ✓ Inserire nel campo 'Nome' la sigla 'Perm.01' (c);
- ✓ Cliccare sul tasto modifica (d) per accettare le preferenze appena inserite.

Ripetere le precedenti operazioni per definire altre tre azioni di carico per ottenere alla fine la situazione riproposta dalla seguente figura.



Tenere presente che le azioni, sintetizzate nella lista posta a sinistra della finestra attiva, presentano sempre al fianco del nome scelto dall'utente anche la sigle della durata dell'azione di carico tra parentesi quadre. In particolare si ha:

[PE] : *carichi permanenti;*

[LT] : *carichi di lunga durata;*

[MT] : *carichi di media durata;*

[ST] : *carichi di breve durata;*

[IN] : *carichi istantanei.*

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 4.

Cliccare sul tasto 'Combinazioni di Carico' (8) della barra degli strumenti per fare apparire la finestra omonima dove, nella parte sinistra, appare la lista delle azioni definite al punto precedente mentre nella parte destra è presente la lista delle combinazioni da attivare e definire tramite i coefficienti di partecipazione.

Inserire il segno di spunta in corrispondenza della prima combinazione 'COMB.01' (a) e successivamente i coefficienti (b) così come riportati nella figura seguente.

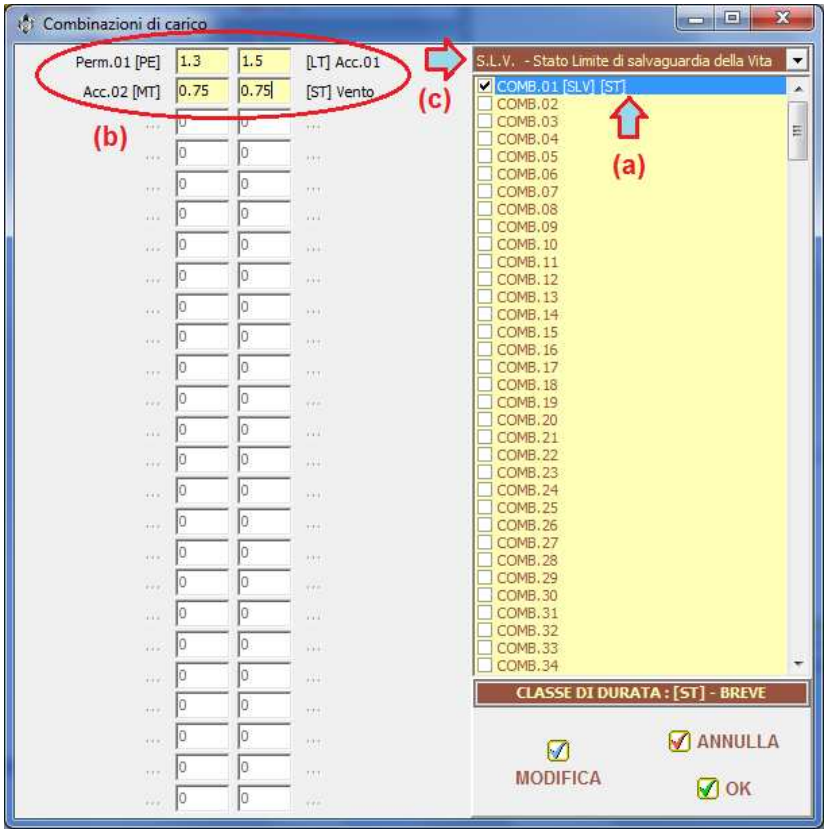
Impostare lo stato limite della combinazione a 'S.L.V.'.

Cliccare successivamente il tasto 'MODIFICA' per accettare i dati inseriti e notare come il nome della combinazione nella lista a sinistra sia corredato da due sigle tra parentesi quadre.

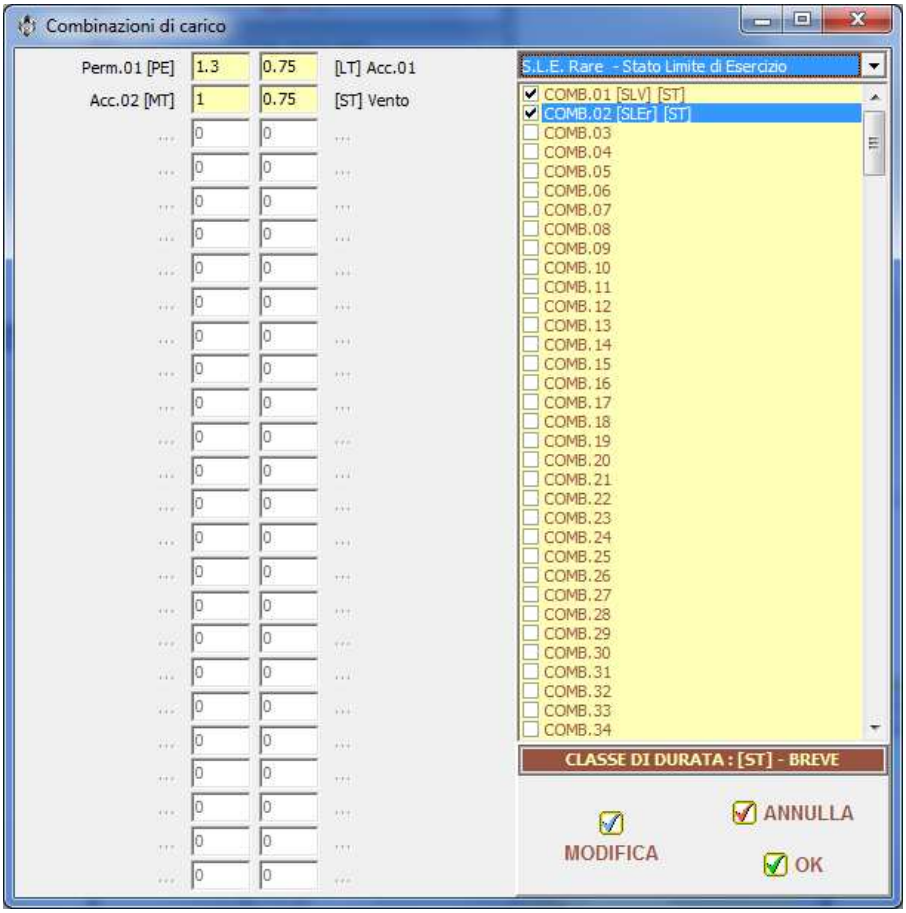
Nel caso specifico tali sigle risultano essere:

[SLV] : Indica lo stato limite della combinazione di carico definita;

[ST] :Indica la durata della combinazione calcolata in funzione della durata più breve tra tutte le azioni partecipanti alla combinazione stessa.



Inserire con le stesse procedure sopra riportate una nuova combinazione di carico con i parametri identici a quelli riportati nella figura seguente.



Cliccare su ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 5.

Cliccare sul tasto ‘Carica Profilato da sagomario’ (9) della barra degli strumenti per fare apparire il sagomario dei profilati standard. Selezionare una IPE240 e ritornare nell’ambiente principale.

Passo 6.

Cliccare sul tasto ‘Geometria’ (14) della barra degli strumenti per fare apparire la finestra ‘Geometria Elemento’.

Tale nuovo ambiente è composto, sostanzialmente da sette parti:

1. Lista delle sezioni;

   Elenca le sezioni previste e decide la sezione attiva.

2. Gestione del numero di sezioni;

   Determina il numero di sezioni presenti.

3. Coordinate degli estremi dell'asta;

   Consente di personalizzare il posizionamento del nodo iniziale e finale dell'asta in esame.

4. Posizionamento delle sezioni;

   Distanzia la sezione attiva dalla sezione immediatamente precedente. Nel cado della sezione N.1 indica, invece, la distanza dal nodo iniziale.

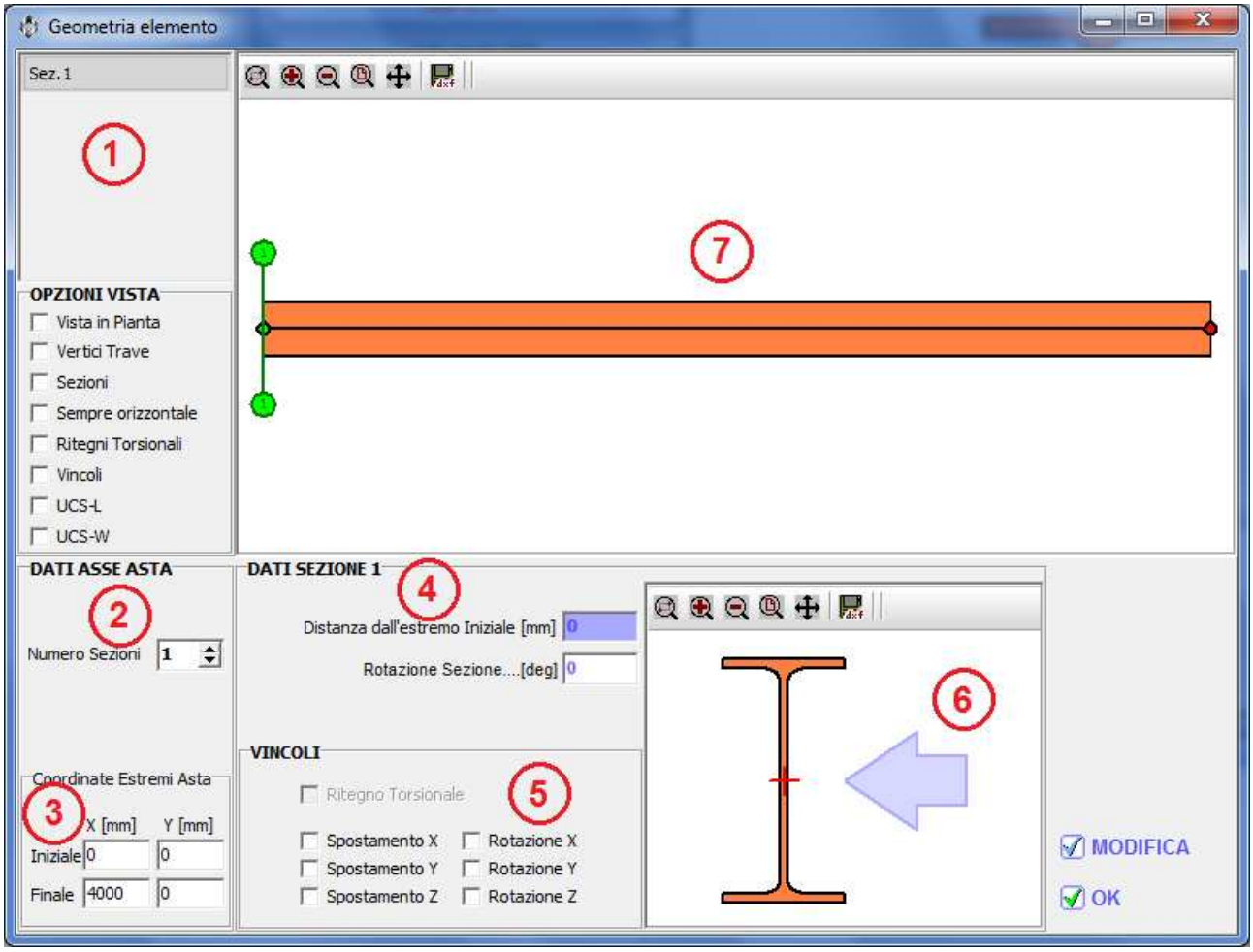
5. Vincoli esterni;

   Determina i vincoli esterni presenti alle estremità dell'asta ed i ritegni torsionali nelle sezioni interne.

6. Ambiente di graficizzazione della sezione trasversale;

7. Ambiente di graficizzazione principale;

Le sezioni sopra definite vengono, nella figura seguente, individuate con la medesima numerazione.



Nella sezione ‘Coordinate Estremi Asta’ inserire:

	X[mm]	Y[mm]
Nodo Iniziale	0	0
Nodo Finale	4800	0

per definire un’asta lunga 4800 mm e cliccare sul tasto ‘MODIFICA’.

Portare il numero di sezioni (2) a tre e selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 1.

