CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

1.1 PRESENTAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO 1
1.1.1 Introduzione 1
1.1.2 Principali caratteristiche del programma 1
1.1.3 Concetti base e struttura del programma 2
1.2 Il metodo degli elementi finiti 4
1.2.1 Introduzione 4
1.2.2 Nozioni preliminari 4
1.3 MODULO BASE 8
1.3.1 Dati generali 8
1.3.2 Materiali base 8
1.3.3 Visualizza stampe 8
1.3.4 Visualizza disegni 8
1.3.5 Compila relazione 9
1.3.6 Diagrammi piani 11
1.3.7 Piano manutenzione 12
1.3.8 Conversioni unità 12
1.3.9 Tamponamenti espulsione 12
1.3.10 Spinte serbatoi Ec8 13
1.3.11 Neve / vento 14
1.3.12 Convenzioni Aste / Gusci 14
1.3.13 Cancella risultati 14
1.3.14 Scambio dati 15
1.3.15 Chiave hardware 18
1.3.16 Varie 18

1.1 PRESENTAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

1.1.1 INTRODUZIONE

DOLMEN per Windows è un sistema integrato di procedure dedicate alla progettazione civile e strutturale sviluppate dalla CDM DOLMEN di Torino sulla base delle esperienze maturate in anni di sviluppo e di utilizzo di programmi di analisi strutturale.
Molte delle procedure componenti DOLMEN condividono uno stesso ambiente grafico interattivo tridimensionale di introduzione e controllo dati e visualizzazione dei risultati, che viene così a costituire un'interfaccia grafica unificante. L'input dei dati strutturali assegnato all'interno del CAD 3D viene poi elaborato da moduli che all'attualità (il programma è in continua evoluzione) consentono il progetto e la verifica di strutture in C.A, in acciaio e in muratura portante: progetto e verifica C.A. ed acciaio passano per il tramite di un solutore ad elementi finiti, sviluppato integralmente all'interno di CDM DOLMEN.

1.1.2 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGRAMMA

Le caratteristiche salienti del programma possono essere riassunte come segue:

- analisi in campo elastico lineare di strutture costituite da aste prismatiche di sezione qualunque comunque orientate nello spazio e da elementi finiti piani quadrangolari e triangolari comunque disposti nello spazio;
- analisi sismica della struttura, sia con metodo statico equivalente (Normativa Italiana) che con analisi modale, con costruzione automatica delle corrispondenti condizioni di carico da cumulare a quelle dell'analisi statica;
- costruzione del modello strutturale realizzabile integralmente per mezzo di un semplice ed effi-ciente CAD tridimensionale, con possibilità di controllo immediato della geometria della struttura;
- gestione e controllo dell'uscita grafica dei risultati con controllo a video della loro qualità prima di procedere alla restituzione su periferiche grafiche;
- generazione dei file dei risultati in forma binaria compatta con possibilità da parte dell'utente di generare file ASCII per le stampe solo per le sollecitazioni ed i casi di carico di interesse, con conseguente eliminazione di tabulati lunghi e di difficile interpretazione;
- possibilità di stampare selettivamente le sollecitazioni nei vari elementi componenti la struttura (selezione sulla base delle carpenterie, della numerazione o del colore);
- calcolo completo del cemento armato per gli elementi selezionati all'interno del CAD tridimensionale sia con il metodo delle Tensioni Ammissibili che con il metodo degli Stati Limite Ultimi;
- ampia libertà da parte dell'utente di definire i parametri di progetto delle sezioni delle membrature in c.a. e la disposizione dei ferri;
- produzione per ciascuna membratura di un elaborato grafico con la geometria e la disposizione dei ferri di armatura;
- CAD bidimensionale per la produzione degli esecutivi delle armature; all'interno di questo modulo è possibile assemblare una tavola completa a partire dagli esecutivi delle singole membrature, modificare i prodotti del calcolo del C.A. e creare ex novo schemi di armature utilizzando appositi comandi finalizzati al disegno delle varie tipologie di ferro; il CAD bidimensionale consente inoltre di gestire le carpenterie di piano, sia generandole in maniera parzialmente automatizzata a partire da un modello strutturale utilizzato per il calcolo, che creandole ex novo; sono comprese procedure automatizzate per il disegno di pignatte, rompitratta e fori;
- analisi semplificate per il calcolo ed il disegno dei ferri di travi continue e travetti e per il calcolo di muri di sostegno e plinti;
- verifica di resistenza e di stabilità di membrature in carpenteria metallica ai sensi delle Norme CNR 10011;
- definizione, verifica e disegno in automatico delle principali tipologie di nodi di strutture in acciaio;
- ampia scelta delle sezioni dei profilati in acciaio a partire da una ricca base dati di profili unificati;

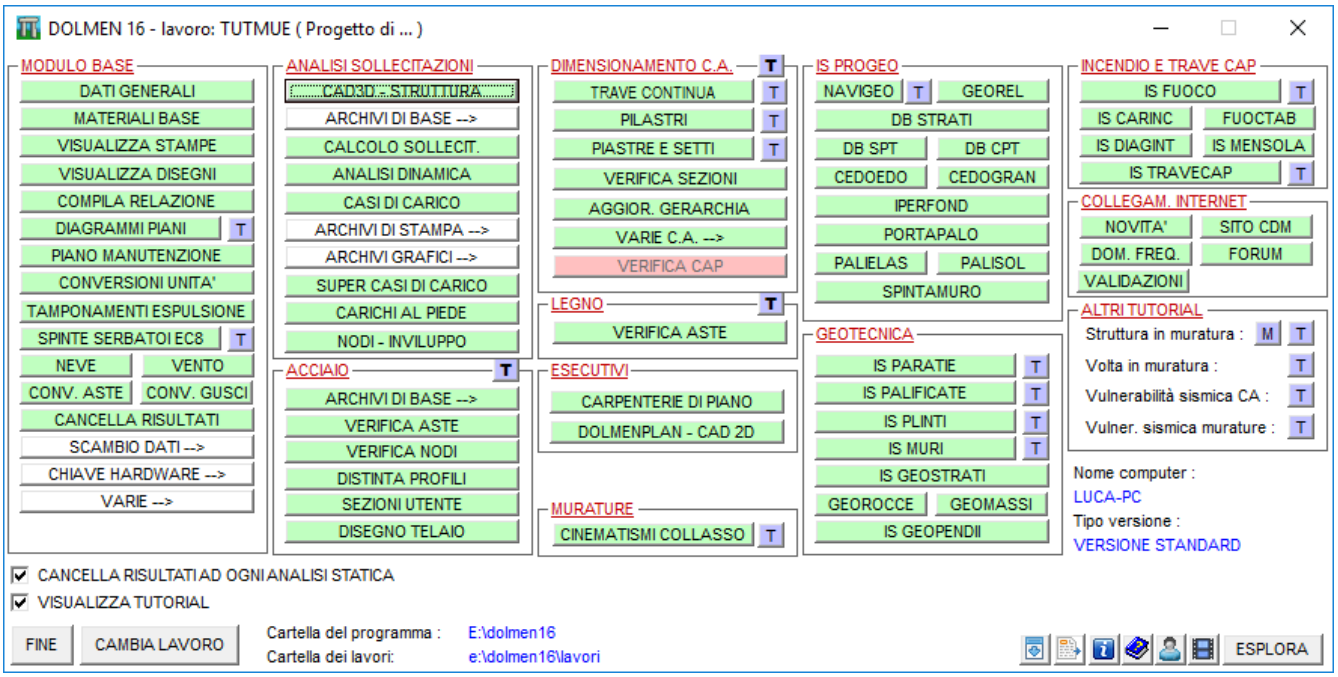
- possibilità di generazione di archivi personalizzati di sezioni;
- verifica di strutture murarie ordinarie, anche miste, in presenza di carichi statici verticali ed orizzontali e di carichi sismici;
- possibilità di importazione-esportazione di file grafici in formato DXF;
- possibilità di esportazione di file dati e risultati verso qualunque word processor in grado di leggere file ASCII, per l'inserimento in relazioni di calcolo e presentazioni;
- ed ancora: uscite grafiche su plotter e stampanti supportati dal sistema operativo.

1.1.3 CONCETTI BASE E STRUTTURA DEL PROGRAMMA

Il presente capitolo non pretende di descrivere in maniera completa tutto il programma ed i suoi comandi, ma vuole accompagnare l'utente che desidera conoscere i concetti fondamentali della procedura e dell'iter di utilizzo, guidandolo a fare le scelte più idonee per un utilizzo corretto ed efficiente.
Una volta effettuata l'installazione, il programma risiede nella directory che definiremo “radice” prescelta dall’utente durante l’installazione (in generale C:\DOLMEN11), a sua volta organizzata nelle sottodirectory:
PROGRA, contenente gli eseguibili e le librerie necessarie al programma.
IMPOSTAZIONI, contenente file accessori di gestione.
CUSTOM, contenente file di configurazione tipici della installazione presso l’utente , quali ad esempio procedure di gestione plotter o stampanti.
DRIVER, contenente file di descrizione formato dati letti dal programma per gestione alfanumerica di dati.
MACRO_2D, contenente i file degli applicativi del CAD bidimensionale.
LAVORI, a sua volta organizzata in sottodirectory corrispondenti ognuna ad un “lavoro”, cioè ad un insieme di dati omogeneo relativi ad un unico progetto. La cartella “LAVORI” può eventualmente risiedere in altri percorsi, [ad esempio qualora si vogliano condividere i lavori presenti su un server da computer collegati in rete]. In questa cartella viene generato automaticamente all’atto dell’installazione il lavoro “CDM___”, che non è un lavoro di esempio, ma contiene i file standard da copiare in ogni nuovo lavoro. E’ pertanto opportuno che questa cartella non venga né cancellata, né usata per lavori effettivi.

Per mandare in esecuzione il programma va lanciato il file eseguibile C:\DOLMENaa\PROGRA\DOLMEN.EXE (l'installazione crea un’icona sul desktop di Windows, che punta a tale file). Per prima cosa viene richiesto all'utente il nome del lavoro (al massimo sei lettere): potrà essere un nuovo lavoro od un lavoro esistente; nel primo caso il programma provvederà a creare un nuovo direttorio, copiando all'interno dello stesso gli archivi standard del lavoro CDM___; nel secondo caso il programma si limiterà a posizionare i propri puntatori sul direttorio del lavoro indicato.
NB: è opportuno che per ogni lavoro sia definita una sola struttura; se si prevedono più strutture simili o collegate alla stessa commessa, conviene comunque dare per ogni struttura separata un nome di lavoro diverso e sfruttare il “Commento”, che consente di specificare una descrizione lunga fino a 80 caratteri.

A questo punto siamo nel Menu Generale del programma (o Menù Esterno). I tasti scritti in carattere pesante corrispondono a funzioni lanciate direttamente, mentre i tasti in carattere più leggero a sottomenù che contengono a loro volta altre funzioni.



Sono presenti le seguenti opzioni:

CANCELLA RISULTATI: attiva la cancellazione automatica dei risultati già ottenuti prima di effettuare un nuovo calcolo.

FINE**:** termina il programma.

CAMBIA LAVORO**:** termina il programma e riparte automaticamente.

Le icone presenti in basso a destra nel pannello hanno le seguenti funzioni (descritte da sinistra verso destra):

- la prima consente di scaricare automaticamente da internet gli aggiornamenti e le novità del software (quando questo tasto diventa rosso significa che sono disponibili dei nuovi aggiornamenti);
- la seconda mostra il riepilogo dello stato degli aggiornamenti, per essere sempre a conoscenza delle ultime novità;
- **i:** informazioni CDM DOLMEN e omnia IS srl;
- la quarta permette di accedere alla cartella dei manuali e dei tutorial in formato .pdf;
- la quinta presenta i dati utente, introducendo nome, indirizzo e-mail e SMTP consente di inviare in automatico, tramite e-mail, i file dei programmi “IS” all’assistenza tecnica;
- l’ultima apre il videocorso, ossia l’insieme dei filmati che illustrano il funzionamento del software.

ESPLORA**:** permette di visualizzare i file presenti nella cartella di lavoro.

NOTA BENE:
L’organizzazione del presente manuale consente di trovare la descrizione dei principali comandi presente nel Menù Generale di DOLMEN o all’interno dei singoli moduli (CAD 3D Struttura, Trave Continua, ecc.). Per un utilizzo ottimale in caso di dubbi sul processo di inserimento dati si consiglia quindi di stabilire con esattezza quale funzione si desidera approfondire e di cercarla tramite gli indici dei capitoli principali. Per informazioni più estese può essere d’aiuto leggere le introduzioni ai capitoli stessi. Infine, per una “infarinatura” generale sull’iter di calcolo, conviene riferirsi agli esempi contenuti nei TUTORIAL, che contengono delle vere e proprie “lezioni” sui vari passi della costruzione di una struttura.

1.2 IL METODO DEGLI ELEMENTI FINITI

Non si pretende certamente di esaurire in queste poche righe un argomento che negli ultimi vent'anni ha prodotto una mole impressionante di libri di testo, pubblicazioni e congressi. Si cercherà comunque di dare un'idea di quelli che sono i fondamenti teorici del metodo degli elementi finiti (F.E.M. nel seguito), indirizzando il lettore interessato ad una serie di testi di diversa complessità sui quali potrà approfondire a l'argomento.

1.2.1 INTRODUZIONE

Il F.E.M. è una tecnica atta ad approssimare le equazioni differenziali che governano un sistema continuo con un sistema di equazioni algebriche in un numero finito di incognite. Inizialmente tale tecnica fu sviluppata per risolvere problemi strutturali, ma in seguito è stata estesa ed applicata a numerosi problemi di campo (fluidodinamica, termodinamica, elettromagnetismo ecc.).
Nel campo dell'analisi strutturale, il metodo degli elementi finiti può essere considerato una estensione al campo dei corpi elastici continui del metodo degli spostamenti dove si realizza una approssimazione fisica della struttura mediante elementi (travi, aste ecc.) per i quali si possono definire in forma esatta le relazioni forze-spostamenti ai nodi. Per analogia, si sostituisce al corpo elastico continuo il modello ad elementi finiti e si riducono ai nodi le infinite connessioni presenti. L'elemento atto a riprodurre il comportamento fisico di una parte molto piccola del modello, viene visualizzato come una sottoregione in cui definire a priori, in modo possibilmente semplice, l'andamento delle funzioni incognite rappresentate dalle componenti dello spostamento. Da questo punto di vista il F.E.M. può essere esteso allo studio anche di problemi diversi da quelli caratteristici dei solidi elastici continui. La formulazione tratteggiata sopra conferisce infatti al metodo un notevole grado di generalità, che lo rende subito applicabile alla soluzione di tutti i problemi fisici e matematici per i quali sia disponibile una formulazione di tipo variazionale. In definitiva si tratta di definire per ogni elemento la forma di interpolazione più appropriata per le funzioni incognite del problema.

1.2.2 NOZIONI PRELIMINARI

Il calcolo delle variazioni

La maggior parte dei fenomeni fisici può essere rappresentata matematicamente attraverso due formulazioni matematiche del tutto equivalenti: la *formulazione differenziale* e *quella variazionale*. In queste pagine si farà riferimento alla seconda in quanto l'introduzione del F.E.M. ha mutato la tendenza del passato che ricorreva alla soluzione numerica (mediante metodi alle differenze finite) delle equazioni differenziali caratteristiche del problema fisico in esame (ricavate con considerazioni di equilibrio).

Il concetto di funzionale

Si definisce funzionale una relazione che ad ogni elemento di un insieme A di funzioni associa uno ed un solo elemento di un insieme di numeri reali B. Si forniscono di seguito alcuni esempi di funzionale :

a) Sia A l'insieme di tutte le funzioni continue nell'intervallo [a,b] e sia:

$$F(f) = \int_a^b f(x)dx \qquad [3.1]$$

il valore dell'integrale della funzione f. La relazione F : f ∈ R è un funzionale.

b) Sia data una trave incastrata ad un estremo, di lunghezza L uniformemente caricata e con rigidezza flessionale costante.

$$F(f) = \int_0^L [EJy''^2 - qy]dy \qquad [3.2]$$

dove il primo termine sotto il segno di integrale rappresenta l'energia elastica di deformazione ed il secondo termine l'energia elastica del carico esterno. La variazione della funzione y nella classe delle deformate possibili è un esempio di funzionale. Si può pensare ora di ricercare, analogamente a quanto viene fatto per le funzioni ordinarie, una condizione di stazionarietà del funzionale dello stesso, e cioè individuare nella classe delle funzioni ammissibili una funzione tale da rendere stazionario il funzionale in esame. L'estensione al caso dei funzionali della ricerca della condizione di stazionarietà prende il nome di calcolo delle variazioni e di esso si tratterà nelle prossime pagine.

Problema base ed equazioni di Eulero-Lagrange

Si consideri un funzionale del tipo:

$$\mathbf{I} = \int_{x1}^{x2} F(x,y,y')dx \qquad [3.3]$$

dove F è una funzione nota, dotata di derivata prima e seconda nelle variabili x, y e y'. Si supponga nel contempo che la y sia dotata di derivata seconda. Il problema che si pone è quello di ricercare, tra tutte le funzioni y che soddisfano le condizioni poste , quella y = f(x) che rende stazionario il funzionale [3.3]. Scelta allora una funzione arbitraria h(x), differenziabile e tale che $h_1(x) = h_2(x) = 0$, si costruisca una funzione approssimante:

$$y = \phi(x) + \varepsilon h(x) \qquad [3.4]$$

con ε parametro indipendente da x. La y così ottenuta è una funzione continua, derivabile e tale da soddisfare le condizioni al contorno. Sostituendo la [3.4] nella [3.3] si ottiene:

$$I = I(e) = \int_{x1}^{x2} F(x,\phi + \varepsilon h,\phi' + e\eta')dx \qquad [3.5]$$

da cui segue ora che I è una funzione ordinaria in ε. Operando in tal modo il problema in esame è ricondotto alla ricerca delle condizioni di stazionarietà di una funzione nella sola variabile ε. Affinché I sia stazionario per ε = 0 è necessario che:

$$[dI/d\varepsilon]_{\varepsilon=0} = 0 \qquad [3.6]$$

Derivando la [3.5] dopo una serie di passaggi per i quali si rimanda ai testi di Barla et. al (1980) e Munari e Carbone (1982) si ottiene:

$$F_\phi(x,\phi,\phi') - d/dx[F_{\phi'}(x,\phi,\phi')] = 0 \qquad [3.7]$$

La relazione così ottenuta è l'equazione di Eulero-Lagrange che rappresenta la condizione necessaria per la stazionarietà del funzionale (3.1). Più in generale se la funzione integranda è del tipo:

$$F(x,y,y',y'',...,y^{(n)},y) \qquad [3.8]$$

l'equazione di Eulero-Lagrange corrispondente sarà:

$$F_\phi(x,\phi,\phi') - d/dx[F_{\phi'}] + d^2/dx^2[F_{\phi''}] - d^3/dx^3[F_{\phi'''}] - (-1)^n d^n/dx^n[F_{\phi n}] = 0 \qquad [3.9]$$

Si applichi ora la [3.9] all'esempio della trave incastrata ad un estremo illustrato in precedenza. Ricordiamo che l'energia potenziale totale del sistema è data da:

$$F(f) = \int_0^L [EJy''^2 - qy]dy = \Pi \qquad [3.10]$$

Dall'equazione di Eulero Lagrange, essendo $F_\phi = -q$, $F_{\phi'} = 0$ e $F_{\phi''} = EJ\phi''$, si ricava:

$$EJ\phi^{IV} - q = 0 \qquad [3.11]$$

La [3.11] così ottenuta è l'equazione differenziale della deformata elastica; a questa dovranno essere associate le condizioni al contorno relative a ϕ e ϕ'.

Soluzioni approssimate di problemi variazionali: il metodo di Ritz

Le equazioni differenziali ottenute dai problemi variazionali non possono, nella maggioranza dei casi, essere integrate direttamente. Si ha quindi la necessità di ricorrere, per la determinazione delle funzioni f soluzioni di tale problema, a metodi approssimati. Tra questi si inseriscono i cosiddetti metodi diretti, nei quali il problema variazionale viene visto come caso limite di un problema di ricerca della stazionarietà di una funzione di più variabili .
Nel metodo di Ritz la funzione incognita f viene espressa come combinazione lineare di funzioni note dette funzioni base e di parametri incogniti, detti coordinate generalizzate. che rappresenta il sistema di equazioni generalizzate dell'equilibrio. Rimandando ancora una volta al testo di Barla ed a quello di Munari e Carbone per gli sviluppi analitici, la conclusione è che il metodo di Ritz ci consente di trovare una soluzione approssimata di grado n, dove n è il numero di funzioni base scelte per approssimare la soluzione. Il grado di approssimazione raggiunto da tale procedimento è strettamente legato alla successione di funzioni base scelta.
Le condizioni necessarie per garantire la convergenza del metodo sono:

a) l'insieme delle f deve essere completo;
b) le funzioni approssimanti {f } devono essere ammissibili e cioè:
    b.1) devono essere continue fino all'ordine minore di uno rispetto al più alto ordine di derivazione presente nella funzione integranda;
    b.2) devono soddisfare individualmente le condizioni di contorno.

Soluzioni approssimate di problemi variazionali: il F.E.M.

Un secondo metodo approssimato equivalente al metodo di Ritz, impiegato nella soluzione di problemi variazionali è il metodo degli elementi finiti. La differenza maggiore fra i due metodi è che in quest'ultimo le funzioni base non sono definite in tutto il dominio di esistenza della soluzione ma solo in zone limitate di esso. Infatti con il F.E.M. il dominio della soluzione è suddiviso in un numero finito di sottodomini: gli elementi. Questi sono interconnessi fra di loro in un numero discreto di punti siti sul contorno degli stessi. In tal modo le funzioni base possono essere definite solo sui singoli elementi in modo da soddisfare alcune condizioni di continuità. Ne consegue che, definita la discretizzazione del dominio, il campo delle variabili incognite in ciascun elemento è espresso in termini di funzioni base e di valori nodali.
Da un punto di vista matematico il F.E.M. non è altro che un caso particolare del metodo di Ritz, dove le funzioni base sono funzioni a tratti soddisfacenti a certe particolari condizioni di continuità e completezza. Per lo studio dei sistemi continui la scelta come coordinate generalizzate dei valori nodali di parametri fisici (quali ad esempio lo spostamento del nodo o la temperatura) permette di esprimere semplicemente sia le condizioni di continuità della soluzione tra elementi adiacenti, sia le equazioni di equilibrio. Si ricava così un sistema di equazioni che permette di ottenere la soluzione approssimata del problema.

Nel caso specifico dello studio della deformazione di un sistema continuo, se le funzioni base approssimanti lo spostamento sono:

a) continue all'interno dell'elemento e compatibili tra gli elementi adiacenti, cioè tali da non produrre lacerazioni o compenetrazioni del materiale (modello conforme);
b) includono i moti rigidi dell'elemento;
c) rappresentano un qualsiasi campo di deformazione costante all'interno dell'elemento;

allora la soluzione numerica converge alla soluzione esatta all'infittimento della discretizzazione.
La soluzione del problema elastico statico parte dalla formulazione generale del principio dei lavori virtuali che permette di introdurre il concetto di energia potenziale totale di un sistema elastico. L'espressione analitica dell'energia potenziale totale di un sistema rappresenta un caso di funzionale e lo studio della sua stabilità permette di giungere per altra via a formulare le equazioni di equilibrio del sistema elastico continuo in esame.
Questi due argomenti rappresentano il punto di partenza per l'esposizione del metodo degli elementi finiti in coordinate generalizzate ed isoparametrici.
L'elemento, atto a riprodurre il comportamento fisico di una parte molto piccola del modello, viene realizzato con una sottoregione di frontiera molto semplice tale da poter esprimere facilmente l'andamento delle funzioni incognite rappresentanti le componenti dello spostamento (tale limitazione può essere superata con la formulazione isoparametrica dove i contorni dell'elemento possono essere anche curvilinei).
Per ogni elemento, mediante il principio variazionale di stazionarietà dell'energia potenziale, si determina, sfruttando le approssimazioni delle funzioni spostamento, il legame tra spostamenti nodali e forze nodali; in altri termini si determina la matrice di rigidezza dell'elemento. Nota questa per ciascun elemento, tramite il già citato procedimento di assemblaggio, si costruisce la matrice di rigidezza globale, si impongono le condizioni di vincolo e si determinano gli spostamenti nodali. Da questi si risale allo stato tensionale interno di ciascun elemento.
Si rimanda il lettore al testo di Capurso per un approccio di base al *Metodo degli spostamenti* applicato a strutture con elementi monodimensionali tipo asta mentre i testi di Barla et. al. (1980) e Munari e Carbone (1982) forniscono le nozioni base su applicazioni ad elementi finiti piani. I testi fondamentali di Zienckiewicz e Bathe sono vivamente consigliati per un approccio più approfondito finalizzato allo sviluppo di software.

1.3 MODULO BASE

1.3.1 DATI GENERALI

Con questo comando si accede alla finestra di impostazione parametri.
Le **"Unità di misura**" sono da definire come default nell'introduzione dei dati e nella stampa dei risultati. Il programma è in grado di modificare automaticamente i dati già inseriti se vengono cambiate le unità di misura nel corso del lavoro. Nella maggior parte delle finestrelle di input dei vari moduli è utilizzabile un'unità diversa dal default sfruttando il menù a discesa sulla destra o eseguendo un doppio click sulla finestrella stessa.
Il "**Commento**" è una descrizione estesa del lavoro in corso, che compare nella maschera iniziale di scelta lavori, e può essere usato per una identificazione più efficace di quella offerta da solo nome lavoro, che ha solo sei caratteri.
Il "**Numero di progressive per asta**" condiziona la precisione con cui vengono campionati i diagrammi di sollecitazione lungo le aste: un numero troppo basso produrrà diagrammi "spigolosi", un numero eccessivo produrrà un'inutile mole di risultati. Il numero massimo di sezioni è 25.

1.3.2 MATERIALI BASE

In tale finestra sono riportate le proprietà di materiali come calcestruzzo, acciaio per cemento armato e acciaio per carpenteria, secondo quanto previsto dalle NTC 2008.

1.3.3 VISUALIZZA STAMPE

Si accede ai tabulati prodotti dalle opzioni di stampa di DOLMEN (file in formato TXT). L'editor usato per la visualizzazione è specificato nel file **C:\DOLMEN.LOC\DOLMEN.INI** alla riga "MENU.editor".
La spiegazione dettagliata del contenuto dei vari file di stampa è contenuta nel capitolo "DESCRIZIONE STAMPE" al fondo del manuale.

1.3.4 VISUALIZZA DISEGNI

Questo modulo consente di visualizzare e stampare le tavole di disegno (.DIS) generate dai vari moduli del programma, dai quali viene lanciato automaticamente. Il dettaglio dei comandi è il seguente:

Menù "File"

Apri: carica un file con estensione .DIS
Aggiorna: apre nuovamente il file in uso
Salva con nome: salva il file in uso. Nella finestra di dialogo è possibile scegliere la cartella di destinazione, il nome del file e il formato (DIS o DXF)
Salva con nome: salva il file in uso. Nella finestra di dialogo è possibile scegliere la cartella di destinazione, il nome del file e il formato (DIS o DXF)
Imposta plottaggio: consente di modificare le impostazioni di stampa
DETTAGLIO DEL COMANDO:
per modificare lo spessore delle penne selezionare la casella "Definisci spessori [mm]", quindi inserire i valori in corrispondenza dei colori; gli spessori minimi e massimi sono dettati dalle capacità del sistema; se la casella "Definisci spessori [mm]" è deselezionata, vengono utilizzati gli spessori minimi;
la casella "Testo in spessore" consente di stampare i testi con lo stesso spessore delle linee di disegno;
la casella "Monocromatico" permette di stampare in bianco e nero su plotter e stampanti a colori;
la casella "Toni di grigio" permette di trasformare i colori in sfumature di grigio (non tutte le stampanti supportano questa opzione);
per far sì che il disegno (tutto, visualizzato o finestra) venga adattato al foglio selezionare la casella "Adatta"; la scala corrispondente compare in corrispondenza del Fattore di scala; per modificare la scala, deselezionare "Adatta";
deselezionando "Adatta" è possibile cliccare sul pulsante "Definisci origini"; convenzionalmente il disegno viene centrato sul foglio; deselezionando la casella Centrato si possono modificare le origini,

cioè la posizione dell'estremo sinistro in alto; i valori inseriti sono in [cm] e si intendono a partire dai margini;
con il pulsante "Orientazione" si accede alla finestra in cui scegliere l'orientazione del disegno, mantenendone ferma la posizione sul foglio; il valore attualmente in uso è costantemente visibile a fianco del pulsante;
cliccando sul pulsante "Margini e Intestazione" si apre la finestra di dialogo dove inserire i margini che si vogliono attribuire al foglio; i valori inseriti sono in [cm] e si intendono a partire dagli estremi del foglio; è inoltre possibile inserire la squadratura del foglio e un'intestazione personalizzata
il pulsante "Salva impostazioni" crea un file in cui sono memorizzati gli spessori delle penne e i margini e gli altri dati definiti dall'utente;
il pulsante "Predefinito" legge il file creato da Salva impostazioni e modifica di conseguenza i margini e (solo se la casella "Definisci spessori [mm]" è selezionata) gli spessori ;
il pulsante "Stampa" apre la finestra di dialogo propria della periferica, da questa, cliccando su OK si manda in stampa il disegno.
Area di stampa: consente di impostare la porzione di disegno da stampare. Selezionando "Tutto" si manderà in stampa il solo disegno, escludendo il margine dal bordo della finestra; selezionando "Visualizzato" si manderà in stampa il disegno comprensivo del margine correntemente visualizzato; selezionando "Finestra" è possibile selezionare con precisione gli estremi del disegno da plottare.
Ridefinisci finestra: modifica la finestra dell'area di stampa
Anteprima: visualizza l'anteprima di stampa
Imposta stampante: consente di scegliere la periferica di stampa
Stampa: manda in stampa il disegno
Informazioni : fornisce dettagli sul file in uso
Esci: termina il programma

Menù "Visualizza"

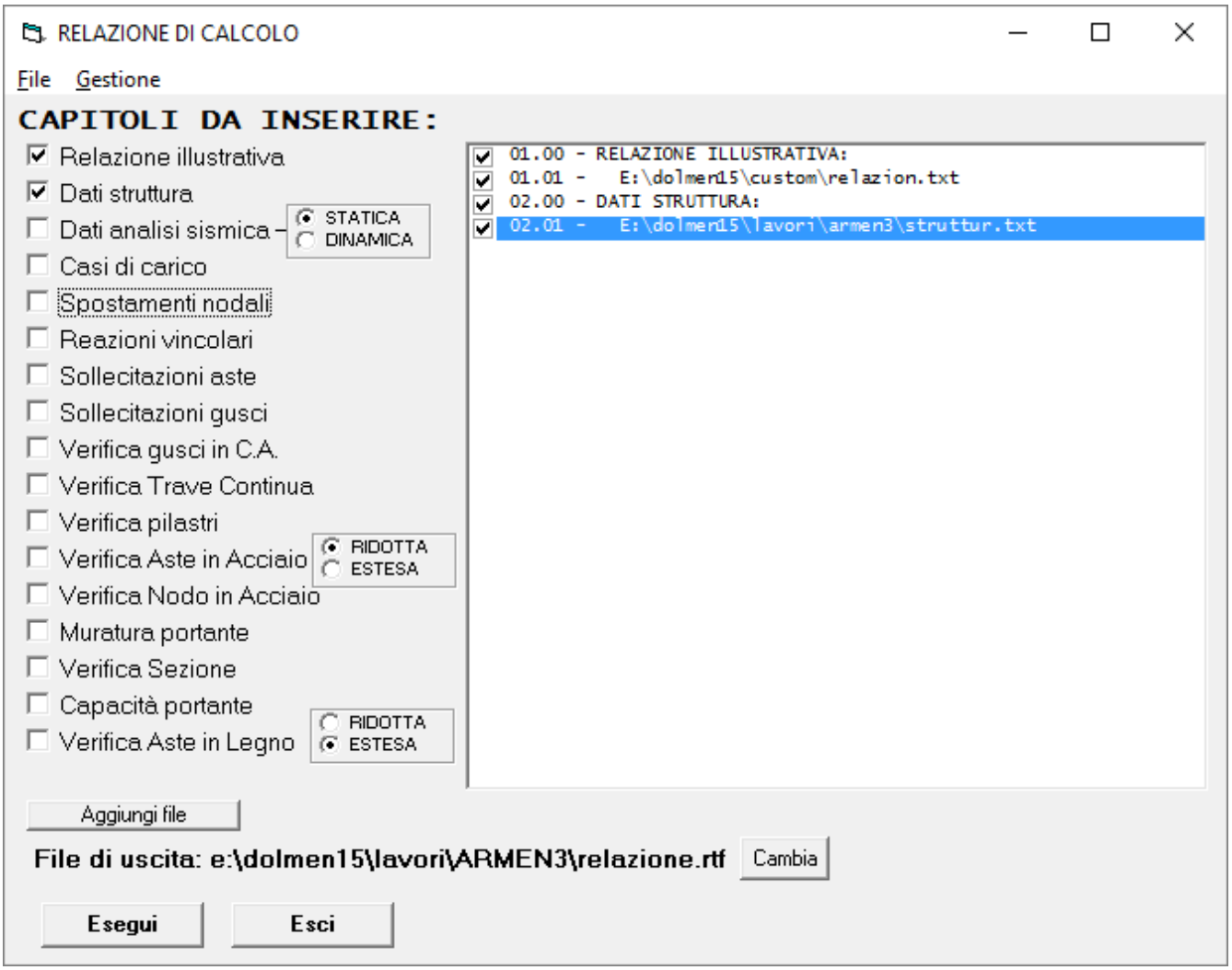
Ottimizza: visualizza il disegno per intero
Zoom in: ingrandisce una porzione del disegno
Zoom out: riduce una porzione del disegno
Sposta: sposta il disegno
Ridisegna: ridisegna la tavola a video

Menù "Generali"

Break : interrompe il comando corrente
Barra di aiuto: visualizza o nasconde la barra di aiuto
DXF: testi -> linee: il comando Salva con nome (menù File) in formato DXF può salvare i testi come vere e proprie stringhe oppure, attivando questa voce, disgregando i caratteri in un insieme di segmentini.
DXF monocolore: il comando Salva con nome (menù File) in formato DXF passerà il disegno senza tener conto del colore delle linee, ovvero con tutte le linee dello stesso colore (bianco).
PLOTTA → disgrega linee tratt.: in fase di plottaggio le linee tratteggiate saranno trasformate in una successione di segmenti di opportuna lunghezza, oppure trasmesse al plotter con *l'informazione* di essere tratteggiate. A seconda del tipo e qualità della stampante va scelta l'opzione che produce risultati migliori.
Visualizza → Spessore linee: rende anche a video lo spessore delle linee impostato per la stampa.
Visualizza → Finestra di plottaggio: mostra o nasconde l'area di stampa.
Visualizza → Monocromatico: visualizza il disegno a colori o in bianco e nero, così da poter vedere come sarà il disegno in fase di plottaggio su una stampante a colori o meno.

1.3.5 COMPILA RELAZIONE

Questa funzione consente di generare un file in formato RTF (Rich Text Format) contenente la relazione di calcolo relativa alla struttura in corso, a partire dai dati strutturali e dai tabulati generati dalle funzioni di stampa di DOLMEN. Il pannello del programma è il seguente:



La colonna a sinistra contiene tutti gli "argomenti" che possono essere allegati nella relazione di Dolmen. Attivando ciascuno di essi avvengono automaticamente le seguenti operazioni:

- Controllo dell'esistenza del file corrispondente: se non è stata generata la stampa richiesta il programma avvisa della sua mancanza e non accetta la selezione. In tal caso l'utente dovrà generare il file richiesto (vedi ARCHIVI DI STAMPA).
- Riporto nella finestra a fianco del titolo del capitolo e del (o dei) file che compongono il capitolo stesso. È possibile disattivare in questa finestra singoli file o titoli.

Sono attivi inoltre i seguenti tasti:

Aggiungi File: permette la scelta da parte dell'utente di un file di testo, e lo include nella relazione.

Esegui: crea il file di relazione, con il nome e percorso specificato nella casella "File di Uscita". Al termine viene richiesto se si desidera visualizzare il file. L'editor usato per la visualizzazione è specificato nel file **`C:\DOLMEN.LOC\DOLMEN.INI`** alla riga "MENU.editor".

Cambia: permette di cambiare il nome del file di uscita (per default **`relazione.rtf`**).

Esci: termina il programma.

Le voci di menù sono le seguenti:

MENU' FILE:

Cambia configurazione: permette di modificare i font usati per i titoli e per il corpo del testo.

Salva configurazione: archivia la scelta di font, ed anche la sequenza di capitoli attivati, di modo che per ogni lavoro successivo si abbia già la sequenza tipo.

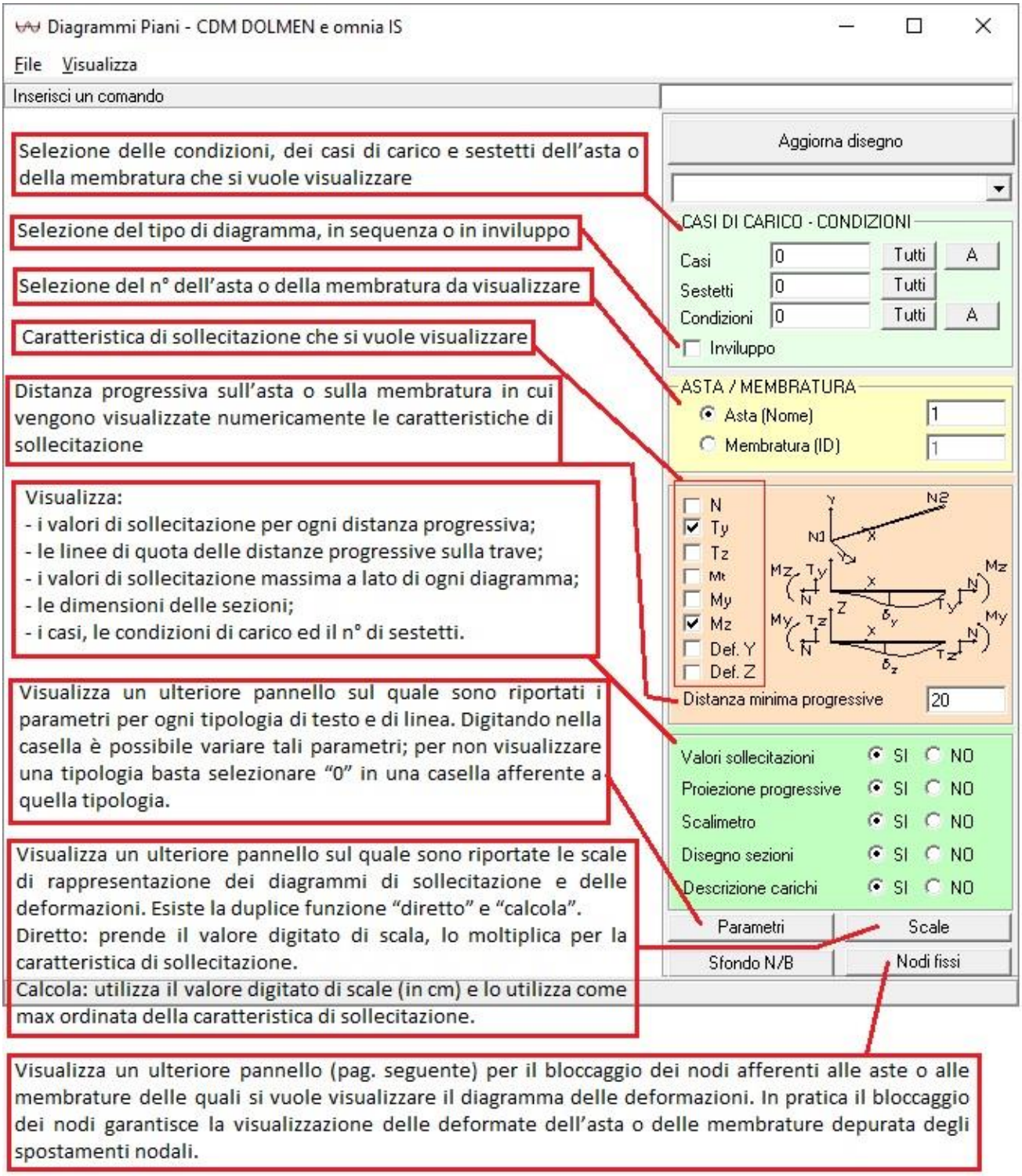
MENU' GESTIONE:

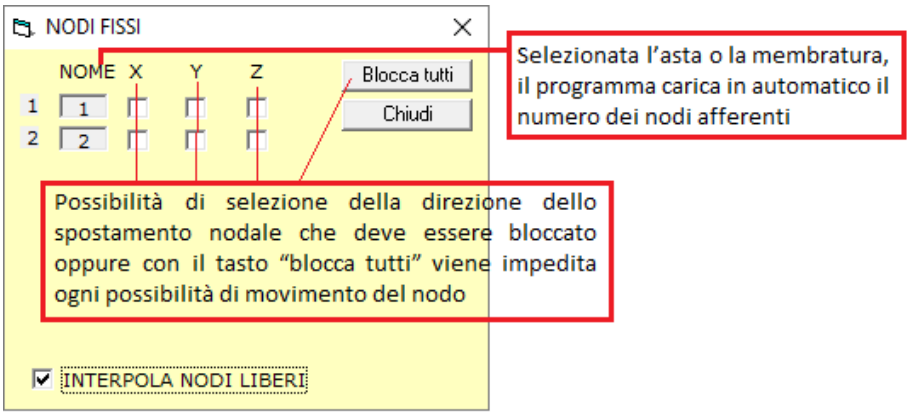
Inserisci / aggiungi file: permettono di aggiungere un file qualunque prima o dopo del file correntemente selezionato nella finestra.

Visualizza: mostra con l'editor predefinito il file correntemente selezionato nella finestra.

1.3.6 DIAGRAMMI PIANI

Una volta effettuata l'Analisi Statica ed i Casi di Carico, è possibile visualizzare i diagrammi di sollecitazione direttamente nell'Ambiente Grafico, oppure in questo modulo, che consente di visualizzare singole aste o membrature, anche non piane, con relativi diagrammi. Viene attivato automaticamente un Pannello di controllo con le seguenti opzioni:



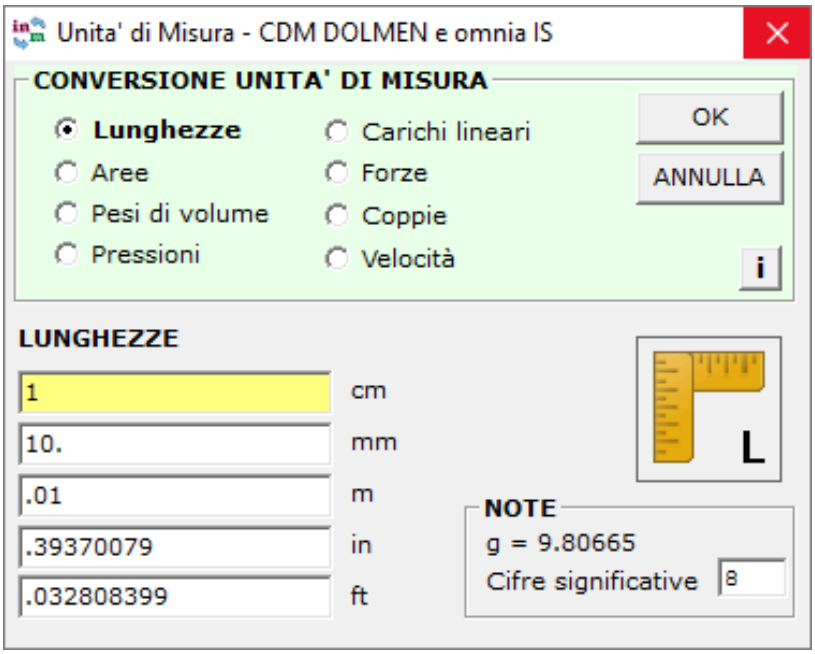


1.3.7 PIANO MANUTENZIONE

IS Pdm è un applicativo facile e professionale che permette di ottenere rapidamente il Piano di Manutenzione delle strutture (documento obbligatorio del progetto esecutivo) seguendo le indicazioni contenute nelle NTC 2008.

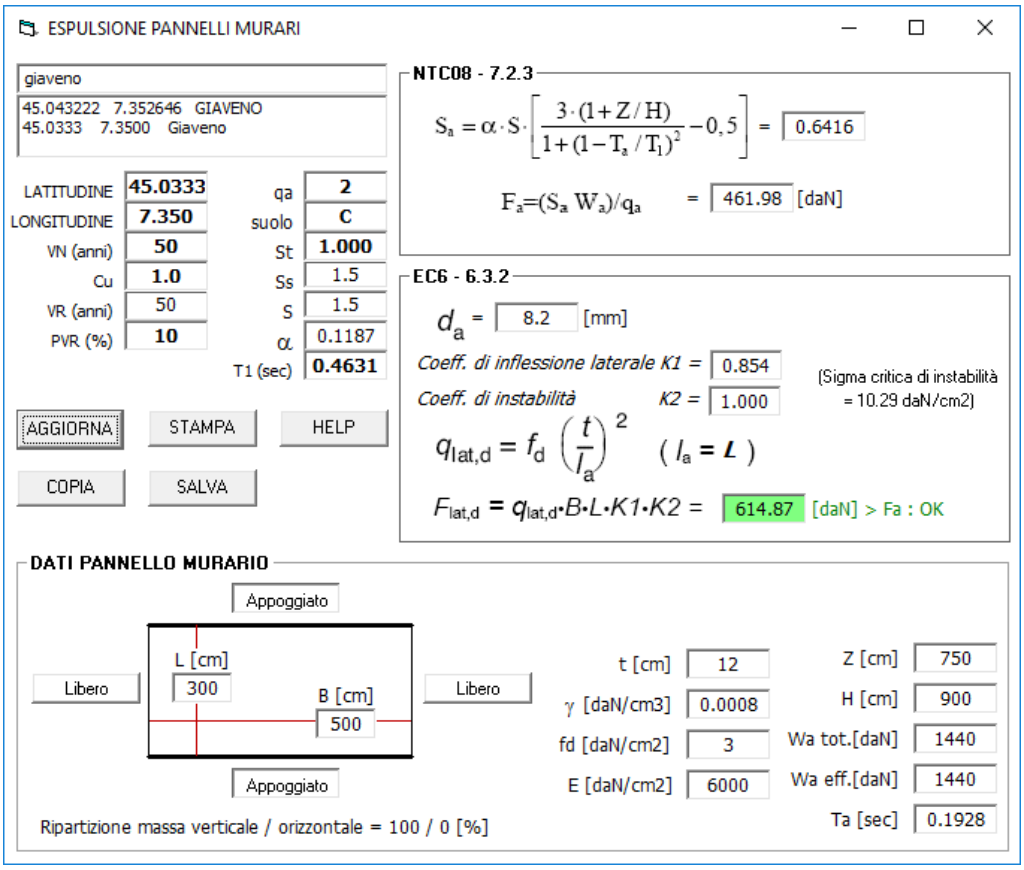
1.3.8 CONVERSIONI UNITÀ

Applicativo per la conversione delle unità di misura.



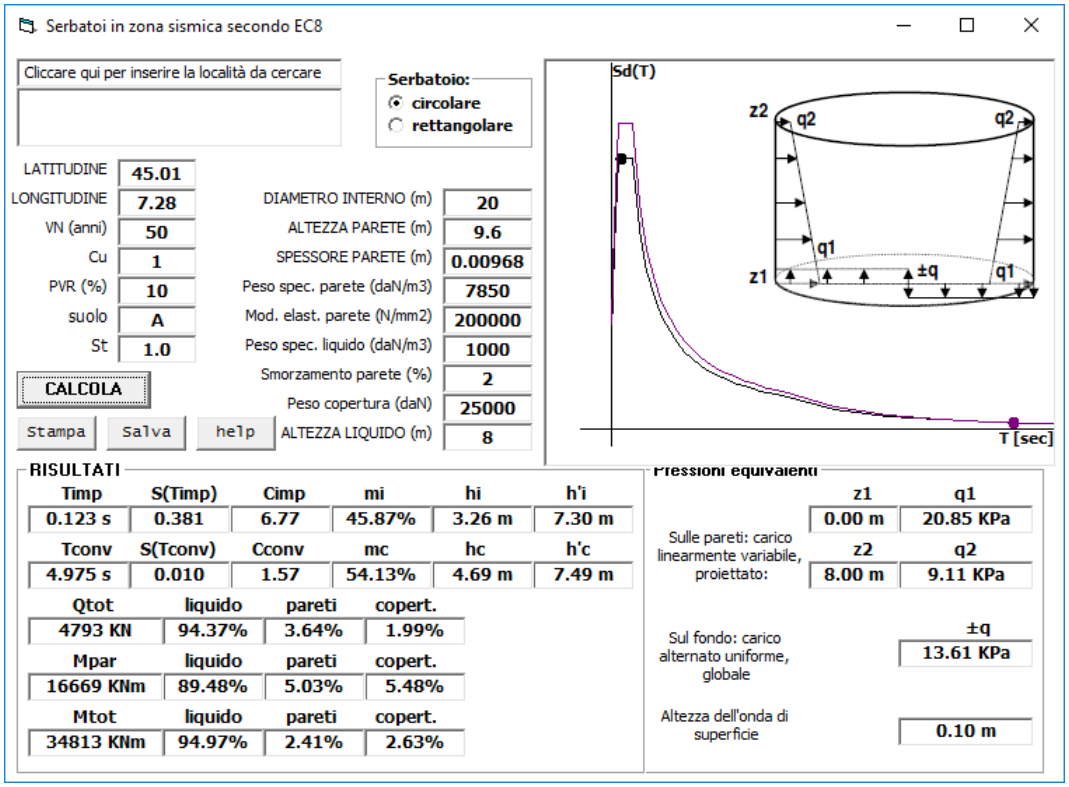
1.3.9 TAMPONAMENTI ESPULSIONE

Modulo dedicato alla verifica ad espulsione dei pannelli in muratura non portante sotto l'azione della spinta sismica fuori piano; il calcolo è condotto secondo il punto 7.2.3 delle NTC 2008, utilizzando lo schema dell'effetto arco proposto dall'Eurocodice 6, al punto 6.3.2.
Il programma calcola l'inflessione in ogni caso, non solo per muri snelli. Il meccanismo ad arco può esplicitarsi sia in direzione orizzontale che verticale, a seconda di quali lati siano in grado di offrire una resistenza alla spinta; il programma tiene conto delle dimensioni del pannello e della situazione di vincolo per stabilire massa efficace e schema statico prevalente.



1.3.10 SPINTE SERBATOI EC8

Scopo del presente modulo è il calcolo delle sovrappressioni dovute al sisma nei serbatoi secondo l'Eurocodice 8, parte 4, con l'obiettivo di tradurle in carichi da inserire in un modello di vasca circolare o rettangolare modellata ad elementi finiti con DOLMEN. Nello spirito dell'EC8, l'effetto sismico così calcolato comprende gli effetti inerziali non solo del liquido, ma anche delle pareti e della copertura, se presente; pertanto in Dolmen non dovrà essere effettuata nessuna analisi sismica aggiuntiva, né statica né dinamica.



1.3.11 NEVE / VENTO

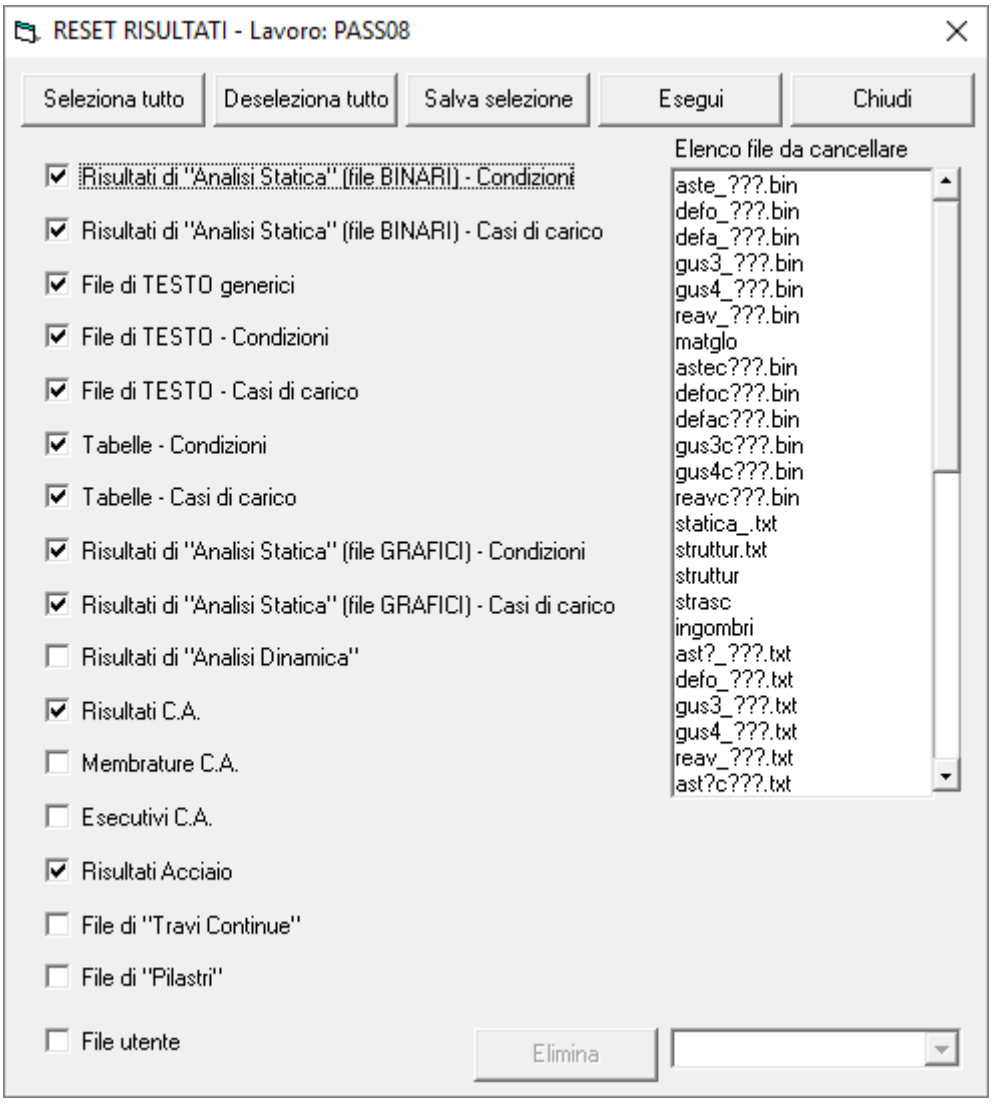
Questi due moduli consentono il calcolo delle intensità di neve e vento secondo il capitolo 3 delle NTC 2008 relativo ai carichi agenti sulle costruzioni. La nomenclatura dei parametri e dei risultati è la stessa della normativa, a cui si rimanda per le definizioni tecniche. È possibile ottenere anche una stampa riassuntiva dei calcoli (**`neve.txt`** / **`vento.txt`**).