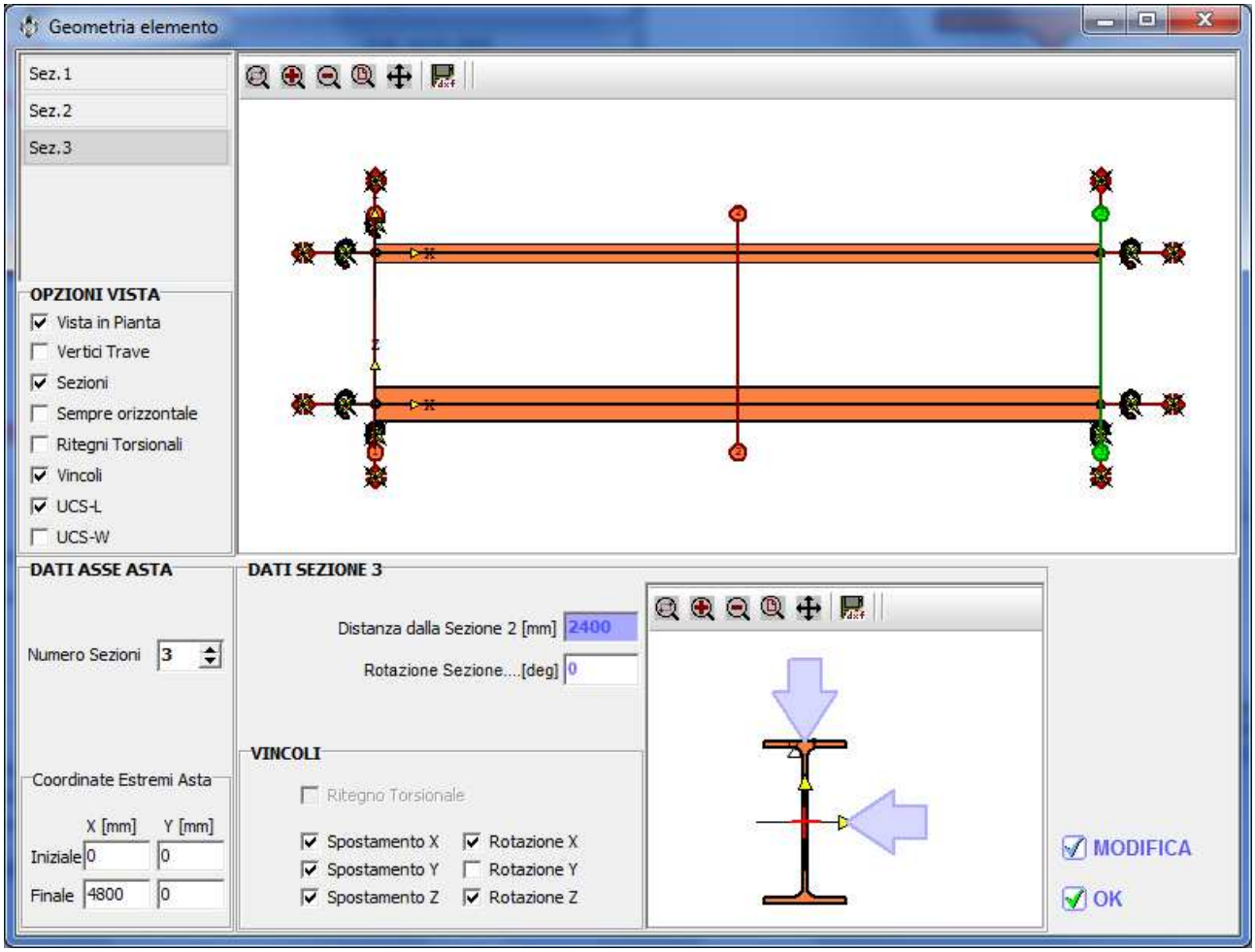
Lasciare invariata la sezione ‘Dati Sezione 1’ (4) mentre nella sezione ‘Vincoli’ (5) inserire il segno di spunta su tutti i cinematismi e cliccare sul tasto ‘MODIFICA’.

Selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 2 e distanziarla di 2400 mm dalla sezione 1 per porla in mezzeria all'asta e cliccare sul tasto 'MODIFICA'.

Selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 3 e distanziarla di 2400 mm dalla sezione 2 per porla all'estremità finale dell'asta e nella sezione 'Vincoli' (5) inserire il segno di spunta su tutti i cinematismi con eccezione della voce 'Rotazione Y' e cliccare sul tasto 'MODIFICA'.

Nelle 'Opzioni Vista' inserire il segno di spunta sulle voci 'SEZIONI' per visualizzare la posizione di tutte le sezioni definite (la sezione attiva è rappresentata in verde mentre le altre in rosso) , 'VINCOLI', 'VISTA IN PIANTA' e 'UCS-L' per visualizzare il sistema di riferimento locale dell'asta.

Se le operazioni sono state eseguite in modo corretto l' ambiente di graficizzazione principale (7) dovrebbe apparire come nella figura seguente.



Si noti che:

- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) viene raffigurata, posta in alto, la vista in pianta dell'asta rappresentata dal piano X-Y;
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) viene raffigurata anche la vista laterale dell'asta rappresentata dal piano X-Z;
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) Nella vista in pianta in prossimità del nodo finale non viene raffigurato il vincolo che impedisce la rotazione attorno all'asse Y contrariamente al nodo iniziale ed in accordo con l'input inserito per la sezione 3.
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione della sezione trasversale (6) la sezione del profilato viene rappresentata nel piano Y-Z in sintonia con le viste in pianta e laterale.

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 7.

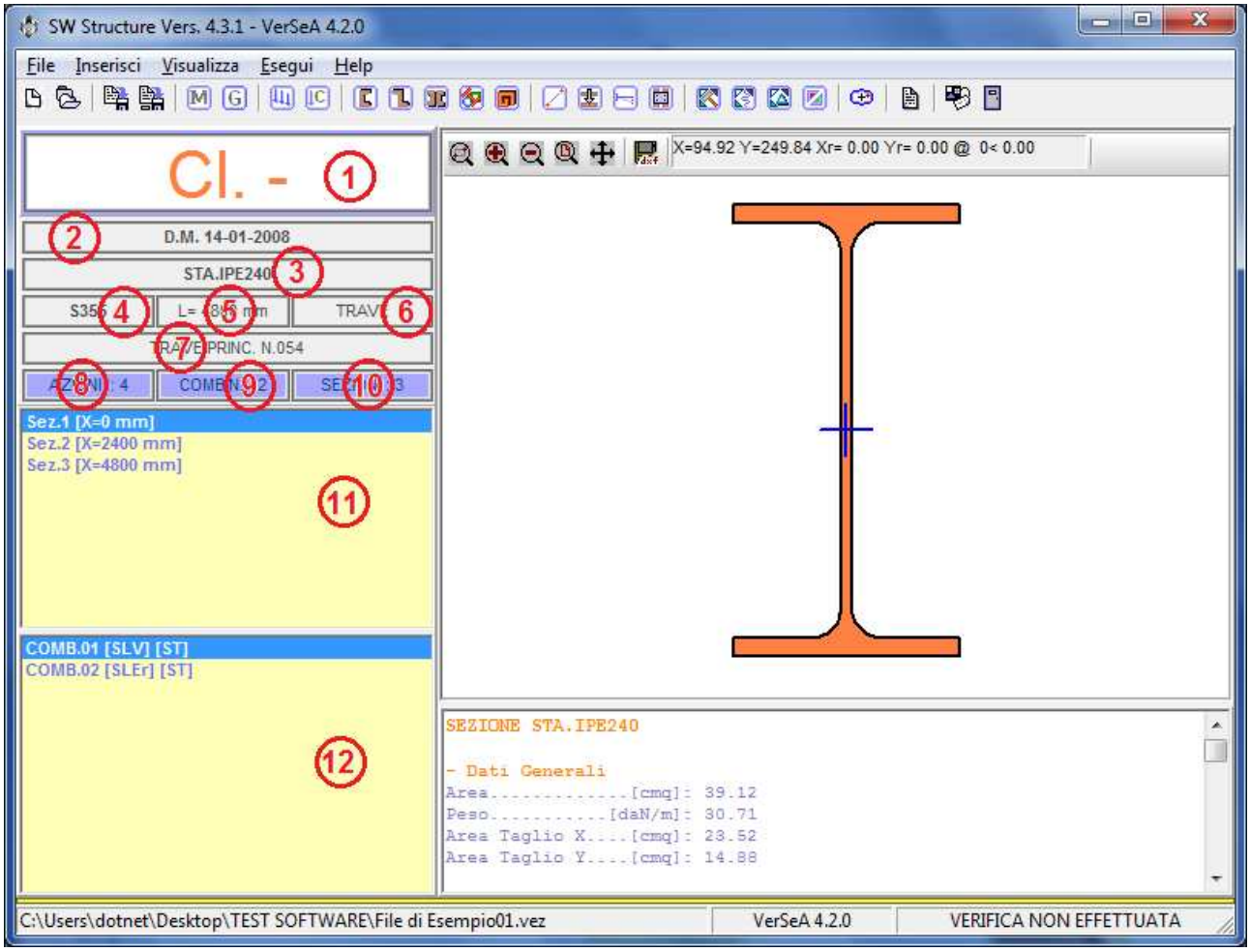
VerSeA consente di tenere sempre sotto controllo in modo diretto ed immediato i valori fin qui inseriti nell'apposita sezione 'Informazioni Generali' dell'ambiente principale posta in alto a sinistra.

In particolare saranno sempre visibili:

1. La Classe della sezione esprimibile, però, solo dopo le analisi di verifica ed in funzione di una combinazione di carico.
2. La normativa di riferimento scelta.
3. La sezione trasversale associata all'elemento.
4. Il tipo di acciaio dell'elemento.
5. La lunghezza dell'elemento intesa come distanza effettiva tra il nodo iniziale ed il nodo finale ed espressa in mm.
6. La destinazione d'uso dell'elemento indispensabile per la scelta delle verifiche da effettuare.

7. Nome dell'elemento, utile nel caso in cui il software venga richiamato ed utilizzato dall'esterno (da FaTAe, da SWF, da SeMiSteel B-Plus, ….) per capire di quale asta si tratta.
8. Il numero delle azioni definite al passo (3).
9. Il numero delle combinazioni definite al passo (4).
10. Il numero delle sezioni dell'elemento su cui effettuare le verifiche definite al passo (6).
11. Lista delle sezioni comprensiva della distanza di ognuna delle sezioni stesse dal nodo iniziale espressa in mm.
12. Lista delle combinazioni di carico con informazioni per ognuna delle combinazioni stesse sul tipo di Stato Limite e sulla durata del carico.

Nella figura seguente e nella sezione 'Informazioni Generali' dell'ambiente principale vengono individuati, con la stessa numerazione utilizzata sopra, i campi dove verranno visualizzate le 'Informazioni Generali'.



Passo 8.

Cliccare sul tasto 'Sollecitazioni' (15) della barra degli strumenti per fare apparire la finestra 'DEFINIZIONE DELLE AZIONI SULLE SEZIONI'. Questo ambiente è di importanza assoluta per la buona riuscita delle verifiche in quanto stabilisce come e quanto le azioni esterne sollecitano l'elemento da analizzare.

In particolare la finestra è composta da sette sezioni così articolate:

1. Lista delle sezioni.

   Consente di selezionare la sezione, così come definita al passo 6, interessata dallo stato sollecitazionale.

2. Lista delle azioni.

   Consente di selezionare l'azione di carico, così come definita al passo 3, interessata dallo stato sollecitazionale.