1.3.12 CONVENZIONI ASTE / GUSCI

Hanno il solo scopo di mostrare le schede che riportano le convenzioni di segno usate da Dolmen: vano usati come aiuto alla lettura delle sollecitazioni delle aste e dei gusci.

1.3.13 CANCELLA RISULTATI

L'operazione di analisi statica della struttura produce una serie di file in cui sono racchiuse tutte le informazioni derivanti dal calcolo relative alle aste ed ai gusci (principalmente caratteristiche di sollecitazione e deformazioni). Spesso è necessario ripetere il calcolo, ad esempio dopo aver modificato parzialmente la struttura o aver aggiunto dei carichi. Al momento della generazione della serie di file conseguente ad un nuovo calcolo, i vecchi archivi verranno soprascritti, ma alcuni potrebbero non essere più necessari e rimanere superflui nella cartella del lavoro. Per evitare di utilizzare file non più aggiornati, è utile poter cancellare i risultati ottenuti ogni volta che si richiede un nuovo calcolo.
Il pannello per la cancellazione dei risultati, riportato di seguito, permette di specificare le categorie di file da eliminare e di personalizzare la lista di tali file. L'insieme dei file da cancellare è registrato nel file "**`RESETFILE.TXT`**" residente in **`\DOLMEN\CUSTOM.`**



Le tipologie di file che possono essere eliminate sono:

Risultati di "Analisi statica" (file binari) – condizioni: sono i file derivanti direttamente dall'analisi statica della struttura; sono in formato binario, organizzati per condizioni di carico e presentano un nome del tipo "*ASTx_yyy.BIN*" (aste), "*GUSx_yyy.BIN*" (gusci), "*REAV_yyy.BIN*" (reazioni vincolari), ecc.; spesso, nell'insieme, occupano uno spazio discreto su disco;

Risultati di "Analisi statica" (file binari) – casi di carico: sono i file derivanti dal calcolo dei casi di carico; sono in formato binario e presentano un nome del tipo "*ASTxCyyy.BIN*" (aste), "*GUSxCyyy.BIN*" (gusci), "*REAVCyyy.BIN*" (reazioni vincolari), ecc.; spesso, nell'insieme, occupano uno spazio discreto su disco;

File di testo generici: sono file di diversa origine, scritti in formato ASCII (l'estensione è "*TXT*"); si trovano in questo gruppo "STATICA.TXT" e "STRUTTUR.TXT";

File di testo - condizioni: sono i file contenenti i risultati dell'analisi statica, organizzati per condizioni di carico e tradotti in formato ASCII (l'estensione è "*TXT*"); ad esempio si trovano in questo gruppo "*ASTx_yyy.TXT*" (aste), "*GUSx_yyy.TXT*" (gusci), "*REAV_yyy.TXT*" (reazioni vincolari), ecc.; vengono generati dalle voci del sottomenu "*ARCHIVI DI STAMPA - CONDIZIONI*";

File di testo – casi di carico: sono i file contenenti i risultati dell'analisi statica, organizzati per casi di carico e tradotti in formato ASCII (l'estensione è "*TXT*"); ad esempio si trovano in questo gruppo "*ASTxCyyy.TXT*" (aste), "*GUSxCyyy.TXT*" (gusci), "*REAVCyyy.TXT*" (reazioni vincolari), ecc.; vengono generati dalle voci del sottomenu "*ARCHIVI DI STAMPA – CASI DI CARICO*";

Risultati di "Analisi statica" (file grafici) – condizioni: sono i file generati dalle voci del sottomenu "*ARCHIVI GRAFICI - CONDIZIONI*" e contengono disegni relativi agli stati di sollecitazione ed alle linee elastiche (hanno estensione "*GRF*");

Risultati di "Analisi statica" (file grafici) – condizioni: sono i file generati dalle voci del sottomenu "*ARCHIVI GRAFICI - CONDIZIONI*" e contengono disegni relativi agli stati di sollecitazione ed alle linee elastiche (hanno estensione "*GRF*");

Risultati di "Analisi statica" (file grafici) – casi di carico: sono i file generati dalle voci del sottomenu "*ARCHIVI GRAFICI – CASI DI CARICO*" e contengono disegni relativi agli stati di sollecitazione ed alle linee elastiche (hanno estensione "*GRF*");

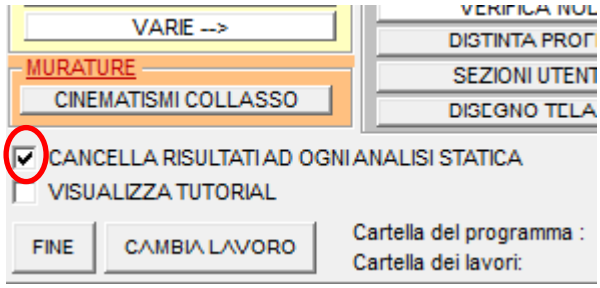
Risultati di "Analisi dinamica": i risultati dell'analisi dinamica non vanno generalmente cancellati al momento dell'analisi statica in quanto quest'ultima operazione li utilizza per ottenere nuovi archivi; è però possibile eliminarli prima di ripetere una nuova analisi dinamica;

Risultati C.A.: sono i risultati del progetto e della verifica degli elementi in C.A. ("*PROGETTO.TXT*", "*VERIFICA.TXT*","*ARMGUS.TXT*";

Risultati acciaio: sono i risultati della verifica degli elementi in acciaio comprendenti stampe e grafici;

File utente: possono essere file diversi da quelli elencati precedentemente ed aggiunti personalmente dall'utente scrivendone il nome nella casella a fianco; il tasto elimina permette di cancellare il file utente visibile nella casella.

L'elenco che compare a destra viene aggiornato con i file da eliminare ogni volta che si attiva o disattiva una tipologia. Il tasto "*SALVA SELEZIONE*" salva la configurazione del pannello per tutti i lavori (modifica il file "*RESETOPT.TXT*").



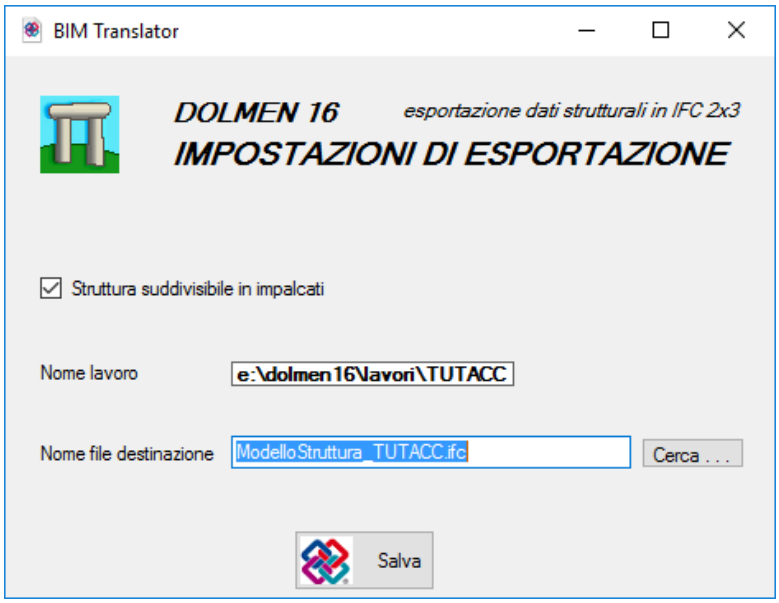
NB: L'esecuzione di questo comando può essere attivata silenziosamente a ogni analisi statica con il controllo "*Cancella risultati ad ogni analisi statica*" presente sul pannello principale di DOLMEN.

1.3.14 SCAMBIO DATI

Questa voce apre un sottomenù che a sua volta contiene le seguenti voci:

DOLMEN → BIM (IFC)

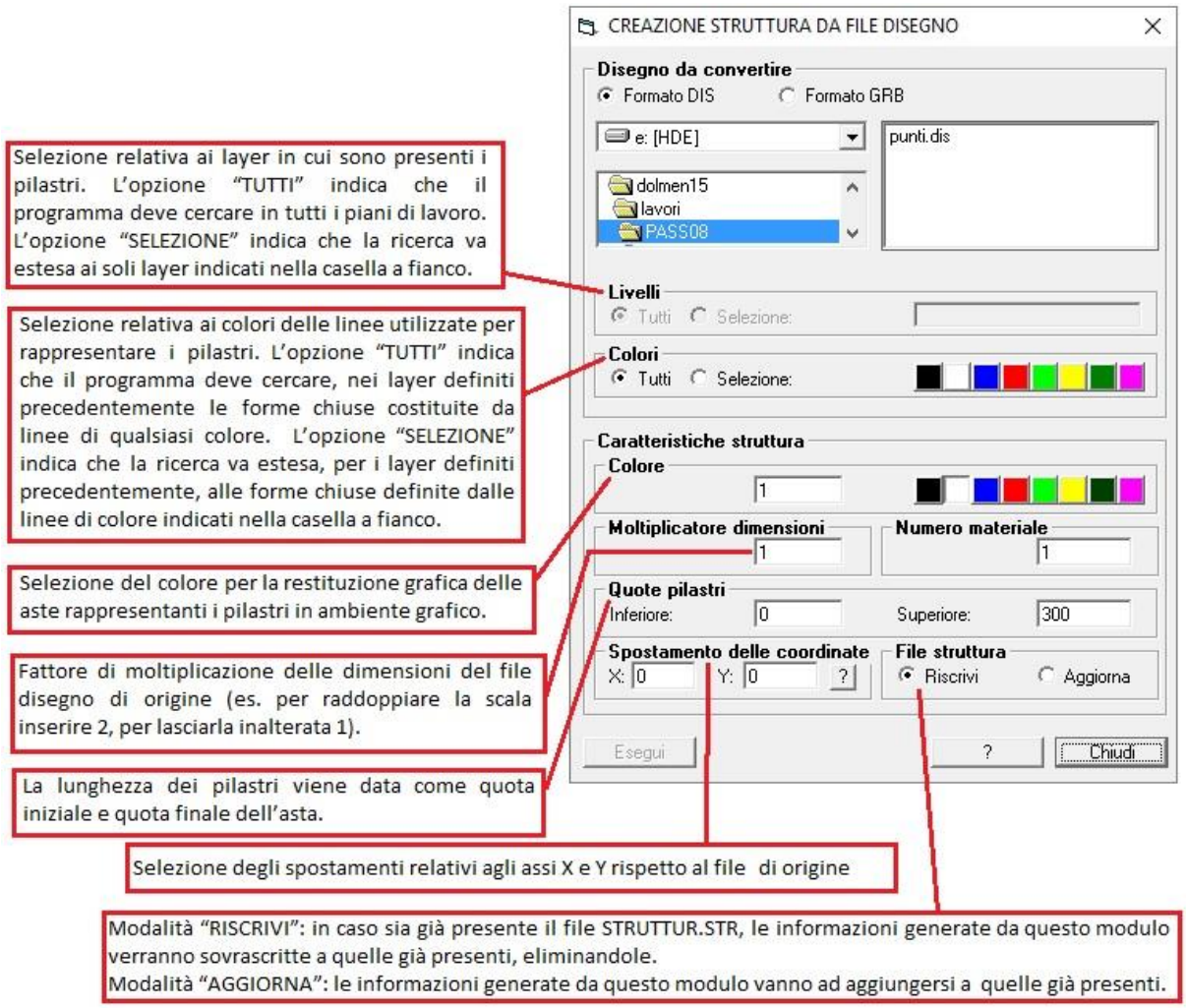
Questa funzione permette di esportare verso i programmi dedicati al BIM i modelli realizzati con il CAD3D Struttura, in formato IFC 2x3. Questo formato è infatti il più comunemente usato (sia per la lettura che per la scrittura di dati) ed è supportato da tutti i principali software legati al mondo BIM.



Per esportare un modello è sufficiente specificare se questo sia suddivisibile in impalcati e la relativa cartella di lavoro, così come il nome del file di output.

CAD2D → DOL3D

Questa opzione serve per far riconoscere automaticamente i pilastri da una pianta della struttura. Lo scopo del programma è quella di caricare il file relativo alla pianta (in formato DIS o GRB), riconoscere tutte le forme chiuse presenti, di queste calcolarne le caratteristiche geometriche, comporne in automatico le schede relative alla sezione e creare le aste corrispondenti. Tale elaborazione andrà a sostituire o ad aggiornare un file di formato STR.
È conveniente, nel disegno della pianta, disporre tutti i pilastri su uno stesso layer, oppure assegnare loro un colore specifico, in modo da facilitare le operazioni di ricerca delle forme chiuse. Le linee sovrapposte o poligoni non chiusi possono creare problemi nel riconoscimento delle sezioni. Questa funzione è presente anche nel DOLMENPLAN (“menù File > Esporta struttura”).
Alla pagina seguente viene riportato il pannello relativo a tale modulo con la descrizione dei vari comandi.



Importa azioni da altra struttura

Una tecnica di calcolo che permette di ridurre la complessità strutturale è quella di spezzare in sottostrutture l'oggetto complessivo e di trasferire le reazioni vincolari di una sottostruttura, considerandole come carichi agenti su un'altra sottostruttura. Questa funzione consente quindi di importare nel lavoro corrente le reazioni vincolari di un altro lavoro, come carichi agenti *sui nodi aventi lo stesso nome*. Il trasferimento avviene sulla base delle condizioni di carico: è necessario perciò che la condizione richiesta nel lavoro sorgente sia già presente (anche se con descrizione diversa) nel lavoro corrente.

TRACON → AUTOCA

Con questa funzione è possibile convertire i file prodotti dal modulo "Trave Continua" in formato XML, opportunamente formattato per essere direttamente leggibile dal software "AUTO_C.A." per il disegno degli esecutivi delle travate in "AUTCAD".

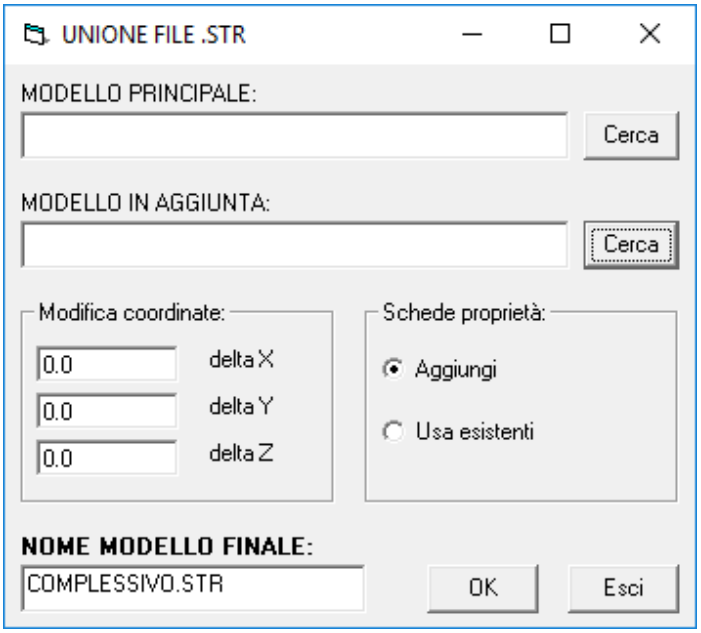
STRAUS → TRACON

Questo applicativo consente la conversione delle travate appartenenti a modelli analizzati con il software "Straus" nel formato TRC direttamente leggibile da Trave Continua.
Il programma legge, per un gruppo di aste selezionato, la geometria e le caratteristiche di sollecitazioni per tutte le combinazioni di carico. Per l'utilizzo è necessario:

1. Salvare il modello di Straus in formato testo;
2. Creare i file delle sollecitazioni anch'essi in formato testo (tutti i 'load case' e 'combination case');

3. Selezionare con l'apposito tasto il "file modello";
4. Selezionare con l'apposito tasto il "file sollecitazioni";
5. Selezionare tra i gruppi definiti la travata da convertire;
6. Selezionare con l'apposito tasto il "file Trave Continua";
7. Premere il tasto "Esegui".

Unisci modelli



Questa funzione è utile per unire due modelli separati, producendo un unico modello finale. Nella sezione "modello in aggiunta" è possibile specificare sia il file .STR da importare sia un file .TXT contenente i carichi nodali: questo file deve essere salvato da Excel nel formato 'Testo con tabulazioni' e senza aver specificato alcuna intestazione. I carichi contenuti nel file si intendono in daN e daN*cm e le colonne devono avere il seguente ordine:

| Condizione | Nome nodo | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |

Infine si può decidere se conservare le schede relative ad entrambi i modelli (comando "Aggiungi") o solo quelle esistenti nel modello originale (comando "Usa esistenti"). L'importazione è relativa alle sole schede di aste e gusci (materiali, sezioni, svincoli…), in quanto solai e carichi non vengono mantenuti nel modello finale.
Per garantire congruenza tra i due sistemi di riferimento originari si può sfruttare l'opzione "Modifica coordinate" e traslare opportunamente il modello in aggiunta.

1.3.15 CHIAVE HARDWARE

Con questa tasto compare un sottomenù la cui prima voce consente di conoscere il codice della chiave e la lista dei moduli abilitati. Il codice chiave identifica il programma come correttamente acquistato ed installato: è un'informazione indispensabile da comunicare all'Amministrazione (011/4470755) appena terminata l'installazione, per la fornitura delle password.
La seconda voce richiama l'editor di Windows per la scrittura delle password nel file apposito (**`DOLMEN\PASSWORD`**).
La terza voce "Spelling ID chiave" consente di copiare il codice identificativo della chiave e di leggerne lo spelling.

1.3.16 VARIE

Questo sottomenu riporta alcune funzionalità:



- Imposta Acrobat in dolmen.ini: consente di impostare Acrobat per aprire la guida in linea di alcuni moduli (occorre indicare la cartella di installazione);
- IS Minicad: semplice, ma funzionale, CAD bidimensionale;
- Registra librerie: permette di registrare (OCX, DLL, VBX) necessarie prevalentemente per sistemi operativi a 64 bit.

CAPITOLO 2

CAD 3D
STRUTTURA

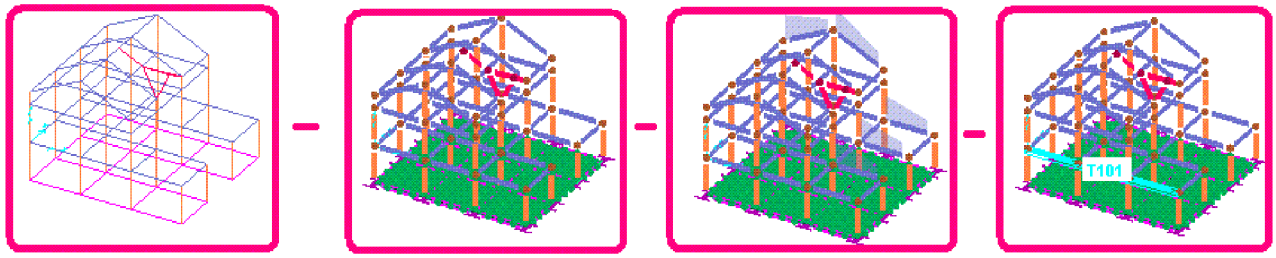
Sommario

2 PREMESSA: IL CAD 3D STRUTTURA 1
2.1 Generazione del modello strutturale 1
2.2 Gestione del progetto 2
2.3 Sintassi dell'ambiente grafico 3
2.4 Componenti dell'ambiente grafico 3
2.5 Formati dei files gestiti dall'ambiente grafico 4

2 PREMESSA: il CAD 3D Struttura

L'ambiente grafico tridimensionale costituisce il nucleo centrale del programma DOLMEN: consiste in un semplice ma efficiente CAD tridimensionale all'interno del quale viene definito il modello strutturale, eseguita l'analisi sollecitazioni (statica e/o dinamica), visualizzati i risultati dell'analisi, e dal quale si accede ai singoli moduli di progetto/verifica, che si tratti di verifica travi in c.a. o nodi in acciaio (fermo restando che molti moduli possono essere utilizzati indipendentemente da un modello globale, ovvero lanciati autonomamente).
L'ambiente grafico è dotato di un comodo **HELP CONTESTUALE** in linea, nel quale vengono dettagliati tutti i comandi di questo CAD strutturale, e al quale si rimanda per ulteriori informazioni.

2.1 GENERAZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE



Nella filosofia di lavoro di DOLMEN, il modello strutturale viene costruito semplicemente *disegnandolo*: si crea cioè uno schema geometrico di elementi (ad es. segmenti) ai quali verranno successivamente assegnate delle proprietà (ad es. la sezione di un'asta e il materiale di cui è composta): questo tipo di approccio rende la generazione del modello particolarmente semplice e duttile.
La modellazione della struttura è articolata secondo quattro fasi successive:
1ª FASE: creazione del supporto geometrico attraverso le funzioni del menù **GEOMETRIA**. I comandi a disposizione permettono la fedele riproduzione della struttura per mezzo della rappresentazione di linee, segmenti e mesh.
2ª FASE: definizione del modello strutturale attraverso i comandi contenuti nel menu **STRUTTURA**. Questa operazione necessita in un primo tempo della compilazione di **schede tipologiche** relative alle varie caratteristiche (meccaniche, geometriche, ecc...) delle parti componenti la struttura, ed in un secondo tempo l'attribuzione delle caratteristiche anzidette a tutto il supporto geometrico: la geometria viene così rivestita con le proprietà strutturali assegnando una sezione e un materiale ai segmenti, uno spessore ai gusci, delle proprietà di svincolo interno alle aste così generate

etc. La struttura così generata potrà essere variamente costituita da travi, pilastri, gusci, e non necessariamente caratterizzata da un unico materiale.
3ª FASE: definizione delle condizioni e dei carichi relativi all'intera struttura, per mezzo dei comandi contenuti all'interno del menù **CARICHI**. Analogamente a quanto detto in precedenza per la 2ª fase, è necessario creare prima un inventario di schede carichi e poi assegnarle al relativo elemento strutturale. Nell'assegnazione dei carichi sono di aiuto alcuni oggetti del menù struttura, quali **solai** e **linee di carico**, che hanno la funzione di generare leggi di ripartizione del carico rispettivamente e su aste e su gusci: il menù carichi contiene inoltre altre funzioni per ripartizioni del carico su più elementi, quali i carichi di area e i carichi linearmente variabili su aste, nodi e gusci. Tutti i carichi nascono organizzati in **condizioni,** in quanto ogni singolo carico assegnato su nodi, aste, ecc, viene automaticamente inserito nella condizione che al momento del sua applicazione risulta essere la condizione attiva nel pannello delle Schede Condizioni. Queste condizioni costituiscono l'unità minima di raggruppamento dei carichi: in un secondo momento, potrò infatti visionare i risultati di spostamento, sollecitazione o deformazione della singola condizione ma non quelli dovuti ai singoli carichi. Le condizioni potranno poi essere combinate in **casi di carico**, costituiti da combinazioni (lineari e non), delle singole condizioni o di altri casi di carico. E' relativamente ai casi di carico che verranno eseguite le verifiche di normativa. Funzioni quali il calcolo della risultante dei carichi su elementi selezionati o "Esplora condizioni" danno il pieno controllo sui carichi assegnati.
4ª FASE: Individuazione delle membrature e gestione degli ingombri per mezzo dei comandi contenuti all'interno del menù **CARPENTERIE**, ovvero definizione dell'elemento continuo per il suo uso da parte dei moduli per progetto/verifica.
Al termine della terza fase, la struttura è già pronta per essere sottoposta al calcolo delle sollecitazioni; la quarta fase può essere attivata indifferentemente sia immediatamente dopo la modellazione che dopo l'analisi delle sollecitazioni. Il programma prevede anche funzioni di controllo dei dati inseriti ("File > CheckDB") per controllo di eventuali incongruenze nei dati inseriti, controllo che si consiglia di effettuare prima del calcolo delle sollecitazioni.
I dati sul modello così costruito NON sono contenuti in un unico file, ma al file contenente i dati sulla struttura (con nome di estensione .STR) si affiancano le librerie delle schede tipologiche, tutti all'interno della cartella del **lavoro corrente.**

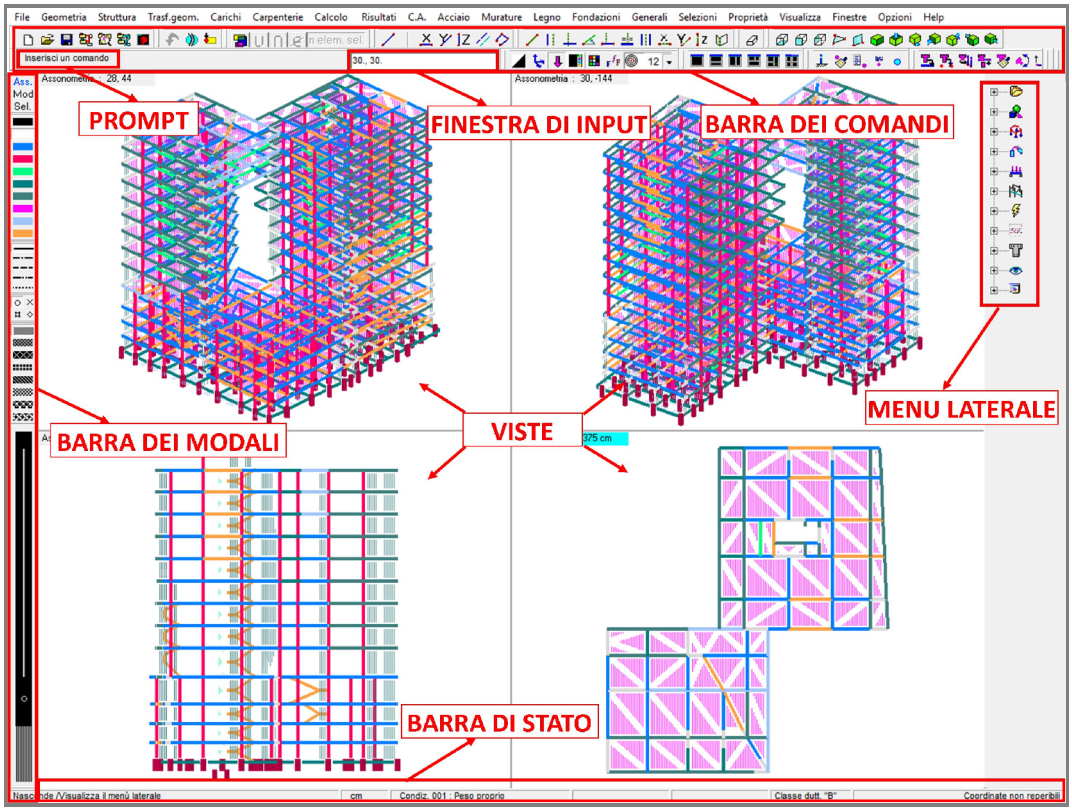
2.2 GESTIONE DEL PROGETTO

Una volta costruito il modello della struttura, posso operare su di esso rimanendo all'interno dell'ambiente grafico, grazie ai collegamenti con i moduli di calcolo e di progetto/verifica, che mi consentono di continuare ad operare senza soluzione di continuità.
Il menù CALCOLO è dedicato alla fase di analisi sollecitazioni, alla definizione dei dati per l'analisi sismica (sia statica che dinamica), e al calcolo delle condizioni e dei casi di carico. I risultati dell'analisi potranno essere interrogati tramite gli appositi comandi del menù RISULTATI, che consente di studiare le sollecitazioni e le deformazioni della struttura per via grafica, o per lettura dei valori numerici: le deformazioni e i modi propri possono essere studiati per il tramite di animazioni: altre informazioni, quali le sollecitazioni nei gusci o le pressioni sul terreno, sono visualizzate tramite mappe di colore, o diagrammi vettoriali. Questo menù contiene, oltre alla visualizzazione dei risultati del menù CALCOLO, la visualizzazione di informazioni derivanti da altri moduli Dolmen, quali informazioni sulla percentuale di armatura, tensioni e tagli nel cls delle piastre, etc.
Altri menù, quali C.A., ACCIAIO, MURATURE e FONDAZIONI, si ricollegano ai singoli moduli di progetto/verifica, per i quali si rimanda alle corrispondenti sezioni di questo manuale.