3. Stato sollecitazionale 1.

Definisce lo stato sollecitazionale da associare alla sezione ed alla combinazione selezionati. Lo stato sollecitazionale viene sempre riferito al sistema di riferimento locale dell'asta UCS-L e pertanto presenta le seguenti sollecitazioni:

- ✓ *N : sforzo normale espresso in daN agente lungo l'asse X dell'asta e positivo se di compressione.*
- ✓ *Ty: taglio espresso in daN agente lungo l'asse Y dell'asta e positivo se concorde con l'asse Y stesso.*
- ✓ *Tz: taglio espresso in daN agente lungo l'asse Z dell'asta e positivo se concorde con l'asse Z stesso.*
- ✓ *My: Momento Flettente espresso in daN m agente nel piano XZ ed attorno l'asse Y dell'asta. Risulta positivo se tende le fibre con Z minimo della sezione vista dal nodo finale al nodo iniziale.*
- ✓ *Mz: Momento Flettente espresso in daN m agente nel piano XY ed attorno l'asse Z dell'asta. Risulta positivo se tende le fibre con Y massimo della sezione vista dal nodo finale al nodo iniziale.*
- ✓ *Mt: Momento Torcente espresso in daN m agente nel piano YZ ed attorno l'asse X dell'asta. Risulta positivo se tende a fare ruotare la sezione, vista dal nodo finale al nodo iniziale, in senso orario.*

4. Angolo di rotazione di UCS-L.

Consente di ruotare il sistema di riferimento locale dell'asta UCS-L, e con esso le sollecitazioni inserite, rispetto al sistema di riferimento globale UCS-W su cui verranno decomposte e combinate tutte le azioni. La rotazione viene intesa in gradi sessagesimali [deg] e risulta positiva se antioraria.

5. Lista delle combinazioni di carico.

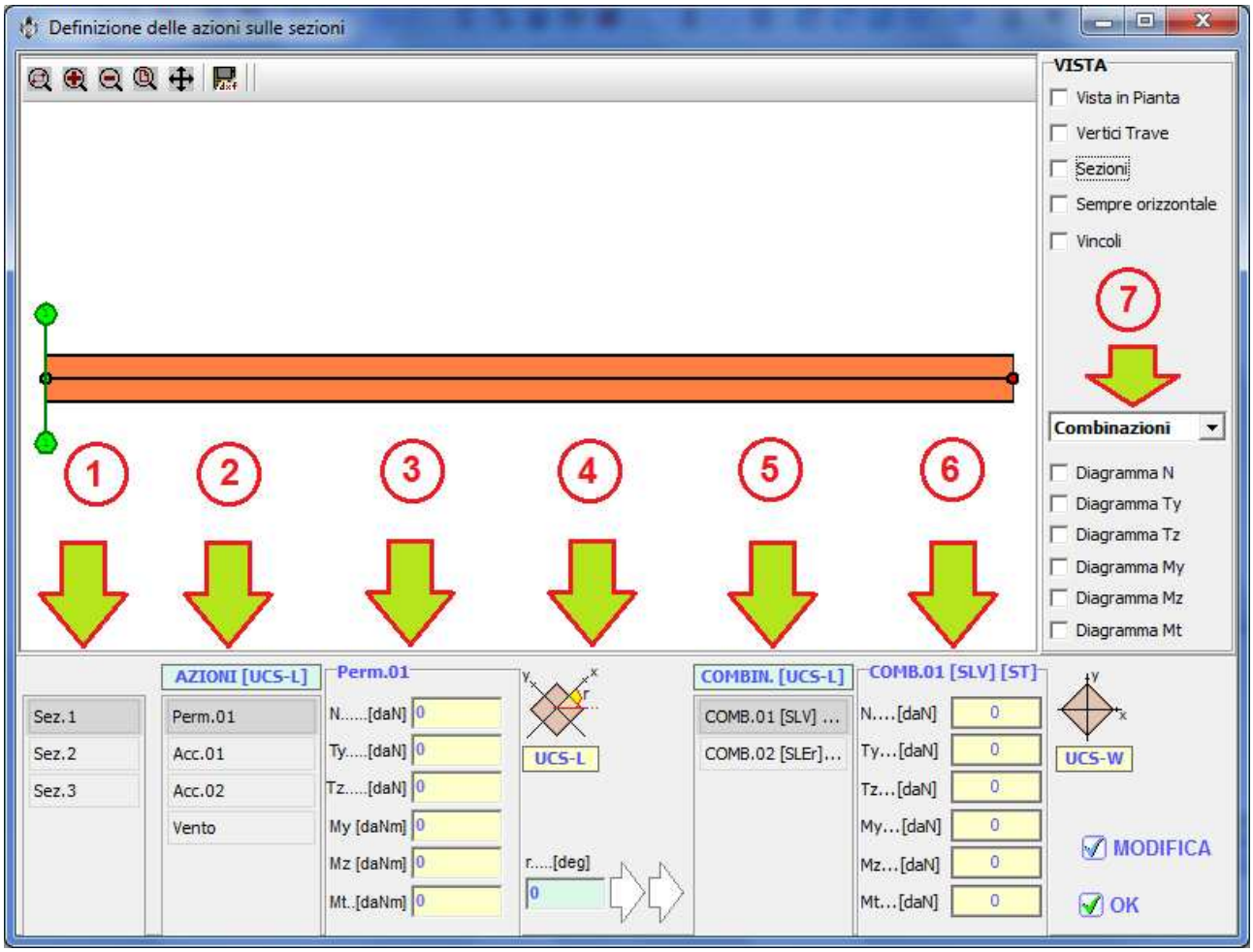
Consente di selezionare la combinazione di carico, così come definita al passo 4, da calcolare in automatico (tramite i coefficienti di partecipazione propri di ognuna delle azioni) e da visualizzare.

6. Stato sollecitazionale 2.

Viene, in questa sezione, visualizzato lo stato sollecitazionale relativo alla combinazione di carico selezionata (5) espresso nel sistema di riferimento globale UCS-W e dunque funzione dell'angolo di rotazione di UCS-L (4) oltre che dei coefficienti di partecipazione delle singole azioni alla combinazione stessa inseriti al passo 4.

7. Selettore diagrammi.

Consente di scegliere se visualizzare il diagramma delle sollecitazioni selezionato in riferimento alla lista delle azioni (2) o delle combinazioni (5).



Per cominciare ad inserire le sollecitazioni selezionare dalle apposite liste (1) e (2) ‘Sez.1’ e ‘Perm.01’. In questo modo potremo definire lo stato sollecitazionale relativo alla prima sezione ed alla prima azione di carico. Fornire per ‘Tz’ e per ‘My’ rispettivamente i valori -3500 daN e -1350 daNm e cliccare sul tasto ‘MODIFICA’ per accettare tali nuove informazioni.

Ripetere per le altre sezioni e per altre azioni le stesse operazioni inserendo i valori riportati nelle tabelle seguenti.

‘PERM.01’						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*

Sez.1	0	0	-2500	-1350	0	0
Sez.2	0	0	0	980	0	0
Sez.3	0	0	3500	0	0	0

'ACC.01'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-4500	-1050	0	0
Sez.2	0	0	0	740	0	0
Sez.3	0	0	5500	0	0	0

'ACC.02'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-4000	-965	0	0
Sez.2	0	0	0	620	0	0
Sez.3	0	0	4400	0	0	0

'VENTO'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	1300	500	0	0
Sez.2	0	0	0	-360	0	0
Sez.3	0	0	-1590	0	0	0

Se dati sono stati inseriti in modo corretto i valori ottenuti per le combinazioni di carico devono essere quelli riportati nei due prospetti seguenti.

'COMB.01 [SLV] [ST]'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-12025	**-3678.75**	0	0
Sez.2	0	0	0	2579	0	0
Sez.3	0	0	14907	0	0	0

'COMB.02 [SLEr] [ST]'

	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-9650	**-3132.5**	0	0
Sez.2	0	0	0	2179	0	0
Sez.3	0	0	11882.5	0	0	0

In tutte e due le precedenti tabelle la cella relativa a 'My' della 'Sez.1' è stata evidenziata. A titolo di esempio si dimostra come si siano ottenuti tali valori numerici.

Per **'COMB.01 [SLV] [ST]'**

$$My = 1.3\ My^{PERM.01} + 1.5\ My^{ACC.01} + 0.75\ My^{ACC.02} + 0.75\ My^{VENTO}$$

$$My = 1.3\ (-1350) + 1.5\ (-1050) + 0.75\ (-965) + 0.75\ (500) = \mathbf{-3678.75}\ daNm$$

Per **'COMB.02 [SLEr] [ST]'**

$$My = 1.3\ My^{PERM.01} + 0.75\ My^{ACC.01} + 1\ My^{ACC.02} + 0.75\ My^{VENTO}$$

$$My = 1.3\ (-1350) + 0.75\ (-1050) + 1\ (-965) + 0.75\ (500) = \mathbf{-3132.5}\ daNm$$

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 8.

Cliccare sul tasto 'Dati Deformabilità' (16) della barra degli strumenti per fare apparire la finestra 'Parametri Verifica Deformabilità'.

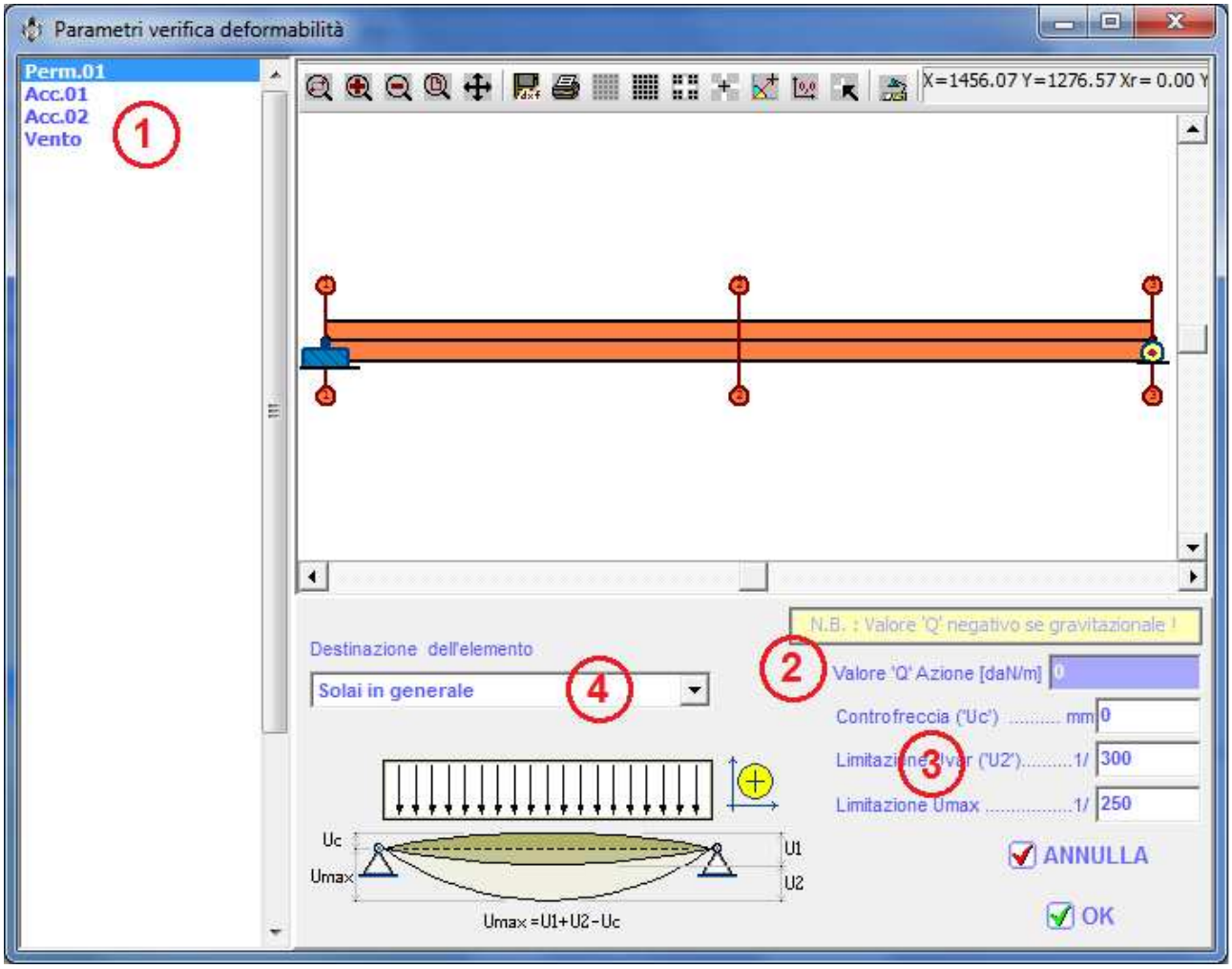
In questo nuovo ambiente verranno inserite le informazioni ancora mancati necessarie per poter effettuare le verifiche di deformabilità.

A sinistra è presente la lista delle azioni di carico (1) così come definita al passo 3.

Selezionata una azione è possibile inserire il valore del corrispondente carico uniformemente distribuito sull'asta nel campo 'Valore Q Azione' (2) che varierà, dunque, in funzione dell'azione di carico.

I valori forniti per la controfreccia e per le limitazioni della deformabilità espressi in (3) devono ritenersi, invece, costanti per tutte le azioni di carico.

Le limitazioni della freccia sono, inoltre, funzione del contesto in cui si trova l'elemento e determinato tramite il selettore (4).



Lasciare invariati i valori di default relativi alla destinazione dell'elemento (4) alle limitazioni della freccia ed alla contro freccia (3) ed inserire i valori di 'Q' tramite il campo (2) in funzione dell'azione di carico così come indicato nel prospetto seguente.

Azione di Carico	Valore 'Q' [daN/m]
Perm.01	**-650**
Acc.01	**-780**
Acc.02	**-680**

Vento	**140**

Notare, infine, che nella vista longitudinale vengono visualizzati anche i vincoli presenti ai nodi di estremità dell'asta così come definiti al passo 6 da adottare nel calcolo della deformabilità.

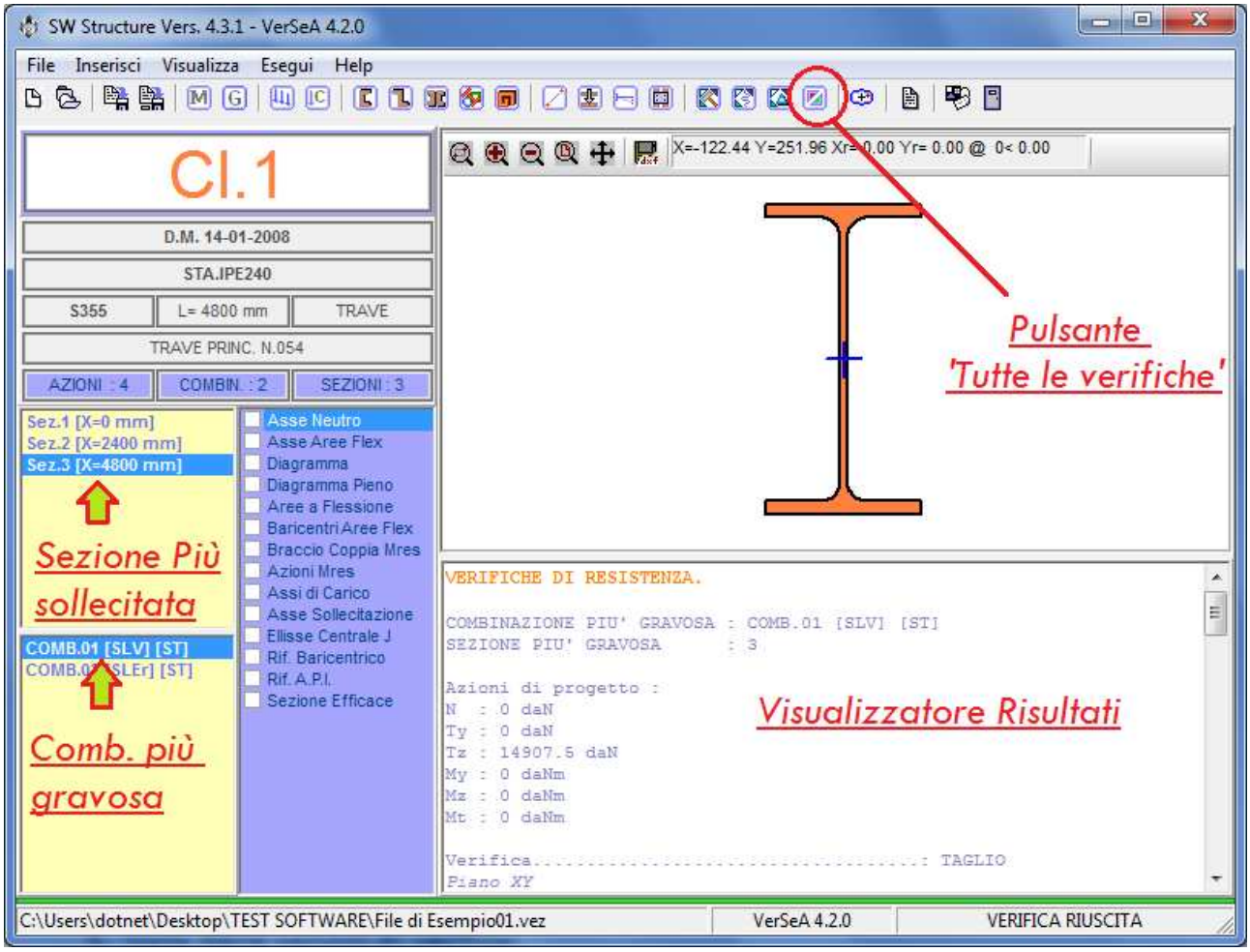
Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 9.

A questo punto tutto è pronto per effettuare le analisi di verifica.

A tale proposito nella barra degli strumenti cliccare sul pulsante 'Tutte le verifiche' (21) .

Vengono effettuate tutte le verifiche compatibili con la destinazione d'uso dell'elemento in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico. Il visualizzatore dei risultati si aggiorna e vengono illustrati solo i risultati relativi alla sezione più sollecitata ed alla combinazione di carico più gravosa.



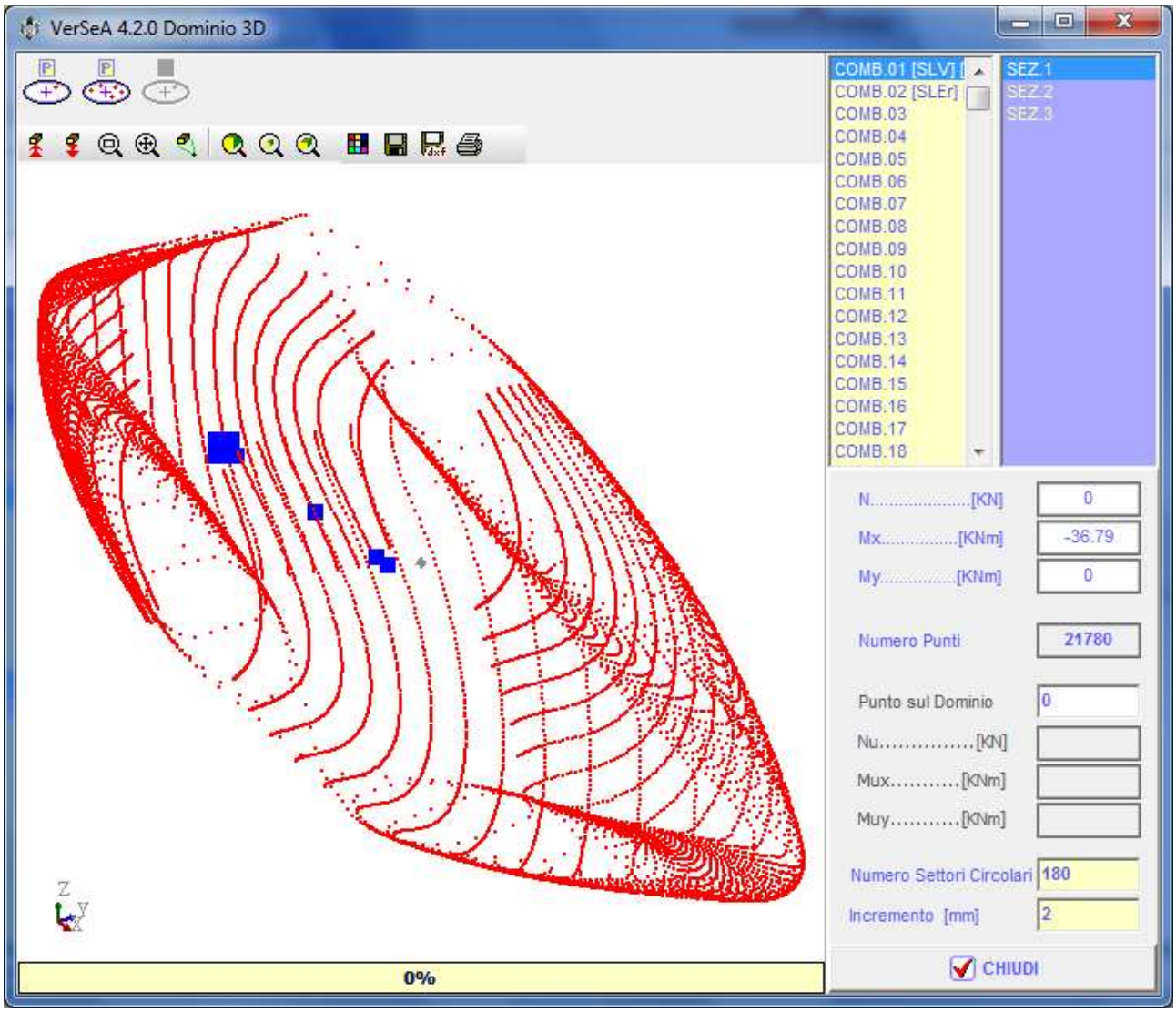
Per visualizzare i risultati relativi alle altre sezioni e alle altre combinazione utilizzare le apposite liste. L'analisi verrà ripetuta, in questo caso, solo sulla sezione e sulla combinazione selezionati.

E' possibile, tramite alcune opzioni di visualizzazione, graficizzare contestualmente alla sezione informazioni legate alle verifiche come l'asse neutro elastico e plastico, lo stato tensionale o la sezione efficace (nel caso di sezioni di classe 4).

Passo 10.

Volendo è possibile graficizzare il dominio di resistenza e gli stati sollecitazionali relativi a tutte le sezioni e combinazioni per percepire visivamente il livello di sicurezza acquisito.

A tale proposito nella barra degli strumenti cliccare sul pulsante 'Graficizzazione del dominio di rottura' (22) .


VerSeA 4.2.0 Dominio 3D
COMB.01 [SLV]
COMB.02 [SLEr]
COMB.03
COMB.04
COMB.05
COMB.06
COMB.07
COMB.08
COMB.09
COMB.10
COMB.11
COMB.12
COMB.13
COMB.14
COMB.15
COMB.16
COMB.17
COMB.18
SEZ.1
SEZ.2
SEZ.3
N.....[KN]
0
Mx.....[KNm]
-36.79
My.....[KNm]
0
Numero Punti
21780
Punto sul Dominio
0
Nu.....[KN]
Mux.....[KNm]
Muy.....[KNm]
Numero Settori Circolari
180
Incremento [mm]
2
CHIUDI
Z
Y
X
0%

TS1

Verifica Sezioni in Legno

Manuale d’uso

Premessa

TS1 è il software, prodotto da Stacec, indirizzato all'analisi di elementi singoli a sezione trasversale rettangolare in legno lamellare o massiccio.
TS1 è utilizzato da tutti i softwares Stacec capaci di analizzare strutture o parti di strutture in legno come SoVar, SeMisteel S-Plus, SWF, FaTAe, TraRet Plus. In questi casi sarà compito del software chiamante passare, di volta in volta, le informazioni geometriche, meccaniche e sollecitazionali necessarie a TS1 per la verifica delle generiche aste in legno.
TS1, tuttavia, è stato studiato per consentire un utilizzo generale in piena autonomia da altri softwares. Ovviamente questo modo di procedere comporterà un inserimento dettagliato delle informazioni in input necessarie per svolgere le verifiche richieste da parte dell'utente.

Input

L'ambiente principale di TS1 è composto da sei sezioni distinte

1. Finestra di visualizzazione della sezione trasversale;
2. Barra degli strumenti;
3. Lista delle sezioni di verifica;
4. Lista delle combinazioni di carico;
5. Informazioni generali;
6. Visualizzatore dei risultati;

La figura seguente colloca con la stessa numerazione le sei sezioni sopra citate all'interno dell'ambiente principale.