2.3 SINTASSI DELL'AMBIENTE GRAFICO

La sintassi dell'ambiente grafico richiede in generale la scelta di un comando, e *poi* la selezione degli elementi sui quali esso deve agire. Molti dei comandi rimangono attivi indefinitamente, in genere continuando a richiedere di selezionare degli elementi. Molto potenti sono, a questo proposito, le selezioni multiple.
Distinguiamo fra i **comandi di pura visualizzazione** (ad es. l'attivazione della visualizzazione per ingombri solidi di elementi selezionati) e i **comandi di effettiva modifica** del modello: i soli comandi di modifica sono annullabili (tasto Undo), a parte quelli che consistono nelle modifica di schede delle librerie tipologiche.
Gli oggetti che hanno appena subito delle modifiche rimangono temporaneamente **evidenziati** con un colore diverso. Posso inoltre richiedere di evidenziare temporaneamente degli elementi selezionati (ad es. posso voler evidenziare tutte le aste con determinate proprietà di svincolo interno). Il colore con il quale gli elementi vengono evidenziati per modifica e quello con il quale elementi vengono evidenziati su richiesta dell'utente sono modificabili tramite il comando "Opzioni > Colori ambiente ..."

2.4 COMPONENTI DELL'AMBIENTE GRAFICO



Il modello strutturale viene visualizzato all'interno di un'area di lavoro suddivisibile in più **viste** (da 1 a 4): la ripartizione in più viste dell'area di lavoro è gestita dai comandi del sottomenù "Finestre > Layout", o, in modo più immediato, tramite mouse (posizionando il mouse sui confini delle viste è possibile trascinarli anche sino a modificare il numero delle viste stesse).
Ognuna delle viste del modello può avere indifferentemente il significato di sezione per un piano assegnato, o di vista assonometrica: il significato viene attribuito dai comandi del sottomenù "Finestre > Viste".
A sinistra nello schermo, la **barra dei modali** consente un accesso rapido ad alcuni comandi: se in modalità "**Assegna**", serve a stabilire il colore, o il tipo di punto o il tipo di retino **corrente**, cioè

quello con il quale verranno disegnati gli elementi che verranno creati successivamente: se in modalità "**Modifica**", premendo un tasto di colore, o di tipo di punto, o di tipo di retino, si attiverà il corrispondente comando di modifica (ad. es. "Modifica colore in rosso "): se in modalità "**Seleziona**", premendo un tasto di colore, o di tipo di punto, o di tipo di retino, verranno automaticamente selezionati tutti gli elementi aventi quella caratteristica. Per modificare i colori a disposizione, utilizzare il comando "Opzioni > Colori ambiente ..."
In basso nello schermo, la **barra di stato** contiene informazioni sullo stato dell'ambiente grafico: nella parte più a sinistra, rimane visualizzato il comando attivo: nella parte più a destra, le coordinate del punto in cui si trova il puntatore del mouse.
Nella **barra dei comandi** sono raggruppati i vari tasti -icona corrispondenti ai comandi stessi: per configurare la barra dei comandi, selezionando i tasti-icona che si vogliono visibili, utilizzare il comando "Opzioni > Barre dei comandi ...": sempre all'interno della barra dei comandi, una parte è dedicata al **prompt**, cioè alla richiesta, da parte del programma, di dati dall'utente: subito accanto ad essa, la **finestra di input** per l'inserimento da tastiera dei dati da parte dell'utente (qualora debbano essere inseriti più valori, questi devono essere separati da una virgola).
Alcuni dei comandi di visualizzazione sono raggruppati anche in un apposito **menù**, attivabile col **tasto destro** del mouse, e si applicano alla vista entro la quale si è aperto il menù.

2.5 FORMATI DEI FILES GESTITI DALL'AMBIENTE GRAFICO

Nel formato file **Struttura (estensione .STR)** vengono salvati tutti i dati introdotti tramite il CAD 3D e riguardanti quindi geometria, struttura, carichi e carpenterie. Il file usato nei calcoli deve obbligatoriamente chiamarsi **STRUTTUR.STR**.
Nel formato **File Grafico (estensione .GRF)** vengono salvati solamente i dati inseriti nel menu di geometria, e cioè i dati relativi ai punti e alle linee; sono quindi esclusi tutti i dati concernenti la struttura, i carichi e le carpenterie. E' usato in realtà non tanto per il salvataggio, ma per la lettura di grafici realizzati dal programma stesso (deformate, diagrammi, autovettori, ecc…)
Nel formato File **Disegno (estensione .DIS o DXF)** viene salvata la rappresentazione bidimensionale della sola finestra attiva. La sua funzione è di immagazzinare non dati di calcolo, bensì un disegno che potrà poi essere gestito dal CAD Bidimensionale.
Il file **DXF** in salvataggio è anch'esso la rappresentazione bidimensionale della sola finestra attiva. La sua funzione è di immagazzinare non dati di calcolo, bensì un disegno da rieditare eventualmente in AutoCad. In fase di lettura, il file **DXF** viene letto come file tridimensionale: potrà quindi contenere ad es. il disegno degli assi baricentrici di una struttura complessa, in modo da poterli utilizzare per associare ad essi delle proprietà di sezione e renderli così rappresentativi di elementi asta, o essere una semplice pianta da utilizzare come supporto per la costruzione del modello strutturale.

CAPITOLO 3

DIMENSIONAMENTO C.A.

3.1 VERIFICA SEZIONE 3
3.1.1 Menu File 5
3.1.2 Menu Visualizza 5
3.1.3 Menu Sezioni 5
3.1.4 Menu Ferri 5
3.1.5 Menu Cavi 6
3.1.6 Menu Impostazioni 6
3.1.7 Menu Opzioni 6

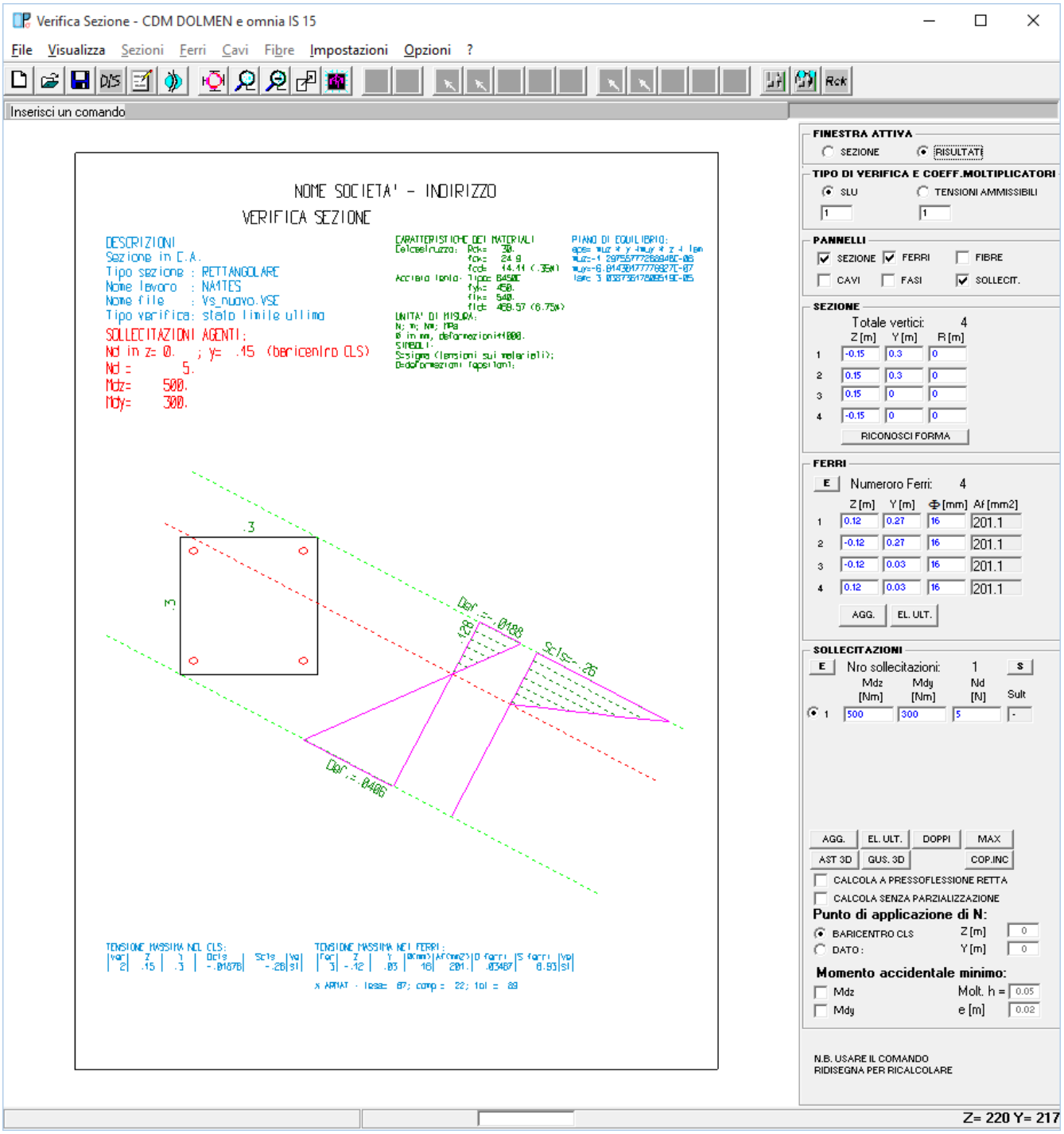
3.2 TRAVE CONTINUA 7
3.2.1 Menu File 7
3.2.2 Menu Visualizza 8
3.2.3 Menu Carpenterie 8
3.2.4 Menu Sollecitazioni 11
3.2.5 Menu Ferri Lon(gitudinali) 13
3.2.6 Menu Staffe 16
3.2.7 Menu Finestre 17
3.2.8 Menu Macro 17
3.2.9 Menu Verifiche 18
3.2.10 Menu Impostazioni 19
3.2.11 Modulo Di Calcolo: Menu File / Menu Visualizza 20
3.2.12 Carichi 21
3.2.13 Menu Calcolo 23
3.2.14 Menu Finestre: 23
3.2.15 Impostazioni 23
3.2.16 Generazione degli schemi di armatura 25
3.2.17 Gli Operatori E Le Funzioni Matematiche 30
3.2.18 Definizione Degli Schemi Staffe 31
3.2.19 Esempio Di Definizione Di Un Cavalletto 32

3.3 PILASTRI 34
3.3.1 Filosofia di calcolo e procedura di utilizzo 35
3.3.2 Menu File 37
3.3.3 Menu Visualizza 38
3.3.4 Menu Carpenterie 38
3.3.5 Menu Ferri 39
3.3.6 Menu Staffe 40
3.3.7 Menu Schemi 42
3.3.8 Menu Calcolo 42
3.3.9 Menu Finestre 42
3.3.10 Menu Macro 43
3.3.11 Menu Impostazioni 43
3.3.12 Menu Info 44
3.3.13 Pannello Edita 45

3.4 PIASTRE E SETTI 46
3.4.1 Menu File 47
3.4.2 Menu Visualizza 48
3.4.3 Menu Armature 48
3.4.4 Menu Generali 49
3.4.5 Punzonamento Pilastri 50
3.4.6 Punzonamento Manuale 53
3.4.7 Termini e convenzioni sulle piastre-membrane 54

3.1 VERIFICA SEZIONE

Questo modulo permette di verificare allo Stato Limite Ultimo o alle Tensioni Ammissibili una singola sezione di forma qualunque soggetta a terne di sollecitazioni (N, M_x e M_y). Viene aperto questo pannello di programma:



Sulla destra in alto, subito sotto la finestrella di input, troviamo i seguenti riquadri (le caselle numeriche sono modificabili per correzioni manuali):

FINESTRA ATTIVA: scelta del contenuto della finestra grafica; può essere visualizzato il disegno della sezione, con copriferri e barre di armatura, oppure il disegno dei risultati di calcolo. Quest'ultimo viene aggiornato, prendendo in conto le ultime modifiche, *ogni volta che viene ridisegnato* (per es. tramite Ottimizza o Ridisegna).

TIPO DI VERIFICA E COEFF. MOLTIPLICATORI: il calcolo della sezione può essere effettuato allo Stato Limite Ultimo oppure alle Tensioni Ammissibili. In entrambi i casi le sollecitazioni da verificare (scritte nel riquadro Sollecitazioni) saranno moltiplicate per il coefficiente inserito nella casella corrispondente.

PANNELLI: attiva / disattiva la presenza nella barra laterale dei seguenti pannelli opzionali: **Sezioni, Ferri, Fibre, Cavi, Sollecitazioni, Fasi**.

SEZIONI: contiene le coordinate dei vertici e l'eventuale raggio di curvatura del lato da vertice "n" a vertice "n+1". (0 = assenza di curvatura). Il tasto Riconosci forma fa sì che il programma riconosca a partire dalle coordinate, se possibile, una delle forme standard.

FERRI: contiene coordinate e diametro dei ferri di armatura. Aggiungi consente di inserire manualmente un ferro al fondo della lista; Elimina cancella l'ultima posizione. I tastini E ed A specificano il significato *dell'operazione di doppio clic* sul numero di riga: se è presente la "E" il doppio clic corrisponde ad "elimina riga"; se invece è presente la "A" corrisponde a "aggiungi riga uguale".

CAVI: contiene coordinate, diametro, tensione impressa e fase di presa in conto dei cavi di precompressione (voce significativa solo per cavi post-tesi in fasi successive). I tasti presenti sono gli stessi della sezione "Ferri".

SOLLECITAZIONI: contiene le terne di sollecitazione da verificare. Ogni terna è composta da Mz, My ed N: passando alla finestra dei Risultati si visualizzerà il calcolo relativo alla terna attivata tramite il corrispondente checkbox. La quarta colonna, con titolo Sult, attiva il calcolo della *massima* sollecitazione sostenibile dalla sezione. Cliccando su di essa, compaiono in successione i seguenti codici:

- \- : non viene cercato nessun massimo
- MZ- : verrà cercato il momento negativo massimo attorno all'asse Z
- MZ+ : " " " positivo " " " Z
- MY- : " " " negativo " " " Y
- MY+ : " " " positivo " " " Y
- N- : " " lo sforzo normale negativo massimo
- N+ : " " lo sforzo normale positivo massimo

I tasti presenti nel riquadro hanno il seguente significato:

Agg. : crea una riga al fondo dell'elenco.

El. Ult. : cancella l'ultima riga dell'elenco.

Doppi : elimina le terne ripetute.

Aste. 3d / Gusci 3d : aprono il pannello di importazione dei risultati di calcolo della struttura definita in Ambiente Grafico. È così possibile leggere le sollecitazioni di aste qualunque o anche integrare gli sforzi provenienti da una mesh di elementi finiti ed ottenerne valori complessivi di momento e sforzo normale. Vedere anche il capitolo 2, relativamente alla voce Menù C.A. → Sezione.

È inoltre possibile specificare le seguenti opzioni di calcolo:

- presso/tensoflessione retta, ignorando l'eventuale asimmetria di sezione o armatura;
- assenza di parzializzazione della zona tesa (per materiali reagenti anche a trazione);
- punto di applicazione dello sforzo normale assegnato o nel baricentro.

FASI DI PRECOMPRESSIONE: questo pannello è significativo solo per cavi post-tesi in fasi successive. Va inserita la tripletta di sollecitazioni esterne agente all'atto della n-esima fase di precompressione. Per es. la "fase 1" di una trave precompressa potrebbe essere l'applicazione del tiro iniziale, che provoca lo scasseramento: vanno inseriti pertanto i momenti e lo sforzo normale causati dal solo peso proprio (con tutta probabilità in questa situazione risulterà diverso da zero il solo Mz).

Nel seguito verranno descritte le singole funzioni del programma. Eventuali acceleratori di tastiera sono scritti a fianco della funzione stessa.

3.1.1 MENU FILE

Nuovo: Cancella tutti i dati inseriti.

Apri / Salva / Salva con nome: Queste funzioni gestiscono i file di salvataggio (con estensione .VSE) dei dati del presente modulo.

Crea disegno: Genera il file (tipo DIS o DXF) corrispondente al disegno sullo schermo.

Crea relazione: Genera il file in formato TXT che riassume le verifiche effettuate per tutte le terne di sollecitazione.

Fine: esce dal programma.

Break (ESC): interrompe il commando corrente.

3.1.2 MENU VISUALIZZA

Ottimizza / Zoom in / Zoom out / Sposta / Ridisegna
Sono le normali funzioni di gestione grafica usate in tutto DolmenWin.

3.1.3 MENU SEZIONI

Standard: Permette di inserire una sezione scegliendola tra quelle canoniche: rettangolare, a T, ad L, ecc.

Importa: Permette di inserire una sezione scegliendola da una di queste opzioni:

- Dall'archivio utente generale
- Dalle aste verificate nel modulo Acciaio
- Dalle aste definite in Ambiente Grafico
- Dal profilario dei laminati

Importa da gusci: Permette di inserire una sezione per integrazione di elementi tipo guscio, con definizione del piano rispetto al quale effettuare la sezione (XY, XZ o YZ).

Una volta scelta la sezione questa viene disegnata con indicazione delle linee distanti un copriferro dai lati. Queste linee, ed in particolare le loro intersezioni, sono catturate dalla trappola del cursore quando si inseriscono le armature.

3.1.4 MENU FERRI

Inserisci per punti / per strati: Inserisce una o più barre di armatura nella sezione specificandone il diametro e cliccando col mouse la posizione desiderata, oppure specificandone il diametro ed il numero e cliccando col mouse la posizione della prima e dell'ultima barra dello strato

Inserisci … polari: Inserisce uno strato ad arco di barre, specificandone: il diametro; il numero; la coordinata orizzontale e verticale del centro dell'arco (l'origine delle coordinate corrisponde al baricentro della sezione); il raggio dell'arco; l'angolo di inizio; il passo angolare tra barra e barra.

Elimina: cancella i ferri cliccati o compresi in una finestra.

Elimina sovrapposti: cancella i ferri con la stessa posizione nella sezione.

Modifica diametro: Permette di modificare il diametro dei ferri cliccati, previo inserimento del nuovo valore.

Sposta: Permette di inserire la variazione di coordinata orizzontale e verticale da applicare ai ferri cliccati o interni ad una finestra.

Dati ferro: Questa funzione consente, cliccando un ferro già inserito, di leggerne i dati (coordinate e diametro) ed eventualmente di modificarne i valori.

3.1.5 MENU CAVI

Contiene le stesse voci del menù FERRI, riferite ovviamente ai cavi di precompressione.

3.1.6 MENU IMPOSTAZIONI

Edita Parametri / Leggi parametri: Mostra il contenuto del file **VS_PARAM.TXT**, contenuto nel direttorio **\DOLMEN\CUSTOM**, in cui sono definiti tutti i parametri che guidano i calcoli svolti da questo modulo. Tali parametri possono essere modificati liberamente dall'utente, seguendo la descrizione presente in ciascuna riga. Perché le modifiche siano prese in conto dal programma, va lanciata la funzione Leggi parametri, o alla successiva apertura del programma stesso.

Materiali e copriferri: definizione delle caratteristiche di resistenza dei materiali.

Descrizione sezione: Consente di specificare una riga di descrizione della sezione, che viene riportata nei disegni, in alto a sinistra.

Unità di misura: Scelta delle unità di misura di input e output.

3.1.7 MENU OPZIONI

Disegno: Fa comparire un pannello di opzioni in cui è possibile scegliere *che cosa* far comparire sul disegno.

Relazione estesa: Fa sì che la stampa di relazione contenga solo il riassunto delle sollecitazioni massime oppure il dettaglio delle tensioni o deformazioni di ogni vertice della sezione.

Salva DXF: imposta alcune opzioni di salvataggio del disegno nel formato DXF.

3.2 TRAVE CONTINUA

DOLMEN TRAVE CONTINUA permette il progetto e la verifica di schemi strutturali costituiti da elementi lineari a più campate con inclinazione variabile rispetto all'orizzontale soggetti a carichi distribuiti e concentrati o a variazioni termiche e a cedimenti vincolari. Il programma disegna e calcola inoltre l'armatura ordinaria richiesta per soddisfare le richieste della normativa in termini di sicurezza. L'utilizzo di TRAVE CONTINUA è possibile sia a valle di un calcolo eseguito su un telaio tridimensionale, sia in modo completamente indipendente. Nel pannello a destra è possibile impostare rapidamente il metodo di calcolo (Tensioni Ammissibili o Stati Limite), come anche quali diagrammi visualizzare sullo schermo (sollecitazioni, tensioni, ecc.).
L'iter da seguire per giungere alla definizione delle armature metalliche e alla preparazione della relazione di calcolo è composto dai seguenti punti:

1. definizione di uno schema strutturale o importazione dello stesso scegliendolo tra le aste e membrature che compongono la struttura tridimensionale precedentemente descritta attraverso il "Cad3D-Struttura" di DOLMEN;
2. scelta di uno schema per le armature longitudinali e trasversali tra gli schemi proposti direttamente dal programma o definiti direttamente dall'utente;
3. associazione allo schema strutturale dei diagrammi di sollecitazione dedotti da un'analisi diretta dello schema sottoposto ai carichi definiti nel programma o dei diagrammi "importati" dal Cad3D-Struttura.

Ciascuna di queste operazioni va condotta, nell'ordine riportato, utilizzando le funzioni del programma preposte ed in seguito descritte. Nel caso Trave Continua sia invocato dalla funzione del Cad3D-Struttura C.A. > Trave > Progetta ex-novo, tutte le operazioni prima descritte avvengono automaticamente e la trave selezionata dall'utente viene presentata a schermo *già progettata* in base allo schema di ferri di default ed alle sollecitazioni caricate in quel momento nel Cad3D-Struttura (Risultati > Selezione Casi/Cond.); a questo punto l'utente deve solo controllare la copertura del diagramma dei momenti e tagli resistenti rispetto ai corrispondenti valori agenti[1], e realizzare gli output desiderati (disegno e relazione).

3.2.1 MENU FILE

Nuovo: Permette di iniziare una nuova sessione di lavoro. È necessario utilizzare questa funzione quando si desidera analizzare una nuova situazione strutturale.

Apri: Apre un file precedentemente salvato (formato TRC) e contenente le informazioni relative ad una trave continua già analizzata.

Salva / Salva con nome: Salva la travata calcolata in formato TRC. Il nome è quello già dato in un precedente salvataggio oppure, nel caso non si sia mai eseguito un salvataggio, verrà chiesto come per la funzione "Salva con nome". Nel salvataggio vengono registrate tutte le caratteristiche geometriche della travata, le condizioni, i carichi e le caratteristiche di sollecitazione su essa agenti. Non vengono salvati i valori di sollecitazione resistente.

Crea disegno: Traduce il disegno che compare nella finestra principale in uno dei seguenti formati, da scegliere nella casella "Salva come":

- formato DIS (se si desidera procedere subito al plottaggio)
- formato GRB (se il disegno è da completare in DOLMENPLAN)
- formato DXF (per l'esportazione in formato Autocad)

[1] se in qualche punto la sollecitazione è più grande della resistenza può essersi verificata una situazione imprevista, per esempio un problema di eccessiva *compressione* nel cls. Ciò viene evidenziato da un tratto di momento resistente colorato in giallo anziché in verde.

Crea relazione: Produce la stampa della relazione di calcolo in formato ASCII, modificabile e stampabile con qualsiasi editor per testi.
Copia per CAD2D: copia il disegno a video negli "appunti", in modo da poter effettuare l' "incolla" in DOLMENPLAN. Acceleratore di tastiera: Ctrl-C.

Fine Esce dal programma.

Membrature → importa / esporta
Caricamento / Salvataggio dei dati nel formato utilizzato dal progetto generale (DIMENSIONAMENTO C.A. → Progetto / Verifica). In pratica la voce "Importa" legge uno dei file di tipo MEMBRATU.001 creati dal modulo generale di progetto, in modo da caricare sia la carpenteria che le armature già calcolate. È così possibile effettuare ulteriori modifiche o controlli sulla travata. La voce "Esporta" invece scrive su uno dei file MEMBRATU già esistenti la disposizione di ferri attualmente sullo schermo, lasciando inalterata la carpenteria. La membratura può così essere riverificata dal modulo generale ed essere poi letta dal CAD 2D per l'inserimento in computi e distinte.

Membrature → Crea disegni: crea i disegni in formato DIS o GRB delle travate selezionate nell'apposita finestra.

Break: Interrompe l'ultimo comando attivo. In generale ogni comando può essere interrotto richiedendo una nuova funzione. Acceleratore di tastiera: ESC.

Undo: Permette di annullare l'ultima operazione condotta. Non è possibile annullare la penultima operazione e quelle precedenti. Acceleratore di tastiera: CTRL+U.