La barra degli strumenti è composta, a sua volta, dai seguenti pulsanti:

- Crea Nuovo File;
    - *Comando per inizializzare l'input. Vengono, dunque, azzerate tutte le modifiche non salvate.*
- Apre Nuovo File;
    - *Ricerca e apertura di un file elaborato e salvato in precedenza con VerSeA.*
- Salva su File;
    - *Salvataggio delle modifiche apportate all'input.*
- Salva su nuovo File;

- *Salvataggio delle modifiche apportate all'input di un file salvato in precedenza su un nuovo file con nome diverso dall'originario.*

- Materiali;
  - *Definizione delle proprietà meccaniche dei materiali.*
- Dati generali;
  - *Definizione di informazione di carattere generale indispensabili per poter effettuare le verifiche (Normativa di riferimento, Coefficienti di sicurezza, destinazione d'uso dell'elemento, etc .).*
- Azioni di carico;
  - *Definizione delle singole azioni di carico.*
- Combinazioni di carico;
  - *Definizione delle combinazioni di carico utilizzando le azioni definite al punto precedente tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.*
- Combinazioni di carico per verifiche di deformabilità;
  - *Definizione delle combinazioni di carico da utilizzare nelle verifiche di deformabilità istantanea e finale utilizzando le azioni già definite tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.*
- Lista delle sezioni trasversali utilizzate;
  - *Consente il dimensionamento delle sezioni trasversali da utilizzare e da associare alle sezioni dell'elemento.*
- Geometria;
  - *Definizione della geometria dell'asta. Vengono stabilite le coordinate iniziali e finali dell'asse dell'asta, il numero e la collocazione delle sezioni interne dove effettuare le verifiche, i vincoli esterni, i ritegni torsionali e le sezioni trasversali associate.*

- Sollecitazioni;
    - *Definizione delle sollecitazioni da inserire per ognuna delle sezioni definite al punto (14) e per ognuna delle azioni definite al punto (7). VerSeA provvede, in automatico, a legare tali sollecitazioni tramite le combinazioni di carico definite al punto (8).*
- Dati deformabilità;
    - *Definizione dei dati di input necessari per effettuare le verifiche di deformabilità.*
- Verifica di resistenza normale;
    - *Effettua solo le verifiche di resistenza normale dell'asta in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.*
- Verifica di resistenza tangenziale;
    - *Effettua solo le verifiche di resistenza tangenziale dell'asta in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.*
- Verifica di stabilità;
    - *Effettua solo le verifiche di stabilità dell'asta in tutte le sezioni definite.*
- Verifica di svergolamento;
    - *Effettua solo le verifiche di svergolamento e di stabilità euleriana dell'asta in tutte le sezioni definite.*
- Verifica di deformabilità;
    - *Effettua solo le verifiche di deformabilità in funzione della geometria definita.*
- Tutte le verifiche;
    - *Effettua tutte le verifiche definite ai punti (18), (19) e (20).*
- Relazione di calcolo;
    - *Crea e visualizza la relazione di calcolo in formato RTF.*

- Visualizzazione delle verifiche;
    - *Visualizza a video i risultati relativi alle verifiche effettuate.*
- About TS1;
    - *Restituisce informazioni sulla versione e sulla data di pubblicazione di TS1.*
- Chiudi TS1.

  Chiude il software.

Di seguito vengono proposti un esempio che avrà come obiettivo la creazione e la spiegazione dei passi necessari per la verifica completa di una trave in legno lamellare.

Esempio

-Verifica di una trave in Legno Lamellare-

Passo 1.

Dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Crea nuovo File’ per inizializzare l’input e successivamente sul pulsante ‘Scelta del materiale Legno’. Dalla finestra così apparsa selezionare dalla lista a sinistra il tipo GL32h e cliccare su ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 2.

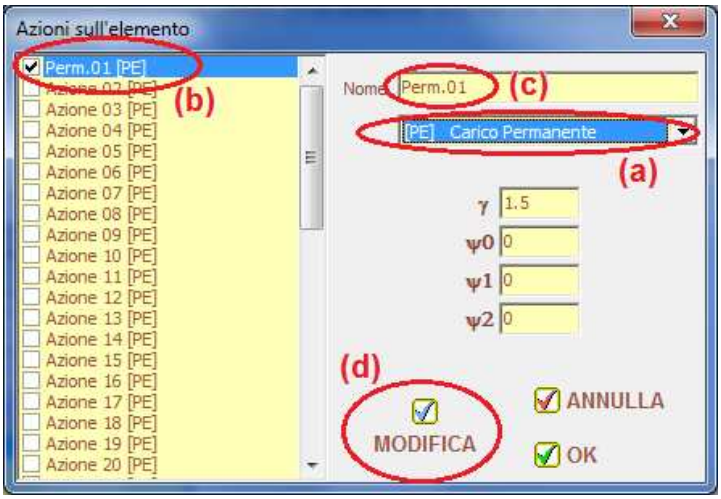
Sempre dalla barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Dati Generali’ per fare apparire la finestra omonima.

Cambiare la destinazione d’uso a ‘TRAVE’ e lasciare inalterati gli altri dati.

Cliccare su ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 3.

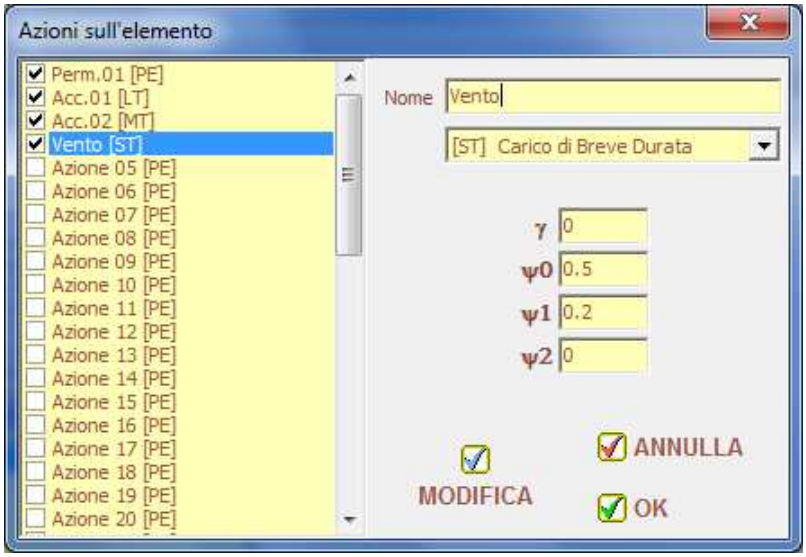
Cliccare sul tasto ‘Azioni di Carico sull’elemento’ della barra degli strumenti per fare apparire l’ambiente ‘Azioni sull’elemento’ dove sarà possibile stabilire le singole e semplici azioni di carico da combinare successivamente per ottenere i vari stati sollecitazionali.



Con riferimento alla precedente figura eseguire le seguenti operazioni:

- ✓ Inserire il segno di spunta (b) in prossimità della prima voce della lista delle azioni disponibili collocata a sinistra della finestra attiva;
- ✓ Nel selettore della durata dei carichi (a) scegliere '[PE] Carico permanente';
- ✓ Inserire nel campo 'Nome' la sigla 'Perm.01' (c);
- ✓ Cliccare sul tasto modifica (d) per accettare le preferenze appena inserite.

Ripetere le precedenti operazioni per definire altre tre azioni di carico per ottenere alla fine la situazione riproposta dalla seguente figura.



Tenere presente che le azioni, sintetizzate nella lista posta a sinistra della finestra attiva, presentano sempre al fianco del nome scelto dall'utente anche la sigle della durata dell'azione di carico tra parentesi quadre. In particolare si ha:

[PE] : *carichi permanenti;*

[LT] : *carichi di lunga durata;*

[MT] : *carichi di media durata;*

[ST] : *carichi di breve durata;*

[IN] : *carichi istantanei.*

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 4.

Cliccare sul tasto ‘Combinazioni delle azioni di Carico’ della barra degli strumenti per fare apparire la finestra omonima dove, nella parte sinistra, appare la lista delle azioni definite al punto precedente mentre nella parte destra è presente la lista delle combinazioni da attivare e definire tramite i coefficienti di partecipazione.

Inserire il segno di spunta in corrispondenza della prima combinazione ‘COMB.01’ (a) e successivamente i coefficienti (b) così come riportati nella figura seguente.

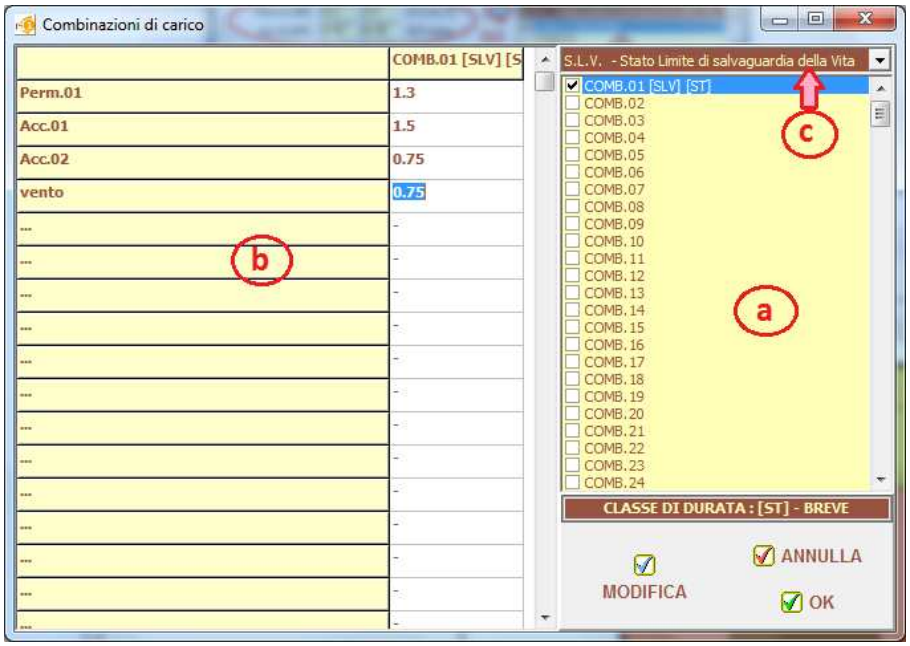
Impostare lo stato limite della combinazione a ‘S.L.V.’.

Cliccare successivamente il tasto ‘MODIFICA’ per accettare i dati inseriti e notare come il nome della combinazione nella lista a sinistra sia corredato da due sigle tra parentesi quadre.

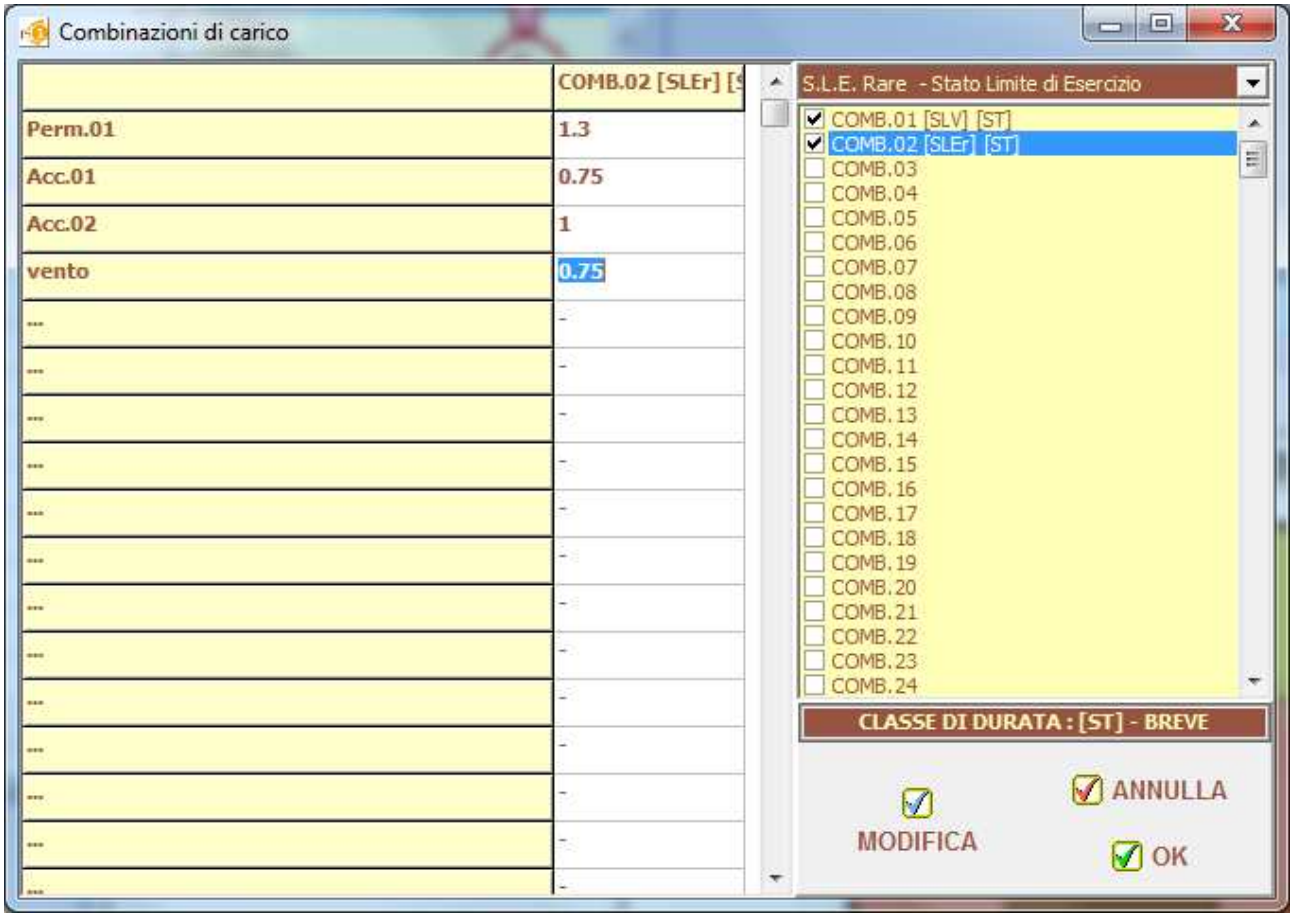
Nel caso specifico tali sigle risultano essere:

[SLV] : Indica lo stato limite della combinazione di carico definita;

[ST] :Indica la durata della combinazione calcolata in funzione della durata più breve tra tutte le azioni partecipanti alla combinazione stessa.



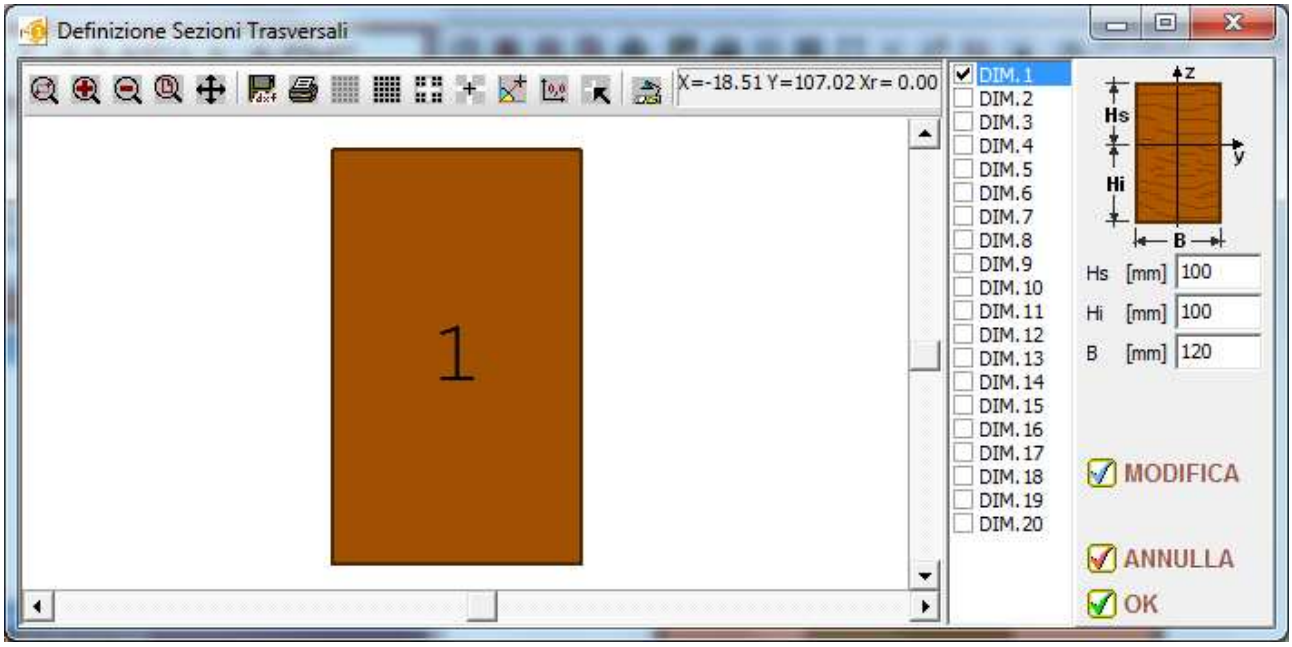
Inserire con le stesse procedure sopra riportate una nuova combinazione di carico con i parametri identici a quelli riportati nella figura seguente.



Cliccare su ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 5.

Cliccare sul tasto ‘Lista delle sezioni trasversali utilizzate’ e nell’ambiente così apparso definire una sezione trasversale di base 120 mm e di altezza totale 200 mm. In TS1 l’altezza totale della sezione viene definita attraverso due grandezze indicate come ‘Hi’ ed ‘Hs’ che rappresentano rispettivamente la distanza tra l’asse teorico della sezione ed il suo intradosso e la distanza tra l’asse teorico della sezione ed il suo estradosso. Nel caso specifico fornire ad entrambi le variabili il medesimo valore di 100 mm.



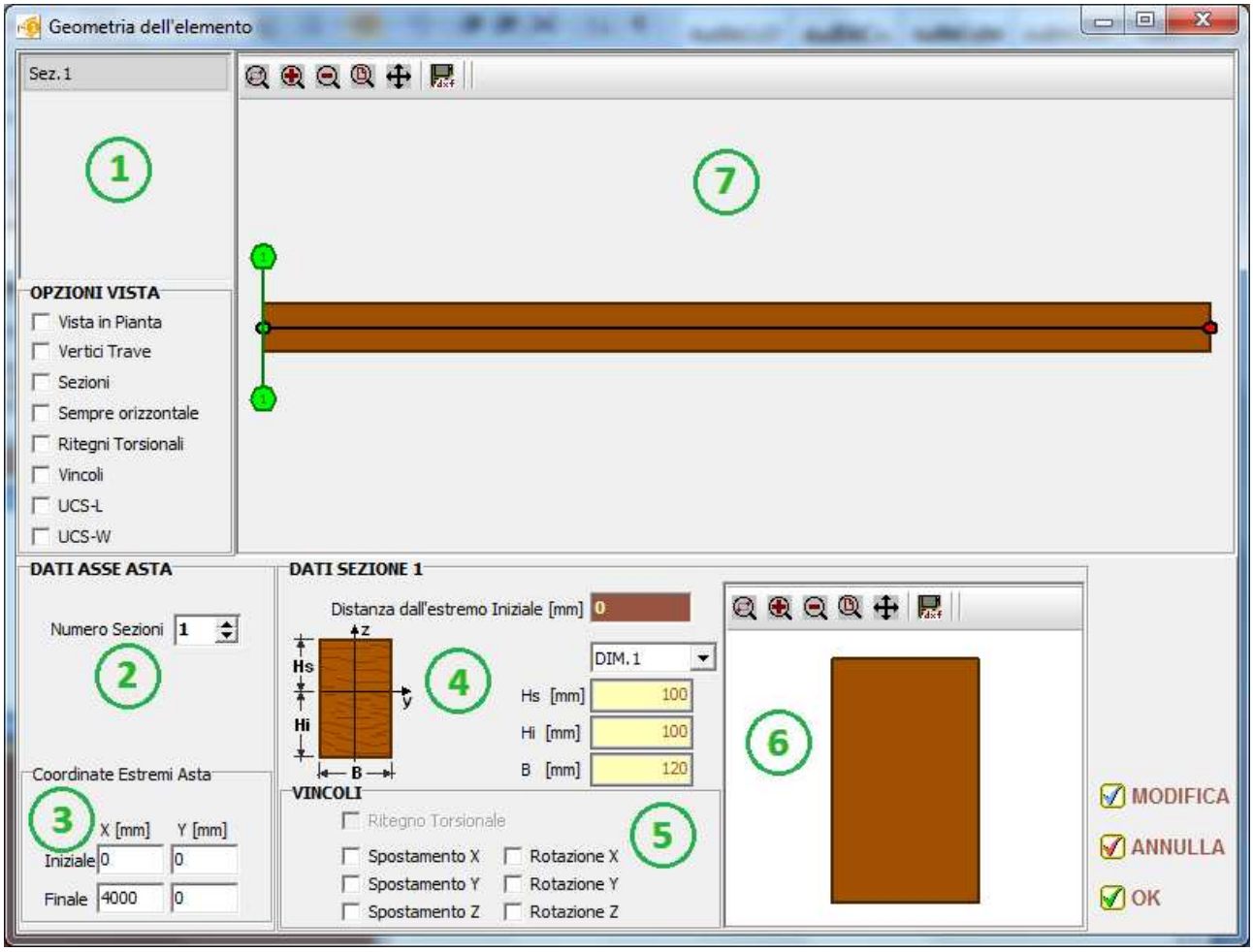
Passo 6.

Cliccare, a questo punto, sul tasto 'Definizione della Geometria dell'elemento' della barra degli strumenti per fare apparire la finestra 'Geometria Elemento'.

Tale nuovo ambiente è composto, sostanzialmente da sette parti:

1. Lista delle sezioni; Elenca le sezioni previste e decide la sezione attiva.
2. Gestione del numero di sezioni; Determina il numero di sezioni presenti.
3. Coordinate degli estremi dell'asta; Consente di personalizzare il posizionamento del nodo iniziale e finale dell'asta in esame.
4. Posizionamento delle sezioni; Distanzia la sezione attiva dalla sezione immediatamente precedente. Nel cado della sezione N.1 indica, invece, la distanza dal nodo iniziale.
5. Vincoli esterni; Determina i vincoli esterni presenti alle estremità dell'asta ed i ritegni torsionali nelle sezioni interne.
6. Ambiente di graficizzazione della sezione trasversale;
7. Ambiente di graficizzazione principale;

Le sezioni sopra definite vengono, nella figura seguente, individuate con la medesima numerazione.



Nella sezione ‘Coordinate Estremi Asta’ inserire:

	X[mm]	Y[mm]
Nodo Iniziale	0	0
Nodo Finale	4800	0

per definire un’asta lunga 4800 mm e cliccare sul tasto ‘MODIFICA’.

Portare il numero di sezioni (2) a tre e selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 1.