3.2.2 MENU VISUALIZZA

Ridisegna	Zoom Out	Ottimizza
Zoom In	Sposta	

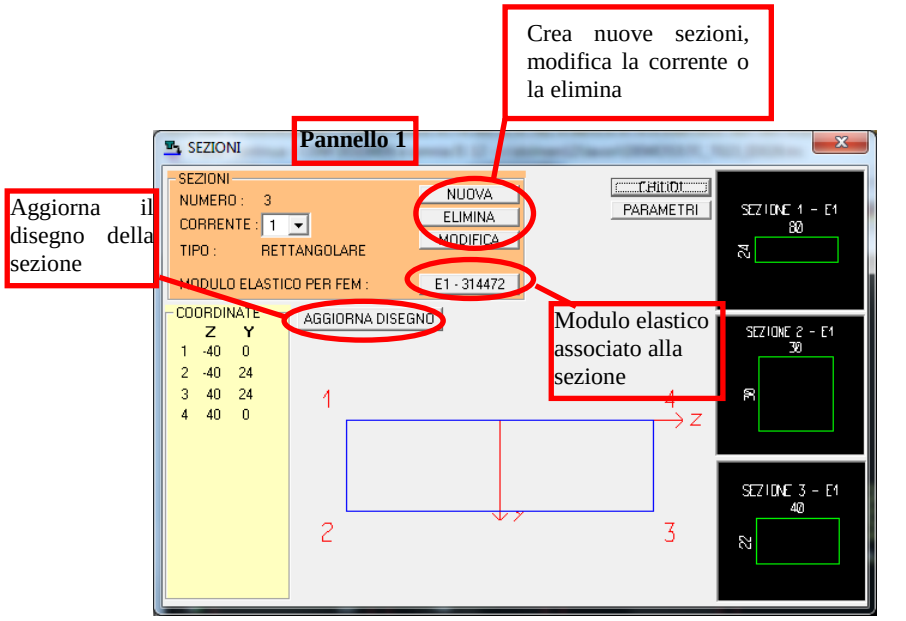
Sono le normali funzioni di gestione grafica usate nei programmi CAD.

Opzioni - Coord(inate) mouse
Visualizza, nella parte bassa dello schermo sulla destra, le coordinate cartesiane del mouse in ogni sua posizione. Acceleratore di tastiera: F5.

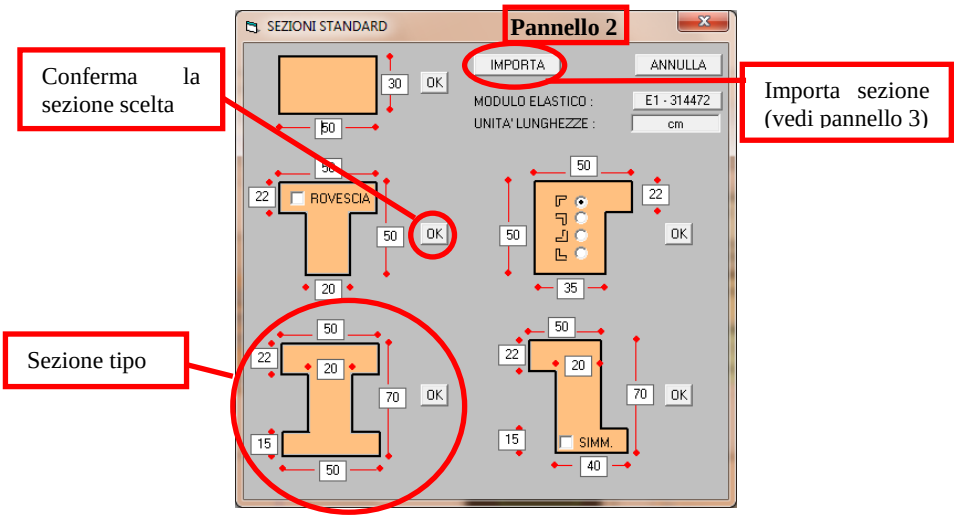
Opzioni - Info(rmazioni) stira ferro orizz(ontale)
Attiva o disattiva le informazioni durante lo svolgimento della funzione "Ferri Lon. - Stiramenti - Orizzontale". Durante questa operazione apparirà nella parte bassa dello schermo un'indicazione del tipo: "150 (20%) - 300 (80%)". Con riferimento al vertice del ferro stirato più vicino al punto tramite il quale lo si trascina, il primo numero rappresenta la distanza dal filo pilastro sinistro, il secondo numero la percentuale di tale distanza rispetto alla luce netta della campata in cui il vertice si trovava; il terzo numero rappresenta invece la distanza dal filo pilastro destro, il quarto numero la percentuale di tale distanza rispetto alla luce netta della stessa campata. Acceleratore di tastiera: F6.

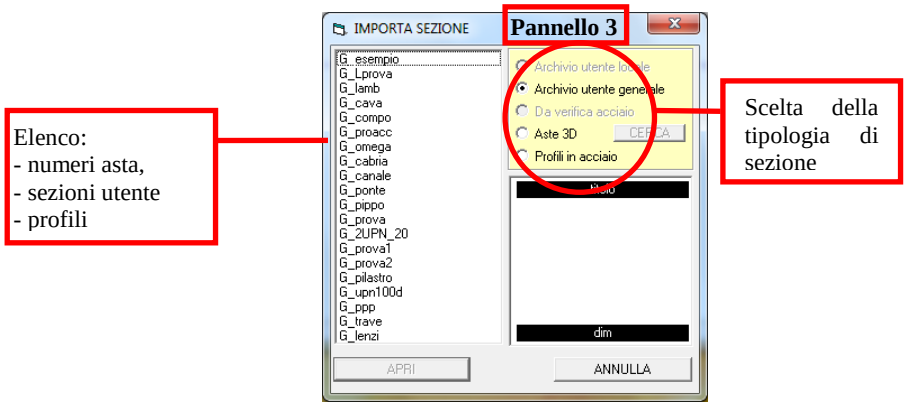
3.2.3 MENU CARPENTERIE

Sezioni
Permette la definizione e la modifica delle sezioni delle aste per mezzo dell'attivazione di un *Pannello di Controllo* (*Pannello 1*). Si può creare una nuova sezione o modificare una sezione già esistente. La scelta delle funzioni "*Nuova*" e "*Modifica*" fa comparire un ulteriore pannello (*Pannello 2*) nella quale si presentano alcune tipologie classiche di sezione e la possibilità di importare la sezione da "Cad3D-Struttura". Nel caso si decida di usare una "forma" classica di sezione, basterà definirne le dimensioni principali e premere il tasto "OK" posto alla sinistra della sua rappresentazione.



Nel caso si voglia importare una sezione da 3D si dovrà specificare il numero dell'asta a cui la sezione è associata dal *Pannello 3*. La sezione corrente verrà utilizzata per le aste che verranno generate successivamente alla sua impostazione. Inizialmente è la sezione "1" mentre all'atto della creazione di una nuova sezione, questa diventerà la sezione corrente.



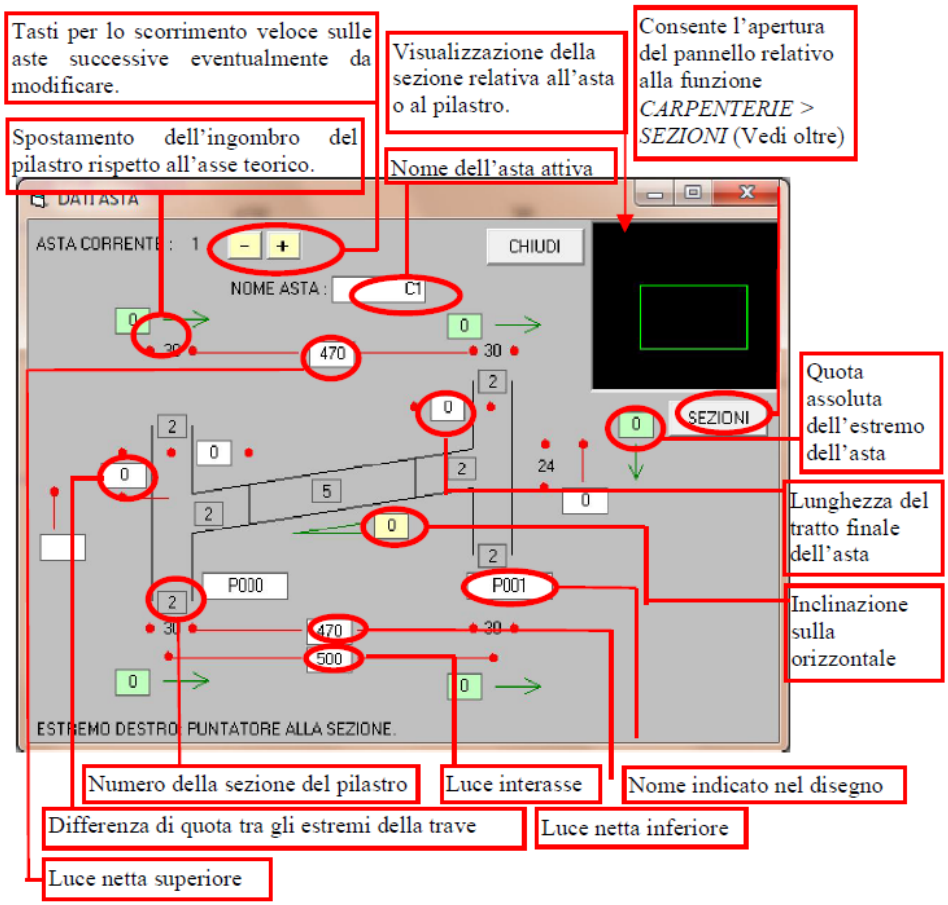


Aggiungi asta (destra o sinistra): Aggiunge un'asta a destra o a sinistra alla travata analizzata con la sezione corrente impostata nel pannello di gestione delle sezioni. La presenza di una nuova asta viene visualizzata con l'aggiornamento del disegno della sezione longitudinale della travata. Acceleratore di

tastiera per asta di destra: CTRL+A. Come default viene dato un titolo alla travata, "*TRAVATA T001*", che è possibile modificare cliccandolo due volte con il tasto sinistro del mouse [2].

Elimina asta: Elimina l'asta cliccata dalla travatura.

Unisci aste: Unisce due aste creandone una unica di lunghezza pari alla somma delle due. È sufficiente cliccare sull'asta più a sinistra fra le due da unire.



Modifica asta: Modifica le caratteristiche di un'asta. La stessa funzione è richiamata premendo velocemente due volte il pulsante sinistro del mouse quando il puntatore è posto nell'area dell'asta da modificare. In entrambi i casi apparirà un pannello come quello rappresentato nella figura soprastante. Ogni asta è composta in generale da 3 tratti: in questo modo si può associare una sezione diversa agli estremi in modo da tenere conto dell'eventuale presenza di pilastri molto larghi che modificano sensibilmente la rigidezza dell'asta nelle zone di intersezione con gli stessi. L'inclinazione dell'asta sull'orizzontale può essere data attraverso l'angolo (in gradi sessagesimali, positivo in senso orario) o ponendo una differenza di quota tra gli estremi dell'asta. Le dimensioni che non possono essere modificate in questo pannello sono derivanti dalla scelta delle sezioni associate agli elementi. La dimensione del pilastro, ad esempio, può essere cambiata solo modificando la sezione ad esso associata o il numero della stessa.

Importa da 3D: Permette di importare una o più aste dal telaio. Se si conosce il numero della membratura desiderata, inserire tale valore, premere "Leggi Aste" e poi "OK". In alternativa, cercare graficamente la membratura tramite la funzione CERCA.

[2] Quasi tutti i testi che compaiono sullo schermo sono modificabili eseguendovi un doppio click e digitando direttamente il nuovo valore. Ciò può essere utile per la modifica rapida di lunghezze, dimensioni, ed altri dati geometrici.

3.2.4 MENU SOLLECITAZIONI

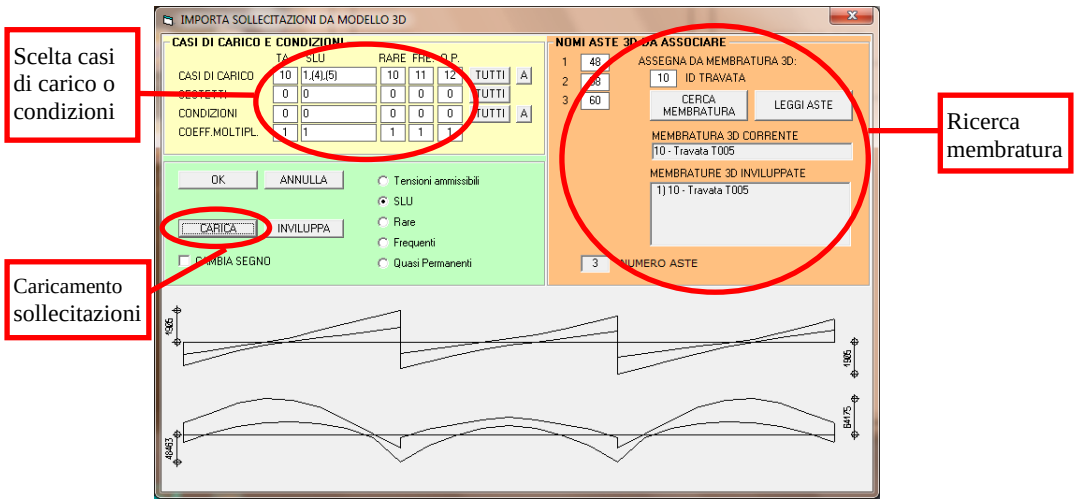
Agenti

Le caratteristiche di sollecitazione agenti possono essere determinate direttamente oppure caricate da "Cad3D-Struttura".

Modulo di calcolo:

Il modulo di calcolo permette la determinazione delle caratteristiche di sollecitazione definendo direttamente i carichi. La descrizione di questa parte del programma richiede un'analisi accurata e viene quindi rimandata al capitolo specifico.

Comunicazioni - Importa 3D:



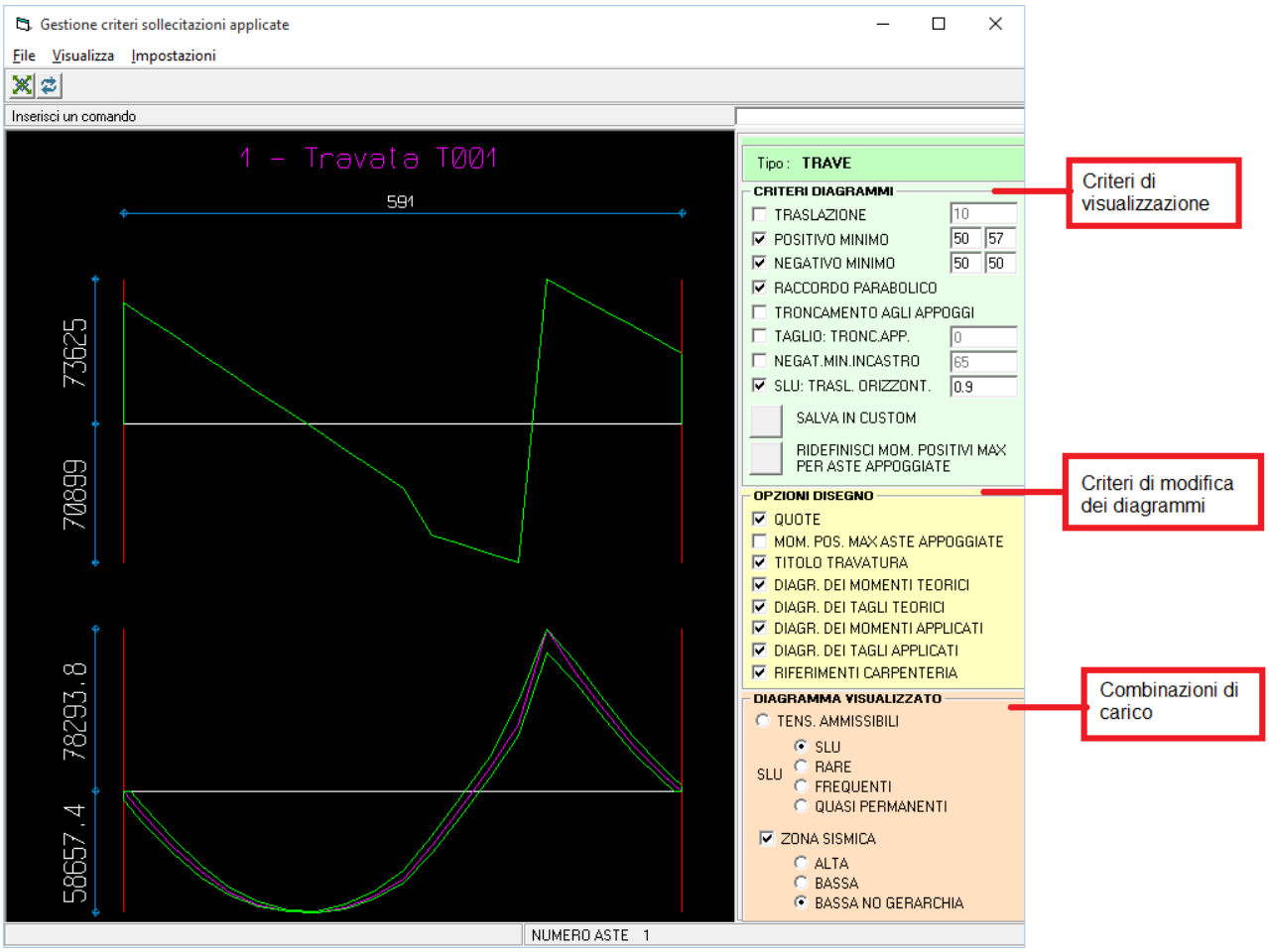
Permette l'importazione delle caratteristiche di sollecitazione da "Cad3D-Struttura". Devono essere scelti i casi di carico e i sestetti o le condizioni e quindi le aste da cui leggere le caratteristiche di sollecitazione (direttamente o attraverso la ricerca da membratura). Il tasto "Carica" associa alle aste della travatura l'inviluppo delle sollecitazioni delle aste scelte cancellando ogni altro valore eventualmente già presente. Il tasto "Inviluppa" permette invece di generare l'inviluppo delle caratteristiche di sollecitazione già presenti con le nuove.

Comunicazioni – Leggi / Scrivi su file

Legge / salva le sollecitazioni associate alla travata su file. È consigliabile dare al file un nome analogo a quello proposto per facilitarne il riconoscimento in seguito.

Modifica/Criteri

Permette di modificare i diagrammi di sollecitazione secondo i criteri presenti nella finestra apposita (a fianco). Le modifiche relative al diagramma di momento si ripercuotono automaticamente anche sul diagramma di taglio.



I criteri sono i seguenti:

1. Traslazione: modifica il diagramma dei momenti riducendo i valori massimi negativi della percentuale data. In pratica viene effettuata una ridistribuzione delle sollecitazioni applicando su ogni appoggio delle coppie pari al momento negativo presente per la percentuale richiesta.
2. Positivo minimo: rappresenta un valore di momento positivo minimo in campata; va espresso come percentuale del momento massimo che si otterrebbe sulla singola campata semplicemente appoggiata soggetta agli stessi carichi. È distinto tra campate esterne ed interne (ad es. 50,67 significa, per un carico uniforme, che nelle campate esterne deve essere $M_+ > 0.50 \times ql^2/8 = ql^2/16$ e nelle campate interne $M_+ > 0.67 \times ql^2/8 = ql^2/12$).
3. Negativo minimo: è il minimo momento negativo ammesso sugli appoggi; va espresso nello stesso modo del "Positivo minimo".
4. Raccordo parabolico: sostituisce l'andamento teorico del momento all'interno del pilastro con una curva parabolica.
5. Troncamento agli appoggi: elimina la cuspide del diagramma di momento sugli appoggi unendo con un tratto di retta i valori corrispondenti ai fili del pilastro inferiore.
6. Taglio: troncamento agli appoggi: si tratta del troncamento del diagramma di taglio per una lunghezza in altezze utili pari al valore dato nella casella.
7. Negativo minimo d'incastro: rappresenta il valore di momento minimo sugli appoggi espresso come percentuale del momento negativo ottenuto con gli stessi carichi sulla singola campata considerata incastrata agli estremi.
8. SLU: traslazione orizzontale: è la traslazione orizzontale del diagramma dei momenti per tenere conto dell'incremento di sforzo sulle armature in seguito alla presenza del taglio (valore consigliato = 0.9).

Il tasto "Ridefinisci momenti positivi massimi per aste appoggiate" permette di visualizzare e modificare i momenti di riferimento per la determinazione del positivo e negativo minimo (punti 2 e 3).

Reset: Annulla tutti i valori di sollecitazione introdotti.

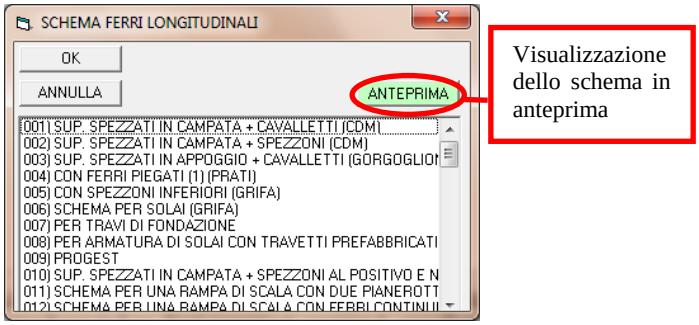
Resistenti:

Calcola Momenti: Calcola i momenti resistenti delle sezioni armate come da schema sovrapponendo il diagramma di tali valori a quello dei momenti flettenti agenti. Naturalmente la funzione può essere utilizzata solo dopo aver disposto uno schema di armatura. Può essere utile richiedere il calcolo dei momenti resistenti dopo aver fatto una modifica sulla disposizione delle armature, sul numero di ferri o sul diametro delle barre. Acceleratore di tastiera: Ctrl+M.

Calcola Tagli: Analoga alla funzione precedentemente descritta, calcola i valori di taglio resistente nelle progressive di verifica. Acceleratore di tastiera: Ctrl+T.

3.2.5 MENU FERRI LON(GITUDINALI)

Ins(erisci) schema: Dispone nella travata definita uno schema di armatura: ogni schema è numerato con un numero coerente con la numerazione dei file relativi ('..\Custom\Tc_Schem.xxx'). Gli schemi di armatura possono essere scelti da un pannello in cui ad ogni numero corrisponde un diversa tipologia di armatura.



Inserisci - Per punti – Nuovo: Inserisce un nuovo ferro per punti. Il comando richiede il numero di barre, il diametro ed il numero del gruppo di appartenenza del ferro da introdurre (ad es. ferri superiori: gruppo 1, cavalletti: gruppo 2, ferri inferiori: gruppo 3, ecc.). I vertici vanno introdotti direttamente nella carpenteria: è utile, ma non indispensabile attivare l'opzione "Impostazioni > Opzioni > Trappola ferri", che permette di catturare con facilità i punti della carpenteria depurata dal copriferro.
Nell'inserire graficamente i vertici, dopo aver specificato il primo, vengono visualizzati nella carpenteria i punti più utili a cui appoggiarsi nel disegno del ferro: il punto sulla verticale al punto dato "vicino" al filo di carpenteria opposto e i punti "vicini" al filo di carpenteria opposto sulla retta inclinata di +45° e -45° rispetto alla verticale. In ogni momento sono inoltre visualizzati in corrispondenza di ogni nodo i punti di intersezione tra i fili superiore ed inferiore di carpenteria e tra gli stessi ed i fili del pilastro, tutti al netto del copriferro.
Dopo aver inserito un ferro per punti è necessario usare le funzioni "Disponi le progressive di verifica" e "Disponi ferri esplosi" (CTRL+F).

Inserisci - Per punti - Cambia estremo: Permette di continuare l'inserimento del ferro per punti continuando dall'estremo opposto a quello definito per ultimo. Acceleratore di tastiera: F9.

Inserisci – Cavalletto: Aggiunge nello schema già disposto un cavalletto. Il programma richiede il nodo di carpenteria in corrispondenza del quale va posto il cavalletto. È sufficiente premere il tasto sinistro del mouse quando il puntatore è posto sul nodo voluto.

Inserisci – Superiore / Inferiore: Aggiunge nello schema già disposto un ferro longitudinale superiore / inferiore. Il programma richiede il nodo di carpenteria in corrispondenza del quale va posta la barra. È sufficiente premere il tasto sinistro del mouse quando il puntatore è posto sul nodo voluto.

Modifica - Quote parziali: Dopo aver premuto il tasto sinistro del mouse quando il puntatore si trova in corrispondenza del ferro che si vuole modificare, verranno proposte nella barra di dialogo le lunghezze dei tratti che compongono la barra stessa separate da una virgola: dopo averle modificate, premere il tasto "INVIO".

Modifica - Lungh(ezza) totale: Dopo aver premuto il tasto sinistro del mouse quando il puntatore si trova in corrispondenza del ferro che si vuole modificare, verrà proposta nella barra di dialogo la lunghezza totale della barra stessa: dopo averla modificata, premere il tasto <INVIO>.

Modifica – Arrotond. lunghezze – Totale manuale: La funzione richiede il valore del comune divisore e successivamente il ferro da modificare; se il divisore è dato senza segno, l'arrotondamento è fatto in modo simmetrico, mentre un segno positivo o negativo indica rispettivamente che l'arrotondamento va fatto modificando il ferro a destra o a sinistra. In ogni caso la modifica viene condotta sul tratto di barra selezionato. Quando la funzione è stata attivata, si può modificare in ogni momento il valore del divisore e iniziare nuovamente la selezione.

Modifica – Arrotond. lunghezze – Totale automatica: La funzione richiede il valore del comune divisore e successivamente il ferro da modificare; l'arrotondamento è fatto, a scelta del programma, valutando se il ferro può essere allungato verso destra, verso sinistra oppure metà per parte in entrambi i versi. In ogni caso la modifica viene condotta sui tratti di estremo.

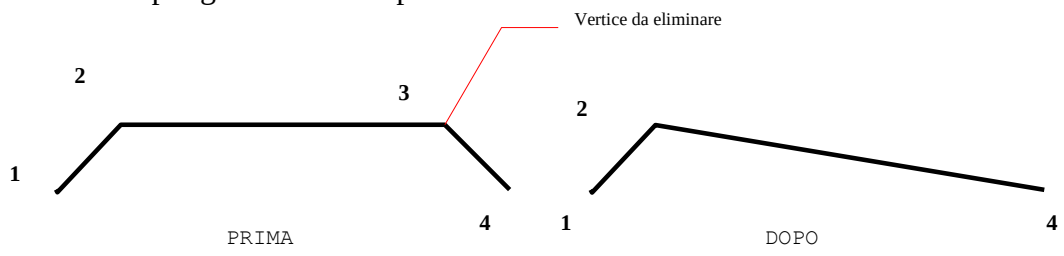
Modifica – Arrotondamenti lunghezze – Filo pilastro: La funzione richiede il valore del comune divisore e successivamente il ferro da modificare; l'arrotondamento è fatto sulla lunghezza di fuoriuscita del ferro dal filo del pilastro, sul tratto selezionato.

Modifica - N(ume)ro barre e Diametro: Permette di modificare il numero ed il diametro di una barra già esistente. Se, ad esempio, si vuole modificare una barra in modo che rappresenti 3 ferri con 16 mm di diametro, sarà sufficiente rispondere alla domanda del programma "Inserisci da tastiera il numero di barre e il diametro..." con "3,16" e selezionare con il mouse il ferro interessato. In ogni momento successivo sarà possibile modificare il numero ed il diametro richiesti dalla funzione e selezionare altre barre finché non si attiva un nuovo comando o si esegue la funzione "Break".