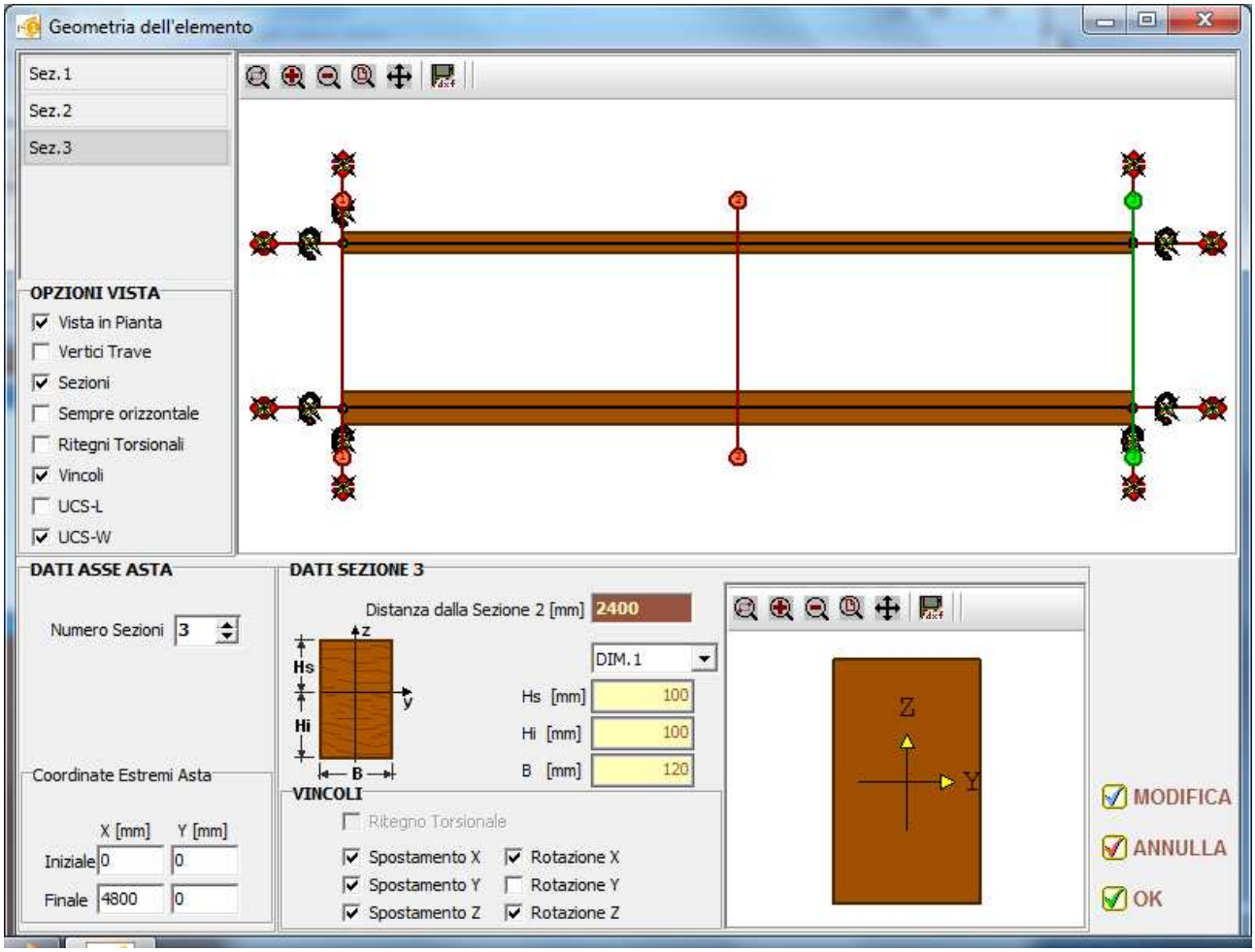
Lasciare invariata la sezione ‘Dati Sezione 1’ (4) mentre nella sezione ‘Vincoli’ (5) inserire il segno di spunta su tutti i cinematismi e cliccare sul tasto ‘MODIFICA’.

Selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 2 e distanziarla di 2400 mm dalla sezione 1 per porla in mezzeria all'asta e cliccare sul tasto 'MODIFICA'.

Selezionare dalla lista delle sezioni (1) la sezione 3 e distanziarla di 2400 mm dalla sezione 2 per porla all'estremità finale dell'asta e nella sezione 'Vincoli' (5) inserire il segno di spunta su tutti i cinematismi con eccezione della voce 'Rotazione Y' e cliccare sul tasto 'MODIFICA'.

Nelle 'Opzioni Vista' inserire il segno di spunta sulle voci 'SEZIONI' per visualizzare la posizione di tutte le sezioni definite (la sezione attiva è rappresentata in verde mentre le altre in rosso) , 'VINCOLI', 'VISTA IN PIANTA' e 'UCS-L' per visualizzare il sistema di riferimento locale dell'asta.

Se le operazioni sono state eseguite in modo corretto l' ambiente di graficizzazione principale (7) dovrebbe apparire come nella figura seguente.



Si noti che:

- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) viene raffigurata, posta in alto, la vista in pianta dell'asta rappresentata dal piano X-Y;
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) viene raffigurata anche la vista laterale dell'asta rappresentata dal piano X-Z;
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione principale (7) Nella vista in pianta in prossimità del nodo finale non viene raffigurato il vincolo che impedisce la rotazione attorno all'asse Y contrariamente al nodo iniziale ed in accordo con l'input inserito per la sezione 3.
- ✓ nell' ambiente di graficizzazione della sezione trasversale (6) la sezione del profilato viene rappresentata nel piano Y-Z in sintonia con le viste in pianta e laterale.

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 7.

TS1 consente di tenere sempre sotto controllo in modo diretto ed immediato i valori fin qui inseriti nell'apposita sezione 'Informazioni Generali' dell'ambiente principale posta in alto a sinistra.

In particolare saranno sempre visibili:

- La normativa di riferimento scelta.
- La sezione trasversale associata all'elemento.
- Il tipo di legno dell'elemento.
- La lunghezza dell'elemento intesa come distanza effettiva tra il nodo iniziale ed il nodo finale ed espressa in mm.
- La destinazione d'uso dell'elemento indispensabile per la scelta delle verifiche da effettuare.
- Nome dell'elemento, utile nel caso in cui il software venga richiamato ed utilizzato dall'esterno (da FaTAe, da SWF, da SeMiSteel B-Plus, ….) per capire di quale asta si tratta.
- Il numero delle azioni definite al passo (3).

- Il numero delle combinazioni definite al passo (4).
- Il numero delle sezioni dell'elemento su cui effettuare le verifiche definite al passo (6).
- Lista delle sezioni comprensiva della distanza di ognuna delle sezioni stesse dal nodo iniziale espressa in mm.
- Lista delle combinazioni di carico con informazioni per ognuna delle combinazioni stesse sul tipo di Stato Limite e sulla durata del carico.

Passo 8.

Cliccare sul tasto 'Azioni sulle sezioni trasverasali' (15) della barra degli strumenti per fare apparire la finestra 'AZIONI SULLE SEZIONI'. Questo ambiente è di importanza assoluta per la buona riuscita delle verifiche in quanto stabilisce come e quanto le azioni esterne sollecitano l'elemento da analizzare.

In particolare la finestra è composta da sette sezioni così articolate:

1. Lista delle sezioni.

   Consente di selezionare la sezione, così come definita al passo 6, interessata dallo stato sollecitazionale.

2. Lista delle azioni.

   Consente di selezionare l'azione di carico, così come definita al passo 3, interessata dallo stato sollecitazionale.

3. Stato sollecitazionale 1.

   Definisce lo stato sollecitazionale da associare alla sezione ed alla combinazione selezionati. Lo stato sollecitazionale viene sempre riferito al sistema di riferimento locale dell'asta UCS-L e pertanto presenta le seguenti sollecitazioni:

   - ✓ *N : sforzo normale espresso in daN agente lungo l'asse X dell'asta e positivo se di compressione.*
   - ✓ *Ty: taglio espresso in daN agente lungo l'asse Y dell'asta e positivo se concorde con l'asse Y stesso.*
   - ✓ *Tz: taglio espresso in daN agente lungo l'asse Z dell'asta e positivo se concorde con l'asse Z stesso.*

- ✓ *My: Momento Flettente espresso in daN m agente nel piano XZ ed attorno l'asse Y dell'asta. Risulta positivo se tende le fibre con Z minimo della sezione vista dal nodo finale al nodo iniziale.*
- ✓ *Mz: Momento Flettente espresso in daN m agente nel piano XY ed attorno l'asse Z dell'asta. Risulta positivo se tende le fibre con Y massimo della sezione vista dal nodo finale al nodo iniziale.*
- ✓ *Mt: Momento Torcente espresso in daN m agente nel piano YZ ed attorno l'asse X dell'asta. Risulta positivo se tende a fare ruotare la sezione, vista dal nodo finale al nodo iniziale, in senso orario.*

4. Angolo di rotazione di UCS-L.

Consente di ruotare il sistema di riferimento locale dell'asta UCS-L, e con esso le sollecitazioni inserite, rispetto al sistema di riferimento globale UCS-W su cui verranno decomposte e combinate tutte le azioni. La rotazione viene intesa in gradi sessagesimali [deg] e risulta positiva se antioraria.

5. Lista delle combinazioni di carico.

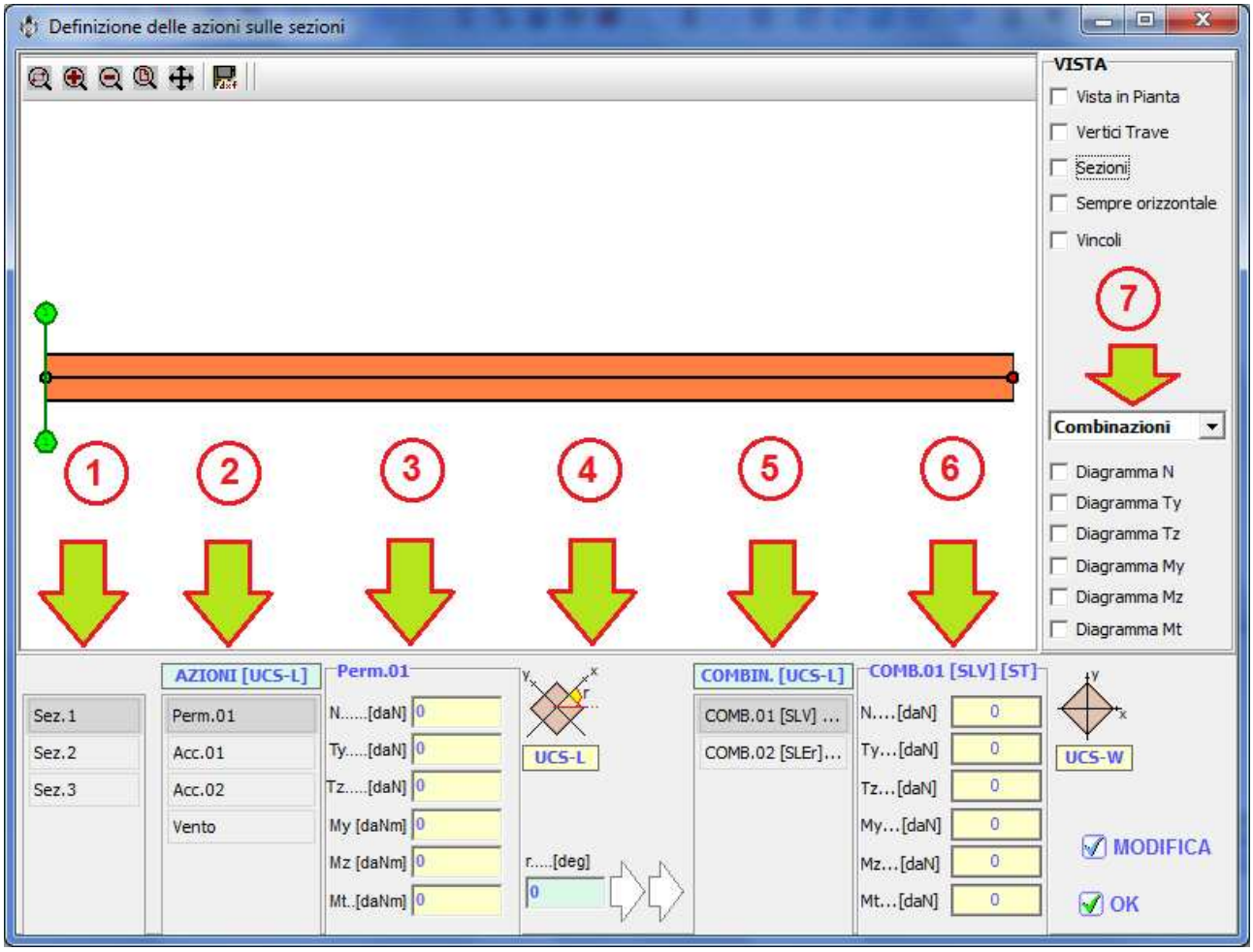
Consente di selezionare la combinazione di carico, così come definita al passo 4, da calcolare in automatico (tramite i coefficienti di partecipazione propri di ognuna delle azioni) e da visualizzare.

6. Stato sollecitazionale 2.

Viene, in questa sezione, visualizzato lo stato sollecitazionale relativo alla combinazione di carico selezionata (5) espresso nel sistema di riferimento globale UCS-W e dunque funzione dell'angolo di rotazione di UCS-L (4) oltre che dei coefficienti di partecipazione delle singole azioni alla combinazione stessa inseriti al passo 4.

7. Selettore diagrammi.

Consente di scegliere se visualizzare il diagramma delle sollecitazioni selezionato in riferimento alla lista delle azioni (2) o delle combinazioni (5).



Per cominciare ad inserire le sollecitazioni selezionare dalle apposite liste (1) e (2) 'Sez.1' e 'Perm.01'. In questo modo potremo definire lo stato sollecitazionale relativo alla prima sezione ed alla prima azione di carico. Fornire per 'Tz' e per 'My' rispettivamente i valori -3500 daN e -1350 daNm e cliccare sul tasto 'MODIFICA' per accettare tali nuove informazioni.