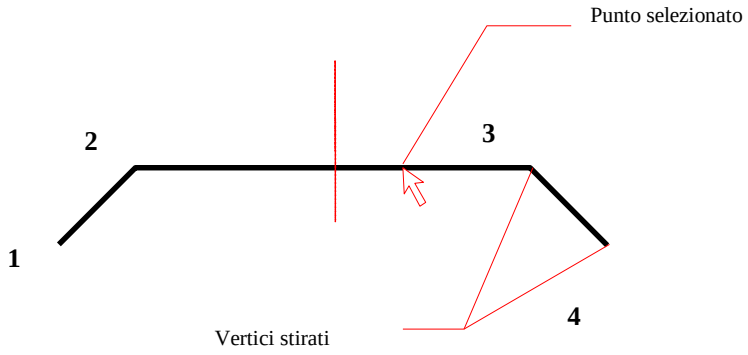
Modifica - N(ume)ro barre: Permette di modificare il solo numero di barre rappresentate. È sufficiente rispondere alla domanda del programma con il numero di barre voluto e selezionare i ferri interessati. Lo stesso risultato si ottiene annullando ogni comando attivo e cliccando due volte il tasto sinistro del mouse sul numero di barre nella rappresentazione esplosa.

Modifica – Diametro: Permette di modificare il solo diametro delle barre rappresentate. È sufficiente rispondere alla domanda del programma con il nuovo diametro che si vuole assegnare e selezionare i ferri interessati. Lo stesso risultato si ottiene annullando ogni comando attivo e cliccando due volte il tasto sinistro del mouse sul diametro nella rappresentazione esplosa.

Modifica - Elimina vertice: Elimina il vertice selezionato dal ferro di appartenenza. In generale, ogni barra è geometricamente rappresentata da una poligonale aperta: la funzione permette di eliminare uno dei vertici che la compongono. Per esempio:

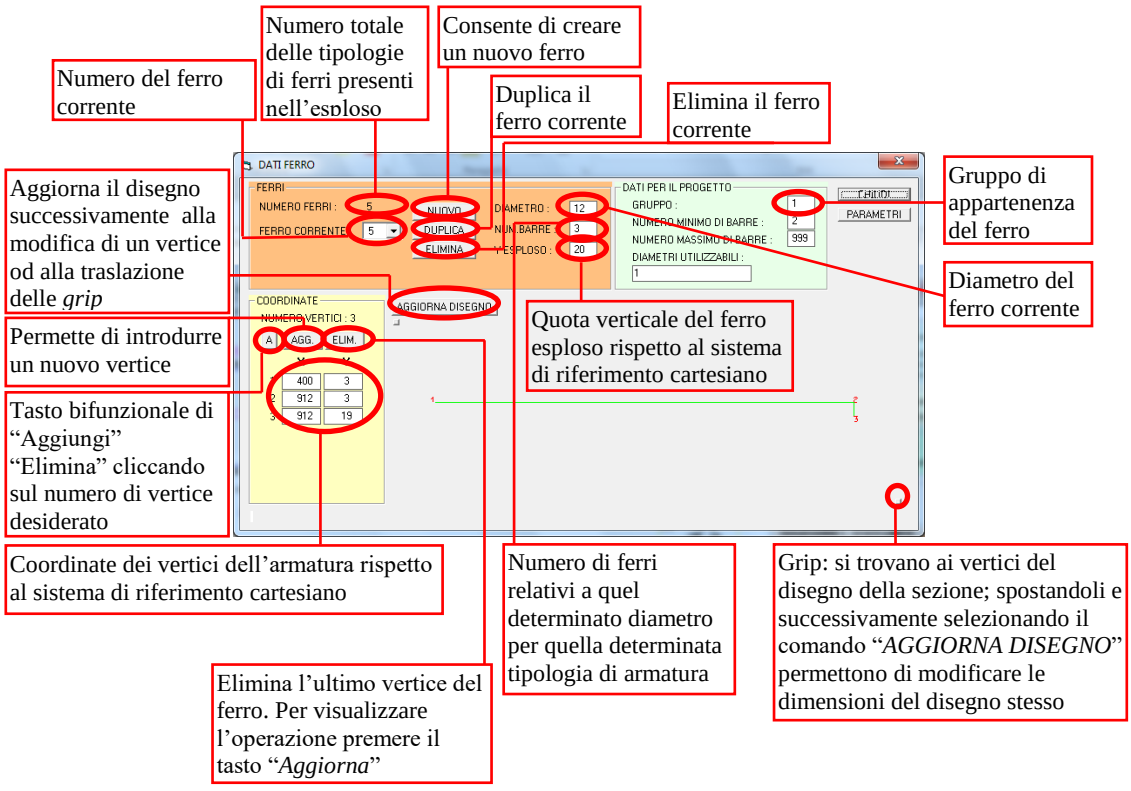


Stiramenti – Orizzontale / Verticale: Permette di "stirare" un ferro longitudinale. La funzione è alternativa a "Modifica - quote parziali". Per utilizzare questa funzione è necessario selezionare il ferro con il mouse e trascinare il punto definito mantenendo premuto il tasto sinistro. Il programma stirerà tutti i vertici del ferro che si trovano a destra o sinistra del vertice più vicino al punto dato con il mouse ed aggiornerà i valori delle lunghezze. Su alcuni computer l'operazione di aggiornamento a video delle modifiche può essere un po' lenta: si consiglia quindi di non eseguire il trascinamento del mouse velocemente per mantenere il controllo del risultato.



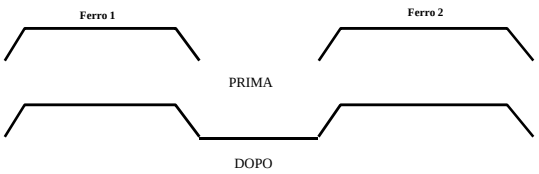
Stiramenti – Parallelo: Permette di "stirare" un ferro longitudinale parallelamente al filo di carpenteria. Funziona in modo analogo allo stiramento orizzontale.

Edita: Permette di modificare le caratteristiche di un ferro. Per selezionare la stessa funzione si può premere il tasto sinistro del mouse per due volte quando il puntatore è posto su una delle barre e non è attiva alcuna funzione (eventualmente eseguire la funzione "Break"). Una volta selezionata la funzione, appare il pannello riportato nella figura seguente:



Dal pannello si possono modificare, per ciascuno dei ferri rappresentati nel disegno, il diametro, il numero di barre, il gruppo di appartenenza (ferri superiori, inferiori, cavalletti, ecc.), la posizione nell'esploso (il sistema di riferimento è visualizzabile con la funzione "Disegno" del menu "Impostazioni"), le coordinate dei singoli vertici dello schema. È inoltre possibile eliminare o aggiungere un vertice ed eliminare, duplicare o creare un ferro.

Unisci: Selezionando due ferri nel disegno, la funzione unisce i vertici più vicini ai punti cliccati. Nel caso i due ferri appartengano a "gruppi" differenti (vedere funzione precedente), il programma sposterà uno dei due.



Spezza: Spezza un ferro nel vertice selezionato.

Duplica: Duplica un ferro; è consigliabile eseguire anche la funzione "Impostazioni > Sistema > Disponi ferri esplosi" oppure premere CTRL+F.

Sposta: Sposta un ferro secondo il vettore definito dalle coordinate date da tastiera. Le coordinate devono essere inserite separandole con una virgola. Successivamente si devono selezionare uno o più ferri con il mouse. Lo spostamento è da intendersi relativamente alla posizione in carpenteria. Dopo l'utilizzo della funzione Sposta, quindi, il ferro si troverà in una posizione diversa anche all'interno della sezione.

Trasla: Sposta un ferro in verticale direttamente tramite il mouse. Dopo aver spostato una barra, la funzione richiede che vengano selezionate le altre barre che si vogliono spostare della stessa quantità. Per specificare un nuovo vettore di spostamento è necessario scegliere nuovamente la funzione. A differenza della funzione "Sposta", la funzione "Trasla" non determina alcuno spostamento del ferro nella carpenteria, ma solo nella rappresentazione dello stesso nell'esploso (modifica cioè la coordinata "Y esploso" che si trova anche nel pannello della funzione "Edita").

Cancella: Permette di cancellare il ferro che si selezionerà con il mouse.

Gruppi: Consente di stabilire il gruppo di ferri che dovrà eventualmente essere modificato nella fase di progetto.

Progetto – Esegui: Determina il progetto automatico delle armature necessarie a "coprire" i momenti agenti caricati.

Importa: Consente di caricare lo schema di ferri con cui si è già armata un'altra trave.

Reset: Elimina tutti i ferri longitudinali introdotti

3.2.6 MENU STAFFE

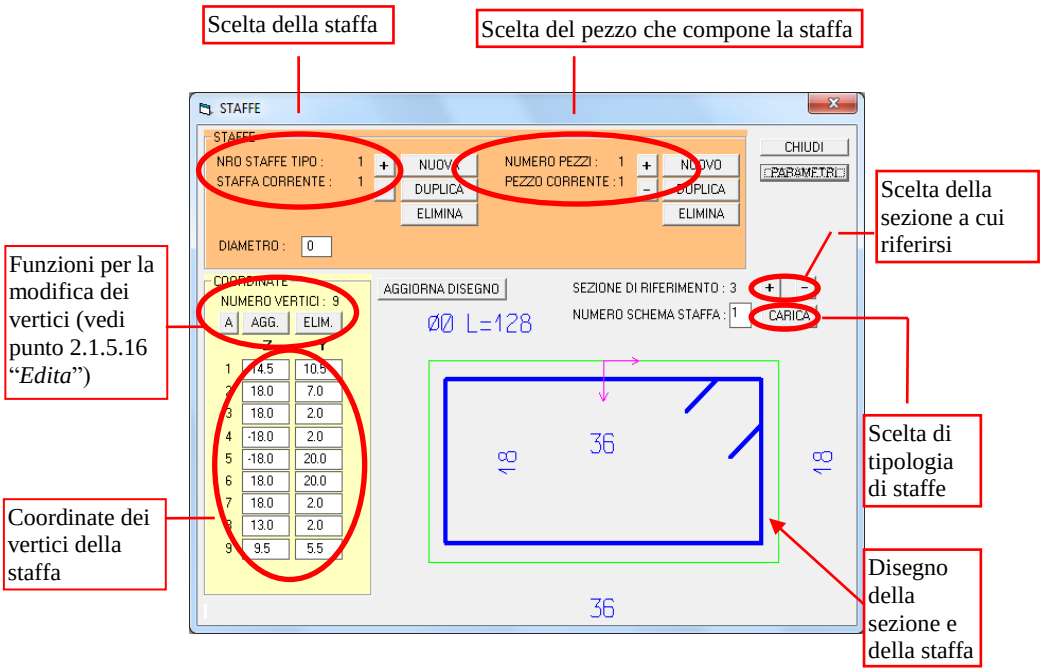
Inserisci schema > Tutte / Asta / Campo: Dispone nella travata uno schema di staffatura. È possibile assegnare la stessa staffa a tutta la travata, oppure solo ad una campata, o ancora ad un singolo campo: Ogni schema è numerato con un numero coerente con la numerazione dei file relativi ('..\Custom\Tc_St_??.xxx). Gli schemi di armatura vengono introdotti precisandone il numero nella casella di dialogo.

Modifica - Diametro e Passo: Permette di modificare il diametro ed il passo delle staffe in un certo campo. Dopo aver inserito il nuovo valore del diametro e quello del passo è necessario cliccare uno o più campi nella "fascia" delle quote campi - staffe.

Modifica - Diametro / Passo: Permettono di modificare il diametro o il passo delle staffe. A funzioni disattive, lo stesso risultato è perseguibile con un doppio click sul valore da modificare, così come già descritto per i ferri longitudinali.

Edita Staffa: Il programma prevede alcuni "schemi" di staffe (e permette la creazione di nuovi schemi). La funzione "Staffe - Inserisci schema" (vista in precedenza) introduce in ciascuna sezione lo schema richiesto. Le diverse sezioni che compongono la travata daranno luogo ad altrettanti "tipi" di

staffe. Il risultato dell'operazione automatica appena descritta può essere modificato o integrato con la presente funzione. L'utente può, cioè, creare nuovi tipi di staffe da assegnare ad uno o più campi - staffe appoggiandosi ai tipi e agli schemi già esistenti oppure definendo la staffa a proprio piacimento. In alternativa può semplicemente modificare le staffe già disposte. La modifica è direttamente "sentita" dalle staffe associate alla sezione indicata.



Stira campo: Selezionando l'estremo di un campo staffe e trascinando con il mouse è possibile modificarne l'estensione.

Elimina campo: Elimina un campo staffe selezionandolo con il mouse. La cancellazione di un campo staffe elimina completamente le staffe dal corrispondente tratto di trave.

Progetto: Determina il progetto automatico delle staffe necessarie a "coprire" il diagramma di taglio agente caricato.

Reset: Elimina tutti i ferri trasversali introdotti

3.2.7 MENU FINESTRE

Principale: È la finestra ove si compiono le operazioni fin qui descritte.

Sollecitazioni: È quella della funzione "Sollecitazioni → Agenti → Modulo di calcolo". Acceleratore di tastiera: F4.

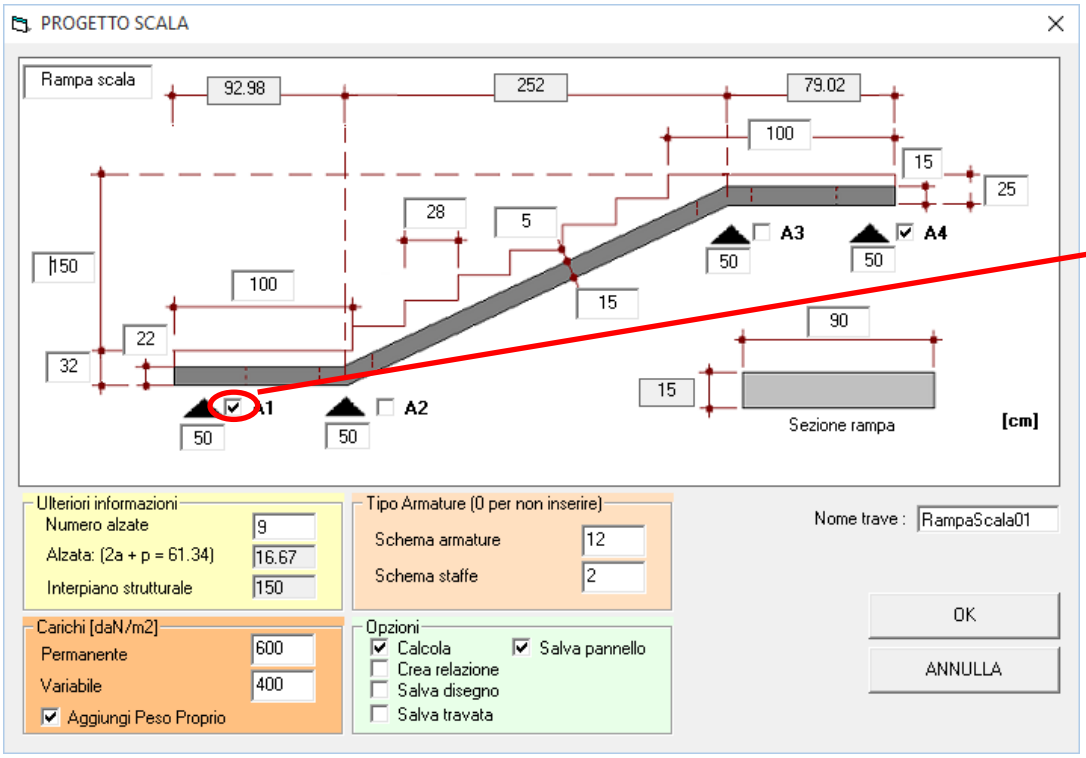
3.2.8 MENU MACRO

Inserisci schemi di default: Esegue automaticamente le funzioni "Ferri Long.→Inserisci schema" e "Staffe→Inserisci schema" assumendo come schema ferri longitudinali e schema staffe quelli selezionati come default (vedi "Impostazioni > Disegno > Default").

Progetto ferri L(ongitudinali) e T(rasversali): Corrisponde alle funzioni "Ferri Lon. - Progetto" e "Staffe - Progetto".

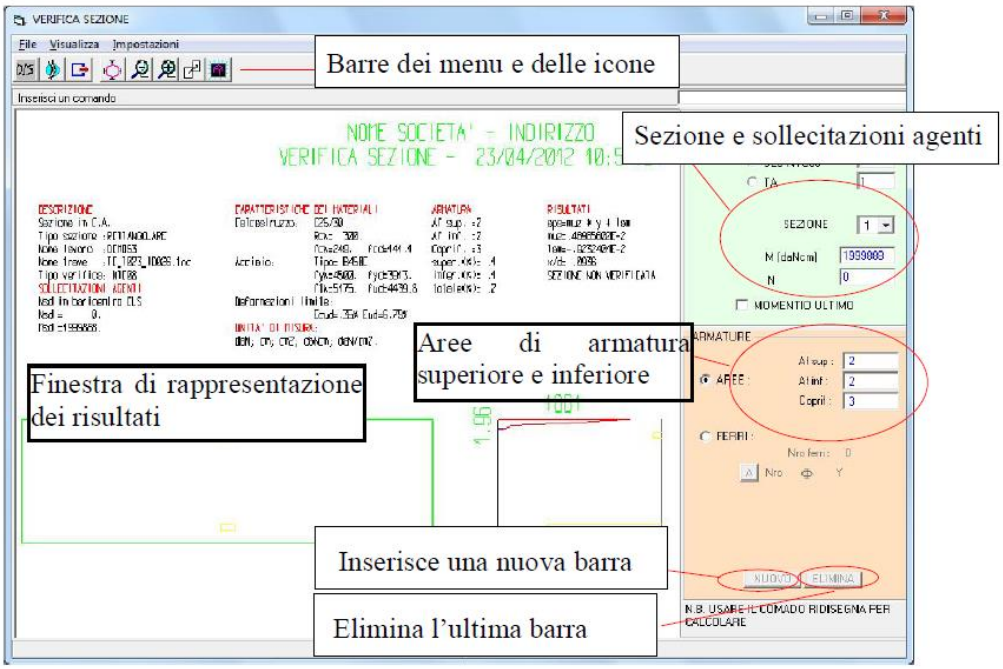
Reset ferri (long. e trasv.): Elimina tutti i ferri introdotti.

Rampa Scala: Apre un pannello dal quale è possibile definire una scala attraverso i parametri geometrici tipici.



3.2.9 MENU VERIFICHE

Verifica sezione: Permette di visualizzare i dettagli della verifica tensionale di una singola sezione.



Al momento della scelta della funzione compare una finestra (vedi immagine precedente) in cui possono essere precisate diverse informazioni sulla sezione e sullo stato di sollecitazione della stessa. Cliccando con il mouse in un punto della finestra principale verrà aggiornata la finestra di "Verifica sezione" con le caratteristiche della sezione corrispondente alla progressiva data (l'ordinata non è influente). I valori possono essere modificati verificando nuovamente la sezione. I parametri sono i seguenti:

1. SEZIONE: numero della sezione nell'archivio di trave continua.
2. M, N: momento flettente e sforzo normale agenti sulla sezione
3. AFSUP: area di armatura superiore.
4. AFINF: area di armatura inferiore.
5. COPRIF: copriferro (all'asse ferro)

In alternativa alle aree di ferro è possibile inserire le singole barre di armatura:

6. NRO: numero di barre.
7. Ø: diametro delle barre.
8. Y: ordinata delle barre rispetto al lembo superiore.

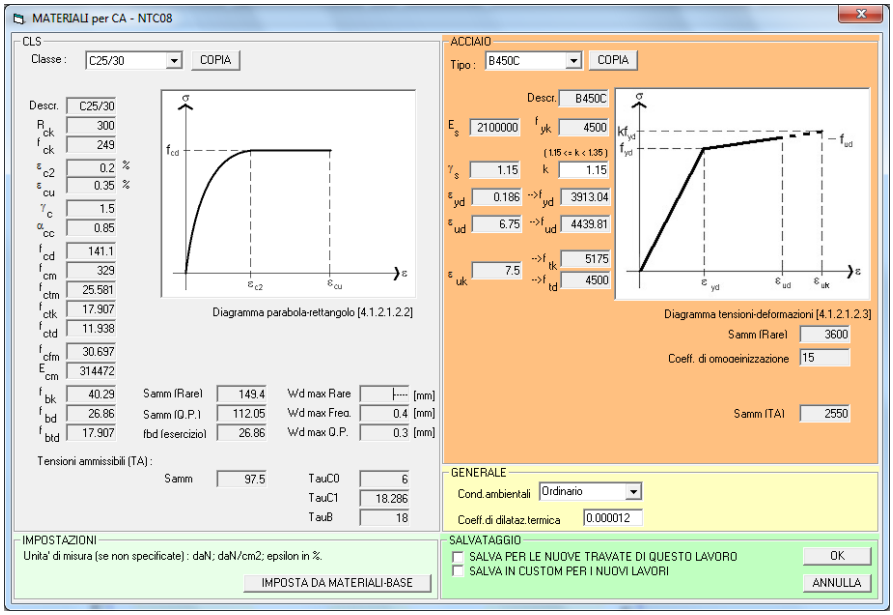
Fuoco: Apre il programma "ISFuoco" per una verifica della sezione sotto carico d'incendio (vedi manuale specifico).

3.2.10 MENU IMPOSTAZIONI

Le voci "Visualizza", "Disegno" e "Calcolo" contengono ciascuna una serie di parametri di personalizzazione, a partire dalla rappresentazione grafica fino alle richieste di normativa. Ogni gruppo presenta l'opzione di salvataggio nella cartella Custom, in modo che anche le nuove travi e i nuovi lavori condividano i parametri così modificati. Si consiglia di controllare attentamente il contenuto di queste impostazioni, almeno alla prima esecuzione del programma, per ottenere la massima personalizzazione possibile e pertanto il massimo automatismo di progetto.
L'insieme di tutti i parametri contenuti nelle schede può anche essere visualizzato in forma alfanumerica con la funzione Impostazioni > Sistema > Parametri > Edita Parametri (vedi oltre).

Generali e copriferri: Permette di definire i parametri dei materiali ai fini del calcolo FEM e i copriferri di staffe e barre. Spuntando "Salva per le nuove travate di questo lavoro" si terranno le impostazioni per tutte le travi del lavoro corrente; se si spunta anche "Salva in Custom per i nuovi lavori" le impostazioni varranno anche per i modelli successivi.

Materiali: Permette di definire i materiali utilizzati, ai fini delle verifiche. Con il tasto "Imposta da materiali base" si ripristinano le selezioni dei materiali effettuate dal pannello principale di Dolmen "Modulo base - Materiali base", valide per tutta la cartella di lavoro.



Unità di misura: Presenta la possibilità di personalizzare le unità di misura anche differentemente da quelle scelte nei "Dati Generali". In un uso integrato del modulo trave continua con l'ambiente grafico si consiglia di far riferimento a queste ultime impostazioni globali.

SISTEMA:

Disponi le progressive di verifica: ricalcola le progressive in cui esegue la verifica.

Disponi ferri Esplosi: Dispone i ferri nell'esploso secondo lo schema introdotto. Può essere utile dopo aver modificato la posizione dei ferri o averne aggiunto uno nuovo.

Calcola tensioni materiali: Calcola le tensioni nel cls e nell'armatura in base alle sollecitazioni correntemente attive. I valori sono visibili attivando in VISUALIZZA – DIAGRAMMI l'opzione relativa al diagramma tensioni.

Info disegno: funzione non destinata all'utente

PARAMETRI: Edita/Leggi/Salva correnti: modifica i parametri relativi alla rappresentazione delle armature, al calcolo e alla verifica, ecc. Si tratta di una visualizzazione alfanumerica, meno organizzata della visualizzazione a schede descritte precedentemente, ma in certi casi più sintetica. Una volta effettuate modifiche, è necessario eseguire Leggi Parametri, oppure chiudere e riaprire il programma.

OPZIONI:

Dolmenplan: Attivando questa opzione i parametri grafici per il disegno delle armature saranno letti dal Modello di DolmenPlan, altrimenti varranno i parametri interni al modulo Trave Continua.

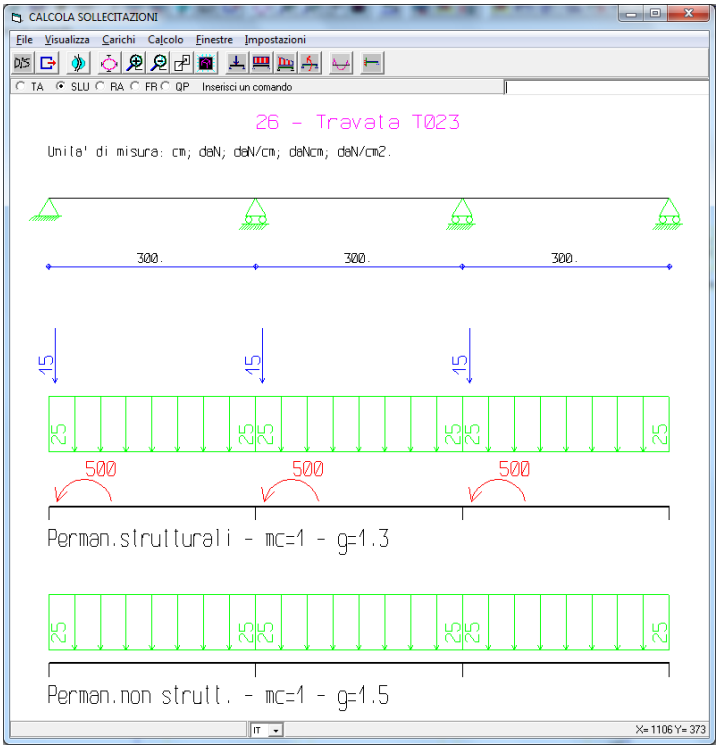
Trappola ferri: Attiva la trappola per i ferri longitudinali. Quando un vertice si trova nell'intorno di un filo pilastro o di un filo carpenteria (a meno del copriferro) questo rimane bloccato nella posizione del "nodo notevole" finché con il mouse non lo si porta fuori dall'intervallo di trappola.

Pannello: Apre / chiude il pannello laterale.

FINESTRA "MODULO DI CALCOLO"

3.2.11 MODULO DI CALCOLO: MENU FILE / MENU VISUALIZZA

Vedere gli omonimi menu nella finestra principale.