Ripetere per le altre sezioni e per altre azioni le stesse operazioni inserendo i valori riportati nelle tabelle seguenti.

'PERM.01'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-2500	-1350	0	0
Sez.2	0	0	0	980	0	0
Sez.3	0	0	3500	0	0	0

'ACC.01'

	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-4500	-1050	0	0
Sez.2	0	0	0	740	0	0
Sez.3	0	0	5500	0	0	0

'ACC.02'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-4000	-965	0	0
Sez.2	0	0	0	620	0	0
Sez.3	0	0	4400	0	0	0

'VENTO'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	1300	500	0	0
Sez.2	0	0	0	-360	0	0
Sez.3	0	0	-1590	0	0	0

Se dati sono stati inseriti in modo corretto i valori ottenuti per le combinazioni di carico devono essere quelli riportati nei due prospetti seguenti.

'COMB.01 [SLV] [ST]'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-12025	**-3678.75**	0	0
Sez.2	0	0	0	2579	0	0
Sez.3	0	0	14907	0	0	0

'COMB.02 [SLEr] [ST]'						
	N [daN]	*Ty[daN]*	*Tz[daN]*	*My[daNm]*	*Mz[daNm]*	*Mt[daNm]*
Sez.1	0	0	-9650	**-3132.5**	0	0
Sez.2	0	0	0	2179	0	0
Sez.3	0	0	11882.5	0	0	0

In tutte e due le precedenti tabelle la cella relativa a 'My' della 'Sez.1' è stata evidenziata. A titolo di esempio si dimostra come si siano ottenuti tali valori numerici.

Per **'COMB.01 [SLV] [ST]'**

$$My = 1.3\ My^{PERM.01} + 1.5\ My^{ACC.01} + 0.75\ My^{ACC.02} + 0.75\ My^{VENTO}$$

$$My = 1.3\ (-1350) + 1.5\ (-1050) + 0.75\ (-965) + 0.75\ (500) = \mathbf{-3678.75}\ daNm$$

Per **'COMB.02 [SLEr] [ST]'**

$$My = 1.3\ My^{PERM.01} + 0.75\ My^{ACC.01} + 1\ My^{ACC.02} + 0.75\ My^{VENTO}$$

$$My = 1.3\ (-1350) + 0.75\ (-1050) + 1\ (-965) + 0.75\ (500) = \mathbf{-3132.5}\ daNm$$

Cliccare su 'OK' per ritornare all'ambiente principale.

Passo 8.

Cliccare sul tasto 'Dati relativi alla Deformabilità' della barra degli strumenti per fare apparire la relativa finestra.

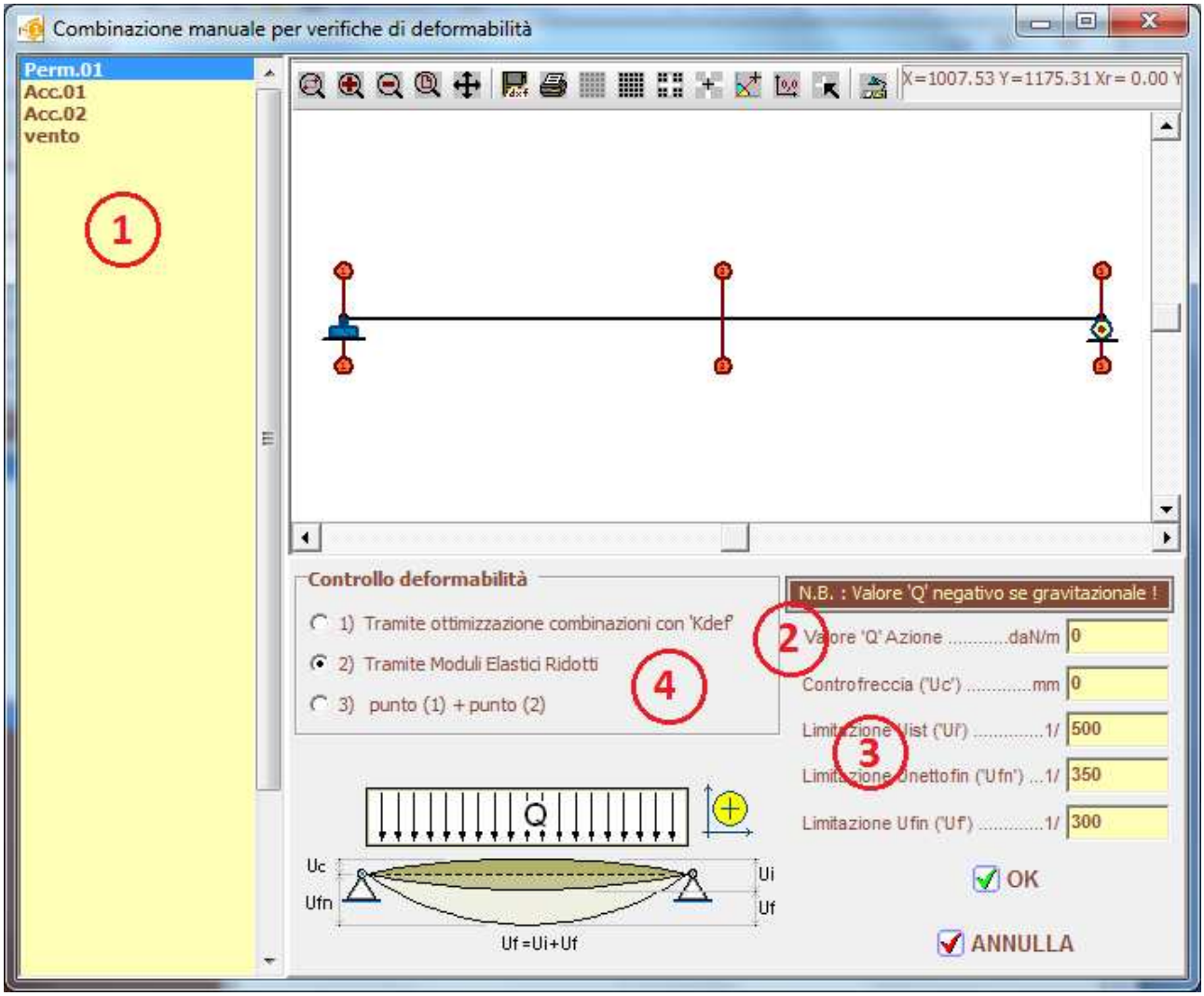
In questo nuovo ambiente verranno inserite le informazioni ancora mancati necessarie per poter effettuare le verifiche di deformabilità.

A sinistra è presente la lista delle azioni di carico (1) così come definita al passo 3.

Selezionata una azione è possibile inserire il valore del corrispondente carico uniformemente distribuito sull'asta nel campo 'Valore Q Azione' (2) che varierà, dunque, in funzione dell'azione di carico.

I valori forniti per la controfreccia e per le limitazioni della deformabilità espressi in (3) devono ritenersi, invece, costanti per tutte le azioni di carico.

Tramite il selettore (4) verrà scelto il metodo di analisi per effettuare tali verifiche.



Inserire i valori di 'Q' tramite il campo (2) in funzione dell'azione di carico così come indicato nel prospetto seguente.

Azione di Carico	Valore 'Q' [daN/m]
Perm.01	**-650**
Acc.01	**-780**
Acc.02	**-680**
Vento	**140**

Notare, infine, che nella vista longitudinale vengono visualizzati anche i vincoli presenti ai nodi di estremità dell'asta così come definiti al passo 6 da adottare nel calcolo della deformabilità.

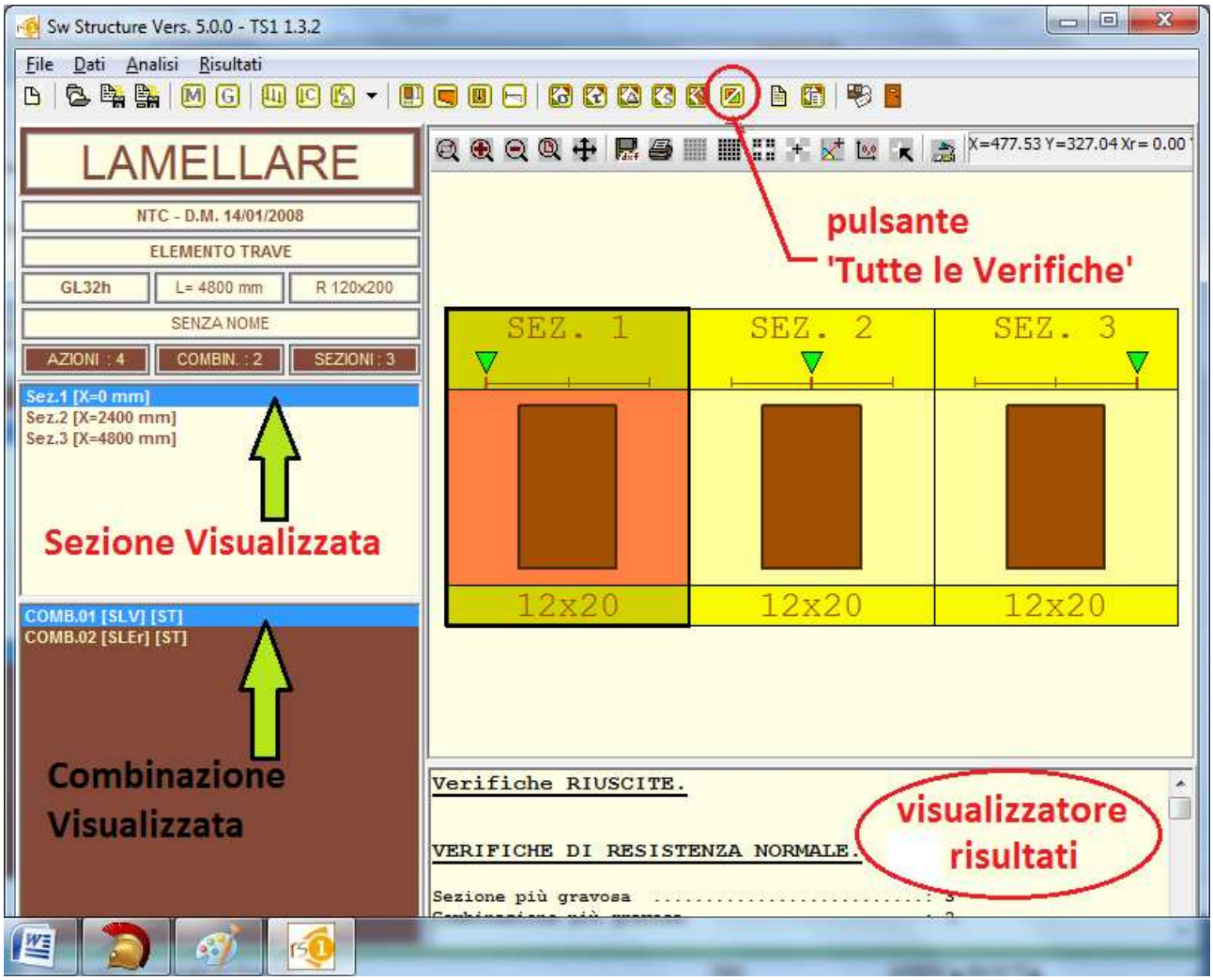
Cliccare su ‘OK’ per ritornare all’ambiente principale.

Passo 9.

A questo punto tutto è pronto per effettuare le analisi di verifica.

A tale proposito nella barra degli strumenti cliccare sul pulsante ‘Tutte le verifiche’ (21) .

Vengono effettuate tutte le verifiche compatibili con la destinazione d’uso dell’elemento in tutte le sezioni e per tutte le combinazioni di carico. Il visualizzatore dei risultati si aggiorna e vengono illustrati solo i risultati relativi alla sezione più sollecitata ed alla combinazione di carico più gravosa.



Passo 10.

Per visualizzare i risultati relativi alle altre sezioni e alle altre combinazione cliccare sul tasto ‘Visualizzazione delle verifiche’ nella barra degli strumenti per accedere all’ambiente omonimo dove i risultati verranno espressi in funzione del tipo di verifica, della sezione selezionata e della combinazione di carico.