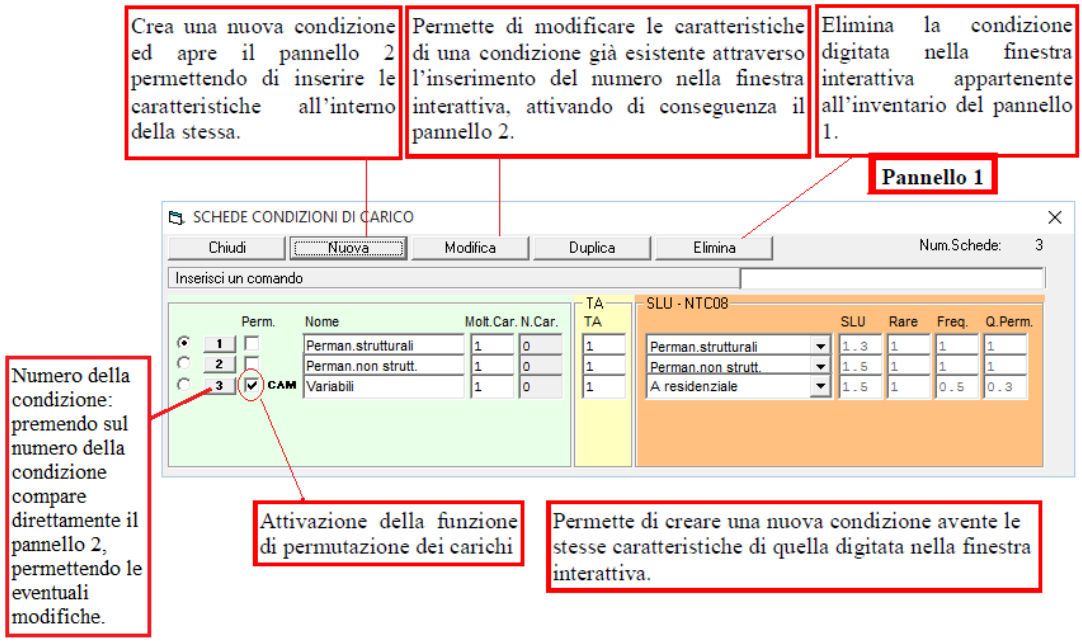


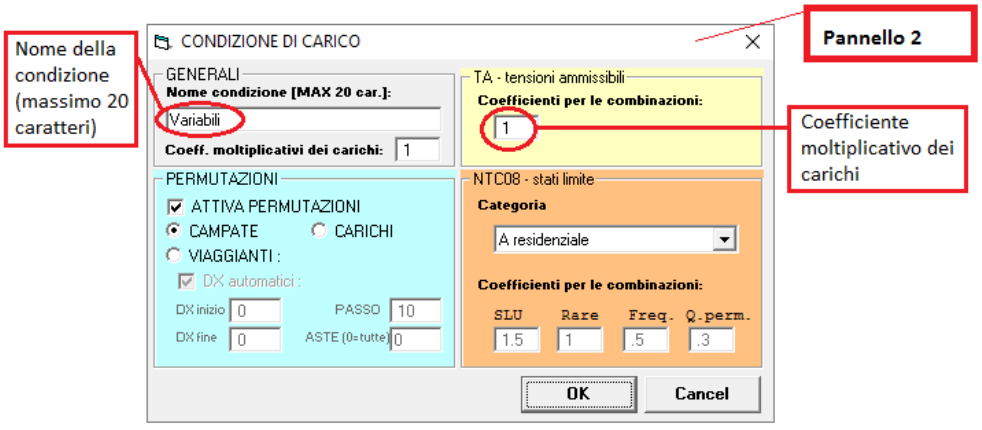
3.2.12 CARICHI

Condizioni: I carichi possono essere inclusi in condizioni diverse, che saranno automaticamente sommate insieme per ottenere le sollecitazioni di progetto e verifica. Ogni condizione rappresenta un insieme di carichi contemporanei (permanenti, variabili...).

I parametri che individuano una condizione sono:

- il ***nome:*** descrizione utile a ricordare il contenuto della condizione (facoltativa);
- il ***coefficiente moltiplicativo:*** può essere utilizzato per scopi diversi;
- l'indicatore di ***permutazione:*** se attivo, indica che la posizione dei carichi deve essere variata in configurazioni di campate cariche e scariche, al fine di ottenere gli inviluppi delle massime sollecitazioni. È anche possibile permutare i singoli carichi anziché campate intere, o richiedere inviluppi di carichi viaggianti sulla travata (utile per ponti, vie di corsa, ecc.)

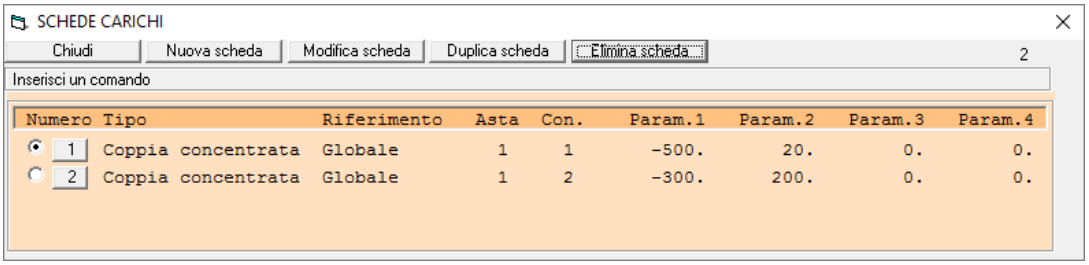




Schede carichi

Permette di introdurre nuove schede di carico o di modificare quelle già esistenti. I carichi che si possono introdurre sono:

Forza concentrata;
Coppia concentrata;
Carico uniforme distribuito
Carico trapezio, anche parziale
Distorsione termica.



Introduzione di una forza concentrata

È necessario definire:

– il sistema di riferimento in cui inserire la forza (*globale*, cioè forza verticale o *locale*, cioè forza ortogonale all'asta);
– le aste su cui mettere il carico; la selezione può essere fatta con una scrittura del tipo: '3' (una sola asta, la 3), oppure '1-3' (le aste dalla 1 alla 3), oppure '1,2' (le aste 1 e 2) o una formulazione mista tra quelle elencate;
– il numero della scheda di condizione in cui introdurre il carico;
– l'intensità della forza con segno (positiva se verso l'alto);
– la distanza del punto di applicazione della forza dal 1° nodo dell'asta.

Introduzione di una coppia concentrata

È necessario definire:

– le aste su cui mettere la coppia; la selezione può essere fatta nel modo già descritto per la forza concentrata;
– il numero della scheda di condizione in cui introdurre il carico;
– l'intensità della coppia con segno (positiva se oraria);
– la distanza del punto di applicazione della coppia dal 1° nodo dell'asta.

Introduzione di un carico distribuito

È necessario definire:

– il sistema di riferimento in cui inserire il carico (*globale*, cioè carico verticale, *locale*, cioè carico ortogonale all'asta, in *proiezione*, cioè solo sulla proiezione orizzontale dell'asta);
– le aste su cui mettere il carico; la selezione può essere fatta nel modo già descritto per la forza concentrata;
– il numero della scheda di condizione in cui introdurre il carico;
– l'intensità del carico con segno (positivo se verso l'alto).

Introduzione di un carico trapezio

È necessario definire:

– il sistema di riferimento in cui inserire il carico (*globale*, cioè carico verticale, *locale*, cioè carico ortogonale all'asta, in *proiezione*, cioè solo sulla proiezione orizzontale dell'asta);
– le aste su cui mettere il carico; la selezione può essere fatta nel modo già descritto per la forza concentrata;
– il numero della scheda di condizione in cui introdurre il carico;
– l'intensità del carico nel punto iniziale con segno (positivo se verso l'alto);
– l'intensità del carico nel punto finale con segno (positivo se verso l'alto);
– la distanza del punto d'inizio del carico dal 1° nodo dell'asta;
– la distanza del punto di fine del carico dal 2° nodo dell'asta.

Introduzione di una distorsione termica

È necessario definire:

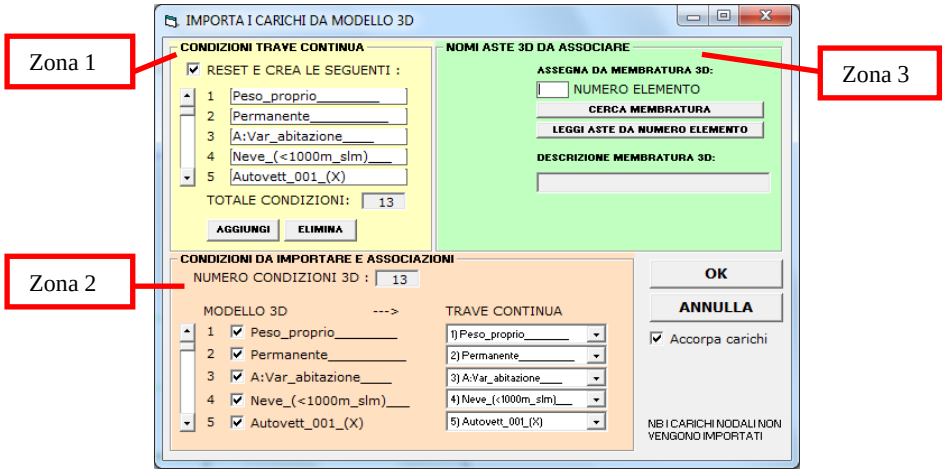
– le aste su cui mettere la distorsione; la selezione può essere fatta nel modo già descritto per la forza concentrata;
– il numero della scheda di condizione in cui introdurre la distorsione;
– il valore della variazione termica della fibra superiore (in gradi centigradi e positiva se genera un allungamento della fibra);

– il valore della variazione termica della fibra inferiore (in gradi centigradi e positiva se genera un allungamento della fibra).

Forza concentrata / Carico distribuito / Carico trapezio / Coppia concentrata / Distorsione termica: Permettono l'assegnazione del corrispondente tipo di carico. Corrispondono all'utilizzo della funzione "Carichi - Schede Carichi – Nuova".

Elimina carico: Permette di eliminare un carico dalla trave selezionandolo direttamente con il mouse.

Importa da 3D: Permette di leggere i carichi agenti su una trave dal modello tridimensionale.



Le operazioni da eseguire sono le seguenti:
Zona 1: Eliminare le condizioni che non interessano;
Zona 2: Spuntare solo le condizioni che interessano;
Zona 3: Scegliere il numero di membratura e premere "leggi aste da numero elemento".

Reset: Elimina tutti i carichi.

3.2.13 MENU CALCOLO

Sollecitazioni: Calcola le caratteristiche di sollecitazione per lo schema inserito. Produce gli inviluppi dei diagrammi di taglio, momento flettente e spostamento derivanti dalle condizioni richieste.

3.2.14 MENU FINESTRE:

Vedere l'omonimo menu della finestra principale.

3.2.15 IMPOSTAZIONI

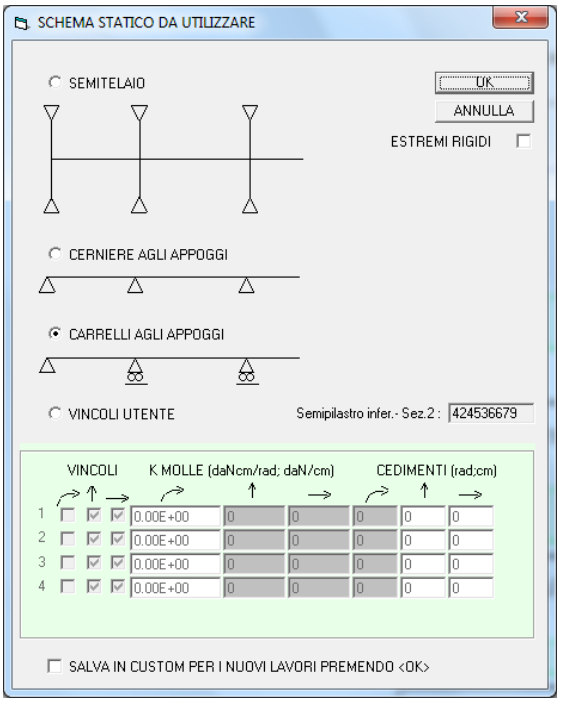
- VISUALIZZA
- DISEGNO
- CALCOLO

Le prime tre voci del menù riguardano impostazioni di personalizzazione sulle quali non ci dilunghiamo.

Schema statico
Permette di modificare le condizioni di vincolo introducendo, eventualmente cedimenti vincolari o vincoli elastici. Il programma propone, di base, lo schema classico di trave continua. Le possibilità offerte sono:

- trave con semi pilastri superiori ed inferiori;
- trave continua classica;

- trave su carrelli;
- trave con vincoli generici.



Nell'ultimo caso è necessario definire quali tipi di spostamento (nell'ordine rotazione, spostamento verticale e spostamento orizzontale) sono vincolati per ciascun nodo. Per ogni tipo di spostamento non vincolato è possibile introdurre una rigidezza elastica che limita lo spostamento stesso: il suo valore sarà rappresentato da un numero solitamente molto elevato ed è quindi consigliabile introdurlo in forma esponenziale, ad esempio 1.45e+15. Per ogni spostamento vincolato invece, è possibile definire un cedimento vincolare anelastico (valore fisso).

3.2.16 GENERAZIONE DEGLI SCHEMI DI ARMATURA

Il programma TRAVE CONTINUA permette di definire gli schemi di armatura utilizzati per progettare le travate. Il programma viene fornito con un gran numero di schemi già preparati. Per la definizione di nuovi schemi o per la modifica di quelli esistenti è necessario scrivere una procedura particolare utilizzando un "linguaggio" interno, ideato appositamente per rendere indipendente il funzionamento del programma dal "modo di armare" adottato.
NB: L'estensione dei file in cui sono descritti gli schemi di armatura (xxx) deve essere rappresentata da un numero intero a tre cifre (ad esempio: 001, 015, 123, ecc.); in questo modo sarà possibile differenziare semplicemente i diversi schemi.
Nel seguito verrà descritto questo piccolo "ambiente di programmazione".

LE PAROLE CHIAVE

In questo ambiente di programmazione sono riconosciute le seguenti parole chiave:

- ***INIZIO FERRO***
- ***ESC***
- ***SUC***
- ***REM***
- ***ASS***
- ***COLPRE***

Inizio Ferro

Sintassi: *INIZIO FERRO*
Significato:
Ha la funzione di indicare che sta cominciando una nuova sessione per la generazione di un ferro. Viene utilizzata ogni volta che si intende descrivere un nuovo ferro.

Esc

Sintassi: *ESC <condizione>*
Significato:
Ha lo scopo di escludere l'esecuzione di una parte della procedura. La funzione salta al successivo comando "*INIZIO FERRO*" quando la condizione è vera.
'*condizionè*: La condizione può essere un'espressione del tipo:

espressione $1 < o > o =$ espressione 2

'espressione 1' ed 'espressione 2' sono in generale espressioni matematiche che includono gli operatori permessi, definiti al punto (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), e le variabili riconosciute, einite al punto (0).
Esempi:

ESC nodcor = 0
salta alla prossima sessione se il numero di nodo corrente è '0'

ESC ABS(xi(1,9) - xi(1,7)) < .001
salta alla prossima sessione se l'ingombro del pilastro superiore è nullo

Suc

Sintassi: *SUC n <condizione>*
Significato:
È utilizzata per non eseguire un certo numero di righe di codice. Le righe successive non vengono eseguite se la condizione risulta vera.
'n': numero intero indicante il numero di righe successive che non devono essere eseguite.
'condizionè: La condizione può essere un'espressione del tipo:

espressione $1 < o > o =$ espressione 2

'espressione 1' ed 'espressione 2' sono in generale espressioni matematiche che includono gli operatori permessi e definiti precedentemente e le variabili riconosciute, definite al punto (0).

Esempio:

SUC 05 inginf(0) + ingsup(0) < .001

salta le 5 righe successive se non esiste né il pilastro superiore né quello inferiore sul nodo 0 (mensola iniziale)

Rem

Sintassi: *REM <stringa>*

Significato:

È utilizzata per introdurre righe di commento. La riga scritta di seguito (‘*stringa*’) non viene eseguita.

‘*stringa*’: commento generico.

Esempio:

REM introduzione ferro sul nodo finale

Ass

Sintassi: *ASS <espressione>*

Significato:

Si usa per assegnare un’espressione ad una variabile.

‘espressionè: può essere un’espressione del tipo:

espressione 1 < o > o = espressione 2

‘espressione 1’ può essere rappresentata dalle variabili xf(i) o yf(i) (non può quindi essere un’espressione matematica generica).

‘espressione 2’ è in generale un’espressione matematica che include gli operatori permessi e definiti precedentemente e le variabili riconosciute, definite al punto (0).

Esempio:

ASS xf(1) = xc(1,4) - (xc(1,4) - xc(0,6)) / 4

assegna alla coordinata x del primo vertice del ferro il valore derivante dall’espressione a destra dell’uguale

Colpre

Sintassi:n *COLPRE*

Significato:

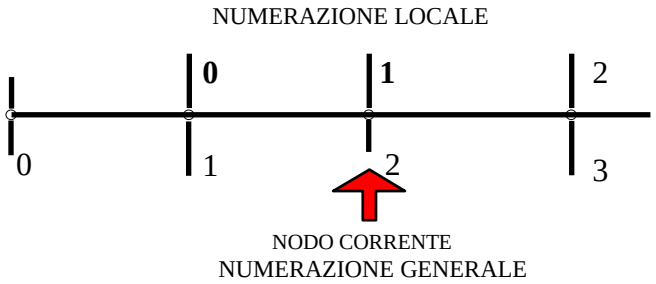
È utilizzata per indicare che il ferro che si sta descrivendo deve essere collegato al successivo dello stesso gruppo di cui si dichiara la stessa proprietà.

LE VARIABILI

Per la scrittura delle espressioni che compaiono nella sintassi dei comandi visti al punto precedente si può utilizzare una serie di variabili il cui significato è stato fissato da chi ha creato questo ambiente di programmazione. Di seguito sono elencate tali variabili e ne è spiegato il significato. (l'indice '*i*' è un numero intero e la differenza tra maiuscole e minuscole non è importante)

•***Xf(i)***	•***I45aPM***	•***Incl(0÷1)***	•***PY0P***	•***Y0P(Xi)***
•***Yf(i)***	•***I45aSM***	•***NodCor***	•***PY0S***	•***Y0S(Xi)***
•***Xi(0÷3, i)***	•***I0aP***	•***NodUlt***	•***PY1P***	•***Y1P(Xi)***
•***Yi(0÷3, i)***	•***I0aS***	•***DiaSov***	•***PY1S***	•***Y1S(Xi)***
•***Xc(0÷3, i)***	•***LarSupP***	•***DiaAnc***	•***PX0P***	•***Y2P(Xi)***
•***Yc(0÷3, i)***	•***LarSupS***	•***Diametro***	•***PX0S***	•***Y2S(Xi)***
•***Copr***	•***LarInfP***	•***GruFer***	•***PX1P***	•***Y3P(Xi)***
•***CopSt***	•***LarInfS***	•***NroBar***	•***PX1S***	•***Y3S(Xi)***
•***I45aPP***	•***IngSup(0÷2)***	•***PivP***	•***CpvP***	•***Zs(i)***
•***I45aSP***	•***IngInf(0÷2)***	•***PivS***	•***CpvS***	•***Ys(i)***

In generale, il programma introduce i ferri facendo riferimento ai nodi di intersezione tra aste e pilastri. Ogni nodo è numerato con un numero progressivo che è incrementato a partire da '0' da sinistra verso destra (vedi figura seguente).



Il programma ripete la lettura del file dello schema per ogni nodo di carpenteria. Quindi, nella scrittura di questo file si deve procedere come se si stesse descrivendo un nodo generico.
All'interno del file, stabilito quindi il nodo da analizzare, questo diventa il nodo corrente. In questo ambito, il programma assegna al nodo corrente il numero '*1*', al nodo precedente il numero '*0*' ed al nodo successivo il numero '2'. Una variabile che si riferisce ad uno di questi nodi riporterà quindi un indice che va da 0 a 2.

Nel seguito vengono descritte una per una le variabili di cui sopra.

Xf(i), Yf(i)

Coordinate *x* ed *y* del vertice i-esimo del ferro che si sta descrivendo in una sessione (tratto di programma tra due comandi "*INIZIO FERRO*" o tra un comando "*INIZIO FERRO*" e la fine del listato). Il numero di vertici non è fisso. Per aggiungere un nuovo vertice è sufficiente descriverne le coordinate. La numerazione è libera purché si definisca un vertice '*0*' e si mantenga la continuità; si può ad esempio numerare da *0* a *5* o da *-3* a *2* , non con una numerazione *2,3,4,6,9,10* oppure da *3* a *8*.

Xi(0÷3, i), Yi(0÷3, i)

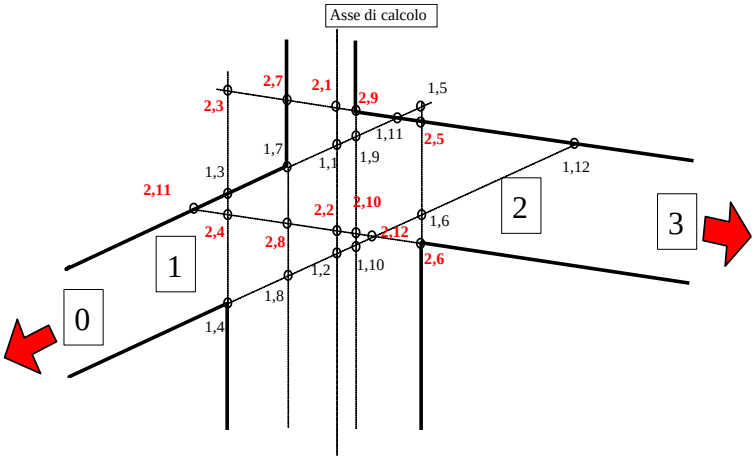
Coordinate dei punti che si individuano come intersezioni tra i fili superiore ed inferiore delle carpenterie. Il primo indice della matrice di valori designa "la posizione" delle intersezioni; in particolare, con riferimento al nodo corrente: '*0*' indica le intersezioni dei fili dell'asta precedente con il nodo precedente; '*1*' indica le intersezioni dei fili dell'asta precedente con il nodo stesso; '*2*' le intersezioni dei fili dell'asta successiva con il nodo stesso; '*3*' le intersezioni dei fili dell'asta

successiva con il nodo successivo. L'indice '*i*' indica invece il tipo di intersezione. In seguito sono descritte le singole intersezioni:

filo superiore dell'asta con l'asse di calcolo del nodo;
filo inferiore dell'asta con l'asse di calcolo del nodo;
filo superiore dell'asta con il filo sinistro dell'ingombro del pilastro inferiore;
filo inferiore dell'asta con il filo sinistro dell'ingombro del pilastro inferiore;
filo superiore dell'asta con il filo destro dell'ingombro del pilastro inferiore;
filo inferiore dell'asta con il filo destro dell'ingombro del pilastro inferiore;
filo superiore dell'asta con il filo sinistro dell'ingombro del pilastro superiore;
filo inferiore dell'asta con il filo sinistro dell'ingombro del pilastro superiore;
filo superiore dell'asta con il filo destro dell'ingombro del pilastro superiore;
filo inferiore dell'asta con il filo destro dell'ingombro del pilastro superiore;
per il gruppo 1 (vertice (1,11)), filo superiore dell'asta con il filo superiore dell'altra asta; per il gruppo 2 (vertice (2,11)), filo inferiore dell'asta con il filo superiore dell'altra asta;
per il gruppo 1 (vertice (1,12)), filo inferiore dell'asta con il filo superiore dell'altra asta; per il gruppo 2 (vertice (2,12)), filo inferiore dell'asta con il filo inferiore dell'altra asta;

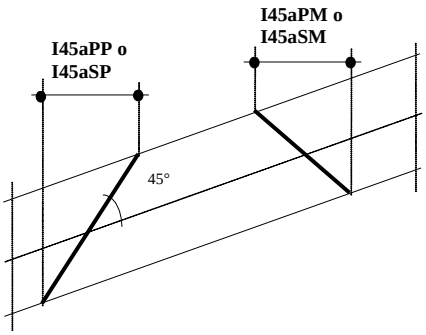
Xc(0÷3, i), Yc(0÷3, i)

Coordinate dei punti precedentemente descritti considerando la carpenteria delle aste depurata del copriferro. Salvo che per i punti (1,11), (2,11), (1,12), (2,12), la coordinata xc() coincide con la corrispondente coordinata xi().



Copr: Copriferro delle barre longitudinali (per default, è pari al parametro PC 99).

CopSt: Copriferro delle staffe (per default, è pari al parametro PC 129).



I45aPP, I45aSP, I45aPM, I45aSM

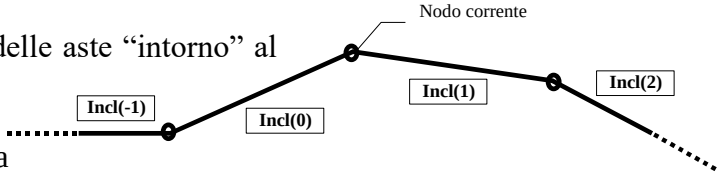
Lunghezze in proiezione orizzontale di un tratto inclinato di 45° rispetto all'asse dell'asta. L'ultima lettera indica se il tratto è inclinato con un angolo positivo in senso antiorario (*P*) o negativo (*M*). La penultima lettera indica invece se il tratto appartiene all'asta precedente al nodo corrente (*P*) o a quella successiva (*S*).

I0aP, I0aS: Lunghezze dei tratti verticali che intersecano in un punto qualunque i fili della carpenteria dell'asta precedente (*I0aP*) o successiva (*I0aS*).

LarSupP, LarSupS, LarInfP, LarInfS: Larghezza della sezione delle aste. L'ultima lettera indica l'asta precedente (*P*) o successiva (*S*), mentre "*Sup*" ed "*Inf*" indicano rispettivamente il filo superiore e quello inferiore.

IngSup(0÷2), IngInf(0÷2): Larghezza rispettivamente del pilastro superiore e di quello inferiore del nodo precedente (0), corrente (1) e successivo (2).

Incl(-1÷2): Inclinazione rispetto all'orizzontale delle aste "intorno" al nodo corrente misurata in senso orario



NodCor: Numero del nodo corrente come deriva dalla numerazione generale.

NodUlt: Numero dell'ultimo nodo come deriva dalla numerazione generale.

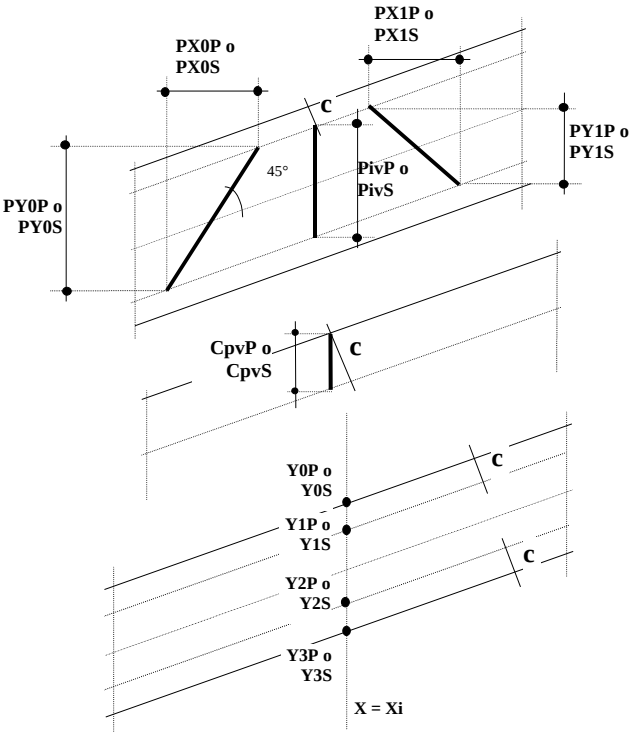
DiaSov: Numero di diametri di sovrapposizione.

DiaAnc : Numero di diametri di ancoraggio.

Diametro: Diametro del ferro. Per assegnare il diametro è sufficiente scrivere:
Diametro = 'valorè
Se *'valorè* è maggiore di '*4*' esso rappresenta direttamente il diametro in mm; in caso contrario verrà associato alla variabile "*Diametro*" il valore di uno dei parametri associati P 100, P 101, P 102 o P 103 (0). Si può anche scrivere:
Diametro > o < 'valorè
(vedere il significato degli operatori '<' e '>' descritti oltre).

GruFer: Numero del gruppo di ferri nella rappresentazione esplosa. Differenziare i ferri nella rappresentazione è utile per raggruppare i ferri simili. Per assegnare il gruppo è sufficiente scrivere:
GruFer = 'numero intero'

NroBar: Numero di barre che deve rappresentare il ferro da descrivere. Per assegnare la variabile è sufficiente scrivere: *NroBar = 'valorè*
Si può anche scrivere:
NroBar > o < 'valorè

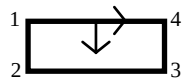
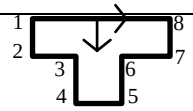
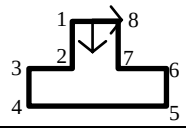
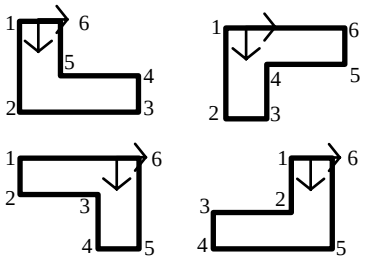
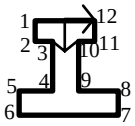
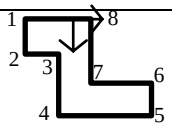
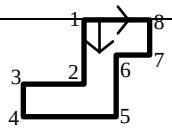


PivP,PivS, PY0P, PY0S, PX0P, PX0S, PY1P, PY1S, PX1P, PX1S: Distanze analoghe a quelle del punto precedente, considerando le carpenterie depurate del copriferro, con le differenze solite relativamente all'asta precedente (*P*) e successiva (*S*).

CpvP, CpvS: Valore del copriferro misurato in verticale per l'asta precedente (*P*) o successiva (*S*) al nodo corrente.

Y0P(Xi), Y0S(Xi), Y1P(Xi), Y1S(Xi), Y2P(Xi), Y2S(Xi), Y3P(Xi), Y3S(Xi) : Coordinate Y dei punti di intersezione di una retta verticale passante per il punto con ascissa Xi con i punti "interessanti" della carpenteria dell'asta precedente (*P*) o successiva (*S*) al nodo corrente.

Zs(i), Ys(i): Rappresentano le coordinate dei vertici della sezione nel sistema di riferimento associato alla stessa. Per le sezioni date per coordinate, l'ordine dei vertici e il sistema di riferimento può essere scelto liberamente. Per le sezioni standard, l'ordine è specificato nella tabella seguente.

Rappresentazione della sezione	Descrizione	File degli schemi staffe
	Rettangolare	Tc_St_R_.xxx
	a T	Tc_St_T_.xxx
	a T rovescia	Tc_St_TR.xxx
	a L (1/2/3/4)	Tc_St_L1.xxx Tc_St_L2.xxx Tc_St_L3.xxx Tc_St_L4.xxx
	a I	Tc_St_I_.xxx
	a Z (1)	Tc_St_Z1.xxx
	a Z (2)	Tc_St_Z2.xxx

Numerazione dei vertici delle "Sezioni standard

3.2.17 GLI OPERATORI E LE FUNZIONI MATEMATICHE

Le espressioni utilizzate nei comandi descritti al punto precedente possono contenere i seguenti operatori e funzioni matematiche:

+	somma
-	numero opposto
*	moltiplicazione
/	divisione
=	assegnazione
>	massimo
<	minimo

SIN(x)	seno di x
COS(x)	coseno di x
TAN(x)	tangente di x
ATAN(x)	arcotangente di x
ASN(x)	arcoseno di x
ACS(x)	arcocoseno di x
ABS(x)	valore assoluto di x

Il programma riconosce inoltre le parentesi tonde. Le priorità nel calcolo dell'espressione sono quelle definite nell'algebra matematica. Un'espressione valida è ad esempio:
ATAN(ABS(Yf(3) - Yf(2)) / ABS(Xf(3) - Xf(2)))

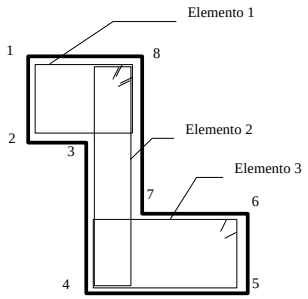
In particolare, i simboli '>' e '<' hanno particolari significati. Infatti, scrivendo:
x1 < x2
si richiede che il valore x1 sia minore di x2. Di conseguenza, se ciò non è verificato, verrà imposto:
x1 = x2.
E, analogamente, il simbolo '>':
x1 > x2
vuol dire che il valore x1 deve essere maggiore di x2. Di conseguenza, se ciò non è verificato, verrà imposto:
x1 = x2.

3.2.18 DEFINIZIONE DEGLI SCHEMI STAFFE

Il file che descrive la disposizione delle staffe all'interno della sezione presenta un nome caratterizzato dal tipo di sezione e dal tipo di schema (0). Ogni file deve contenere le seguenti informazioni:

Numero di elementi costituenti la staffa;
Per ogni elemento:
tipo di diametro (*0, 1, 2, 3*): il valore del diametro è assunto dai parametri (0) se si specifica '*1*','*2*' o '*3*', mentre è pari al diametro associato al campo di appartenenza se si specifica '*0*';
numero di vertici che costituiscono l'elemento corrente della staffa;
per ogni vertice dell'elemento:
coordinata z;
coordinata y.

Di seguito è riportato un esempio di file relativo ad una staffatura realizzata come nella figura a fianco.

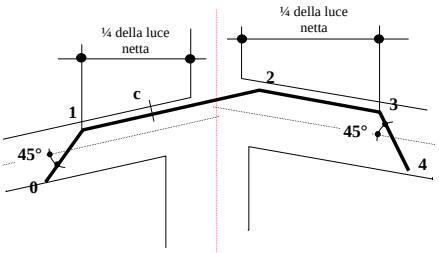



```
3        numero di elementi della staffa
0        tipo di diametro del primo elemento
9        numero di vertici del primo elemento
zs(8)-copst-3.53        coordinata z del
         primo vertice del primo elemento
ys(8)+copst+8.53        coordinata y del
         primo vertice del primo elemento
zs(8)-copst
ys(8)+copst+5
zs(8)-copst
ys(8)+copst
zs(1)+copst
ys(1)+copst
zs(2)+copst
ys(2)-copst
zs(8)-copst
ys(3)-copst
zs(8)-copst
ys(8)+copst
zs(8)-copst-5
ys(8)+copst
zs(8)-copst-8.53
ys(8)+copst+3.53
0        tipo di diametro del secondo elemento
9        numero di vertici del secondo elemento
zs(8)-copst-3.53        coordinata z del
         primo vertice del secondo elemento
ys(8)+copst+8.53        coordinata y del
         primo vertice del secondo elemento
zs(8)-copst
ys(8)+copst+5
zs(8)-copst
ys(8)+copst
zs(3)+copst
ys(1)+copst
zs(4)+copst
ys(4)-copst
zs(7)-copst
ys(5)-copst
zs(8)-copst
```

```
ys(8)+copst
zs(8)-copst-5
ys(8)+copst
zs(8)-copst-8.53
ys(8)+copst+3.53
0       tipo di diametro del terzo elemento
9       numero di vertici del terzo elemento
zs(6)-copst-3.53        coordinata z del
        primo vertice del terzo elemento
ys(6)+copst+8.53        coordinata y del
        primo vertice del terzo elemento
zs(6)-copst
ys(6)+copst+5
zs(6)-copst
ys(6)+copst
zs(3)+copst
ys(7)+cops
zs(4)+copst
ys(4)-copst
zs(5)-copst
ys(5)-copst
zs(6)-copst
ys(6)+copst
zs(6)-copst-5
ys(6)+copst
zs(6)-copst-8.53
ys(6)+copst+3.53
```

3.2.19 ESEMPIO DI DEFINIZIONE DI UN CAVALLETTO

Di seguito è elencato il codice necessario a definire un ferro come rappresentato in figura:




```
inizio ferro
rem CAVALLETTO SOPRA IL PILASTRO
grufer=2  il ferro appartiene al gruppo 2
rem esclusioni
esc nodcor=0   salta al prossimo "inizio
          ferro" se è il primo nodo
esc nodcor=nodult          salta al
          prossimo "inizio ferro" se è
          l'ultimo nodo
esc inginf(1)=0            salta al
          prossimo "inizio ferro" se
          non c'è il pilastro inferiore
rem assegno le coordinate X
assolute dei due vertici
principali
ass xf(1)=xi(1,4)-(xi(1,4)-
                        xi(0,6))/4.
          definizione coordinate vertici
          attraverso le coordinate della
           carpenteria
ass xf(3)=xi(2,6)+(xi(3,4)-
                        xi(2,6))/4.
ass xf(2)=xc(1,11)
ass yf(2)=yc(1,11)
rem simmetrizzo     simmetrizzazione
                delle coordinate
ass xf(3)>xi(2,6)+(xi(1,4)-xf(1))
ass xf(1)<xi(1,4)-(xf(3)-xi(2,6))
rem assegno le coordinate Y dei
                due vertici principali
ass yf(1)=y1p(xf(1))
ass yf(3)=y1s(xf(3))
rem assegno le coordinate dei due
                                pieghi
ass xf(0)=xf(1)-px0p
ass yf(0)=yf(1)+py0p
ass xf(4)=xf(3)+px1s
ass yf(4)=yf(3)+py1s
rem se siamo al secondo nodo dopo
                        una mensola
suc 05 nodcor=1          salta le
     successive 5 righe se al secondo nodo
suc 04 inginf(0)+ingsup(0)<0.001
     salta le successive 4 righe se non c'è una
     mensola iniziale
ass xf(1)=xi(0,1)+copr
ass yf(1)=y1p(xf(1))
ass xf(0)=xf(1)
ass yf(0)=yf(1)+pivp
rem se siamo al penultimo nodo
              prima di una mensola
suc 05 nodcor=nodult-1
suc 04 inginf(2)+ingsup(2)<0.001
ass xf(3)=xi(3,1)-copr
ass xf(4)=xi(3,1)-copr
ass yf(3)=y1s(xf(3))
ass yf(4)=yf(3)+pivs
inizio ferro        inizia un nuovo ferro
```

```
rem CAVALLETTO SOPRA IL PILASTRO
                          (primo nodo)
grufer=2
rem esclusioni
esc nodcor>0       salta al prossimo "inizio
      ferro" se non è il primo nodo
esc inginf(1)=0    salta al prossimo "inizio
      ferro" se non c'è il pilastro inferiore
rem assegno le coordinate assolute
del ferro
ass xf(1)=xi(2,3)+copr
ass xf(1)<xi(2,7)+copr
ass yf(1)=y1s(xf(1))
ass xf(2)=xi(2,6)+(xi(3,4)-
                           xi(2,6))/4.
ass yf(2)=y1s(xf(2))
ass xf(0)=xf(1)
ass yf(0)=yf(1)+pivs
ass xf(3)=xf(2)+px1s
ass yf(3)=yf(2)+py1s
```

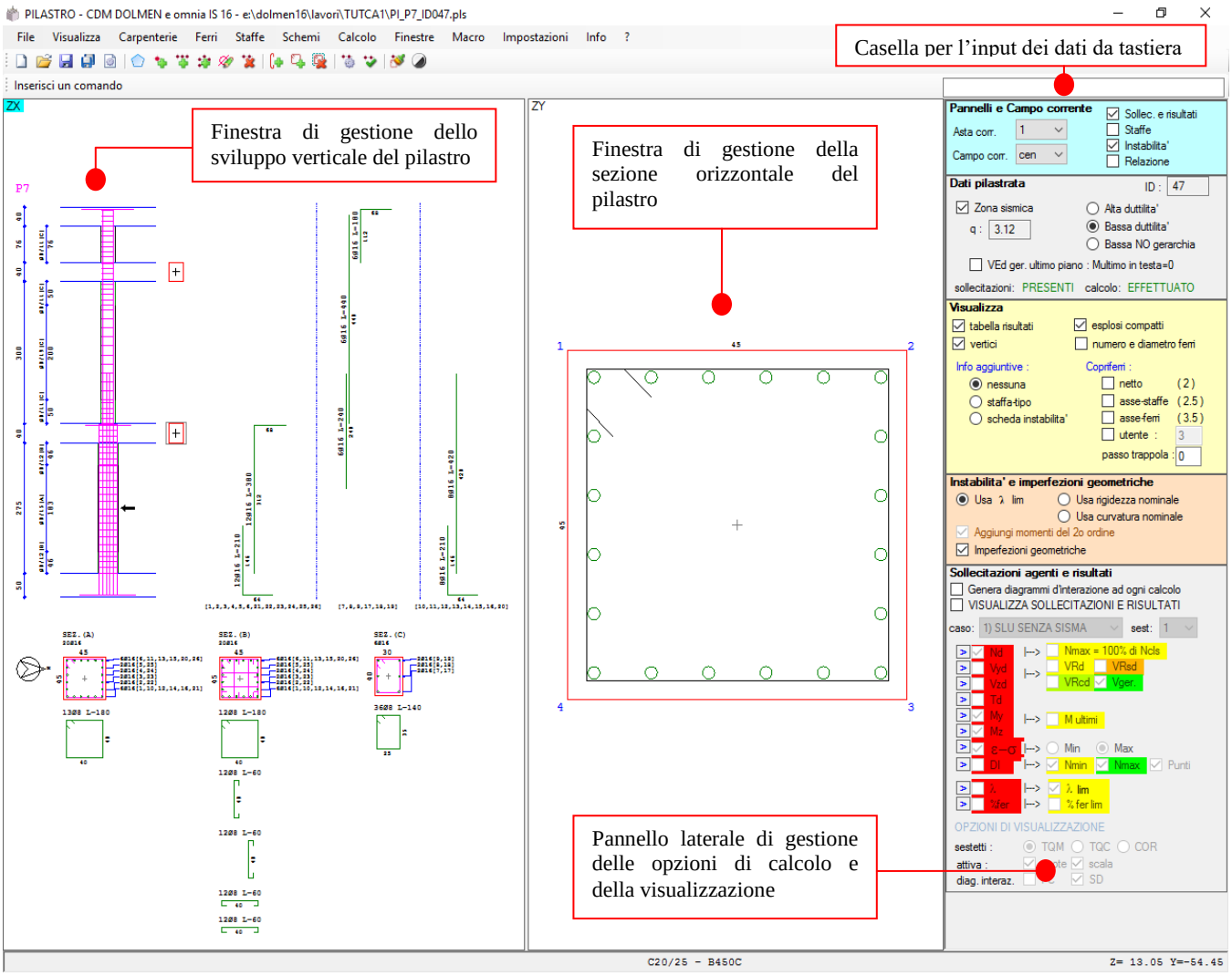
```
inizio ferro
rem CAVALLETTO SOPRA IL PILASTRO
(ultimo nodo)
grufer=2
rem esclusioni
esc nodcor<nodult
esc inginf(1)=0
rem assegno le coordinate assolute
del ferro
ass xf(2)=xi(1,5)-copr
ass xf(2)>xi(1,9)-copr
ass yf(2)=y1p(xf(2))
ass xf(1)=xi(1,4)-(xi(1,4)-
                         xi(0,6))/4.
ass yf(1)=y1p(xf(1))
ass xf(0)=xf(1)-px0p
ass yf(0)=yf(1)+py0p
ass xf(3)=xf(2)
ass yf(3)=yf(2)+pivp
```

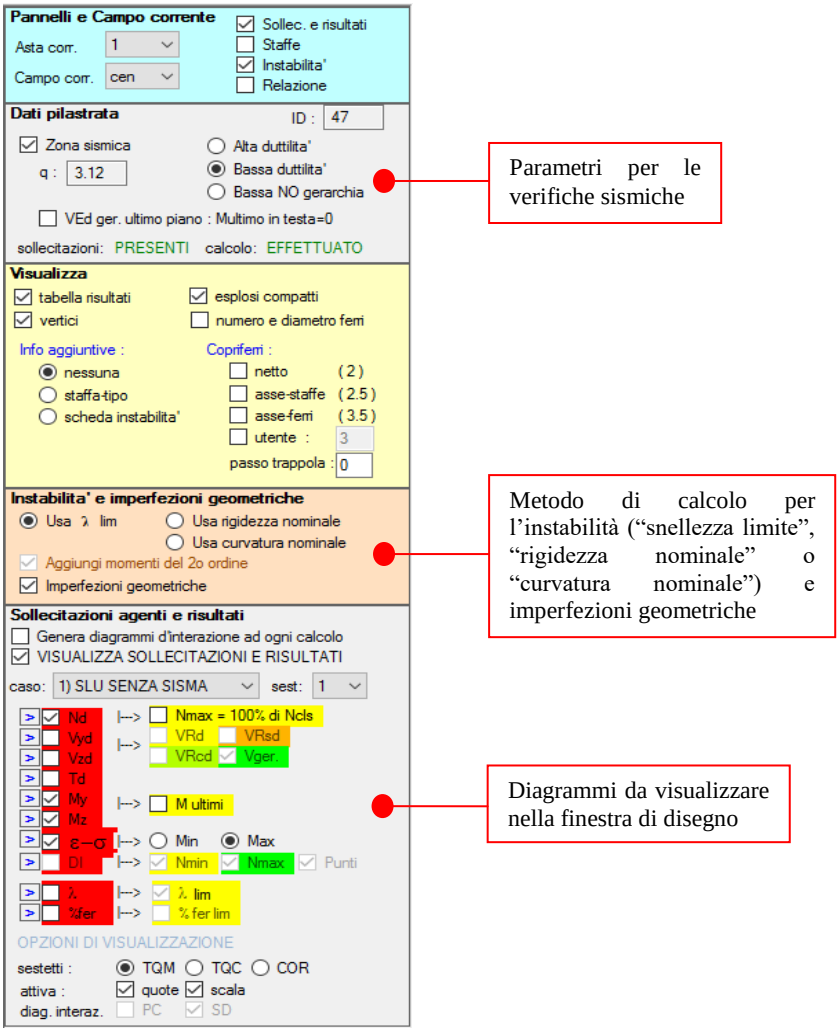
3.3 PILASTRI

Il modulo può essere lanciato dal pannello generale di DOLMEN o, all'interno del CAD 3D Struttura, con una delle voci del menu "C.A. - Pilastro"; in questo caso si potrà scegliere tra le seguenti funzioni:

1. "Progetta ex novo": esegue il progetto della pilastrata selezionata o delle pilastrate selezionate caricando automaticamente le sollecitazioni per le varie combinazioni di carico; selezionando la singola membratura viene aperto il modulo Pilastri, mentre selezionando l'intera struttura viene eseguito il calcolo completo al termine del quale viene aperto Dolmen Plan con le distinte di tutte le armature già progettate in automatico.
2. "Aggiorna soll.": apre nel modulo "Pilastri" un elemento precedentemente calcolato e ricarica le sollecitazioni per eseguire una nuova verifica in seguito ad una variazione di queste ultime.
3. "Edita esistente": apre nel modulo "Pilastri" un elemento precedentemente progettato.

Il modulo calcola agli stati limite secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14.01.2008). Il programma si presenta nel seguente modo:





La finestra di destra rappresenta la sezione orizzontale nella zona evidenziata nella sezione verticale dalla freccia.

3.3.1 FILOSOFIA DI CALCOLO E PROCEDURA DI UTILIZZO

Il modulo "Pilastri", dopo aver letto le informazioni sulla geometria e le caratteristiche delle sollecitazioni dal modello tridimensionale, permette di inserire uno schema di armature longitudinali e trasversali e di progettarlo in modo da soddisfare le verifiche di resistenza e le richieste di normativa in tema di armatura minima.

Gli schemi d'armatura si differenziano leggermente dagli analoghi di "Trave continua", in quanto lavorano sulla sezione orizzontale della singola asta; inoltre, ciascuno schema presenta diversi "livelli"; ad esempio, una sezione rettangolare può presentare i seguenti livelli di armatura:

1. 4 barre di armatura negli altrettanti vertici con diametro di default n° 1;
2. 4 barre di armatura negli altrettanti vertici con diametro di default n° 2;
3. 4 barre di armatura negli altrettanti vertici con diametro di default n° 1 e 4 barre di diametro n° 1 al centro di ciascun lato;
4. 4 barre di armatura negli altrettanti vertici con diametro di default n° 2 e 4 barre di diametro n° 2 al centro di ciascun lato;
5. ecc.

Nell'eseguire il progetto delle barre longitudinali, il programma inserisce i livelli di armatura nell'ordine e determina la configurazione minima che verifica. Le barre di armatura sono modificabili a livello di sezione orizzontale, mentre vengono elaborate in modo completamente automatico dal programma per quanto riguarda il loro sviluppo verticale in modo da ancorarle correttamente in ogni sezione dove occorrono.

Il progetto delle staffe viene eseguito rispettando i minimi di norma e coprendo gli sforzi di taglio a S.L.U.; l'armatura trasversale è separata in campi dovendola disporre a passo variabile.
Nella finestra di sinistra è tracciata una tabella riassuntiva delle verifiche condotte.
Per vedere i dettagli di ogni verifica si attiverà dal pannello laterale la visualizzazione delle sollecitazioni (vedere spiegazione dei comandi relativi)
Per progettare un nuovo pilastro è sufficiente usare la funzione del CAD3D "C.A. – Pilastro – Progetta ex novo": verranno eseguite automaticamente tutte le operazioni necessarie.
Volendo eseguire per esteso la procedura che porta al progetto di un nuovo pilastro, si devono seguire le seguenti fasi:

1. importazione dei dati dal 3D: la funzione da usare è "File – Importa da 3D"(3.3.2), precisando il nome della pilastrata, le aste base e le operazioni opzionali;
2. progetto delle armature: si usa la funzione "Calcolo – Progetto" (3.3.8); verranno inserite le armature di default e ricercata la configurazione che ottempera alle varie richieste di normativa.

Per modificare l'armatura longitudinale inserita in automatico si può operare come segue:

1. selezionare con un doppio click l'asta di cui si vogliono modificare le armature longitudinali nella finestra in cui è rappresentata la sezione verticale del pilastro;
2. modificare il diametro delle armature esistenti con la funzione "Ferri – Modifica diametro" (3.3.5), precisando il nuovo diametro e selezionando le barre nella finestra di destra (sezione orizzontale del pilastro);

oppure

1. cancellare le armature con la funzione "Ferri – Elimina" (3.8.5) selezionando le barre nella finestra di destra;
2. inserire delle nuove armature con la funzione "Ferri – Inserisci per strati" o "Ferri – Inserisci per punti" (3.3.5).

oppure:

1. inserire un "livello" di armatura con "Schemi – Per selezione" indicando lo schema, il livello e l'asta (3.3.7).

Per inserire una staffatura personalizzata è necessario:

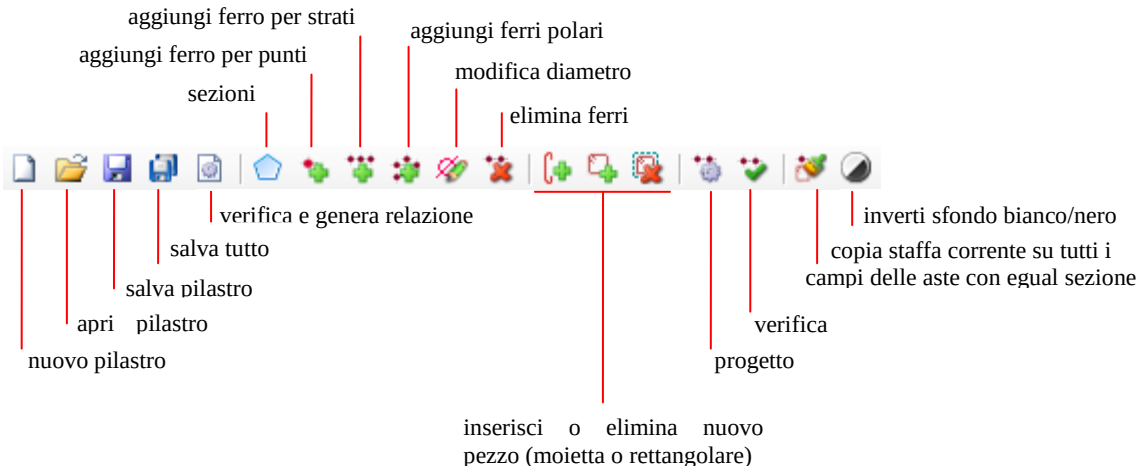
(procedura estesa)

1. inserire un tipo staffa nuovo ("Staffe – Staffe tipo – Aggiungi vuota", 3.3.6);
2. inserire un pezzo nuovo (ad esempio con la funzione "Staffe – Pezzi – Inserisci – Rettangolare" (3.3.6), si cliccano i due angoli opposti della staffa (aiutarsi visualizzando il copriferro staffa tra le opzioni della barra laterale);
3. usare "Staffe – Staffe tipo – Assegna – Tutte le aste" (3.3.6) per copiare la staffa su tutti i campi;
4. eseguire "Staffe – Aggiusta campi staffe" (3.3.6);

Oppure:

(procedura veloce)

1. inserire un pezzo nuovo (ad esempio con la funzione "Staffe – Pezzi – Inserisci – Rettangolare" (3.3.6), si cliccano due ferri agli angoli opposti della staffa (aiutarsi visualizzando il copriferro asse-ferri tra le opzioni della barra laterale);
2. usare "Staffe – Staffe tipo – Assegna – Tutte le aste" (3.3.6) per copiare la staffa su tutti i campi dei pilastri con la sezione corrente;
3. eseguire "Staffe – Aggiusta campi staffe" (3.3.6).



Di seguito vengono elencate e descritte le varie funzioni.

3.3.2 MENU FILE

Nuovo: Permette di iniziare una nuova sessione di lavoro. È necessario utilizzare questa funzione quando si desidera analizzare una nuova situazione strutturale.

Apri: Apre un file precedentemente salvato (formato PLS) e contenente le informazioni relative ad un pilastro già analizzato.

Salva / Salva con nome: Salva il pilastro calcolato in formato PLS. Il nome è quello già dato in un precedente salvataggio oppure, nel caso non si sia mai eseguito un salvataggio, verrà chiesto come per la funzione “Salva con nome”. Nel salvataggio vengono registrate tutte le caratteristiche geometriche del pilastro, i materiali, le opzioni di calcolo e le caratteristiche di sollecitazione su esso agenti.

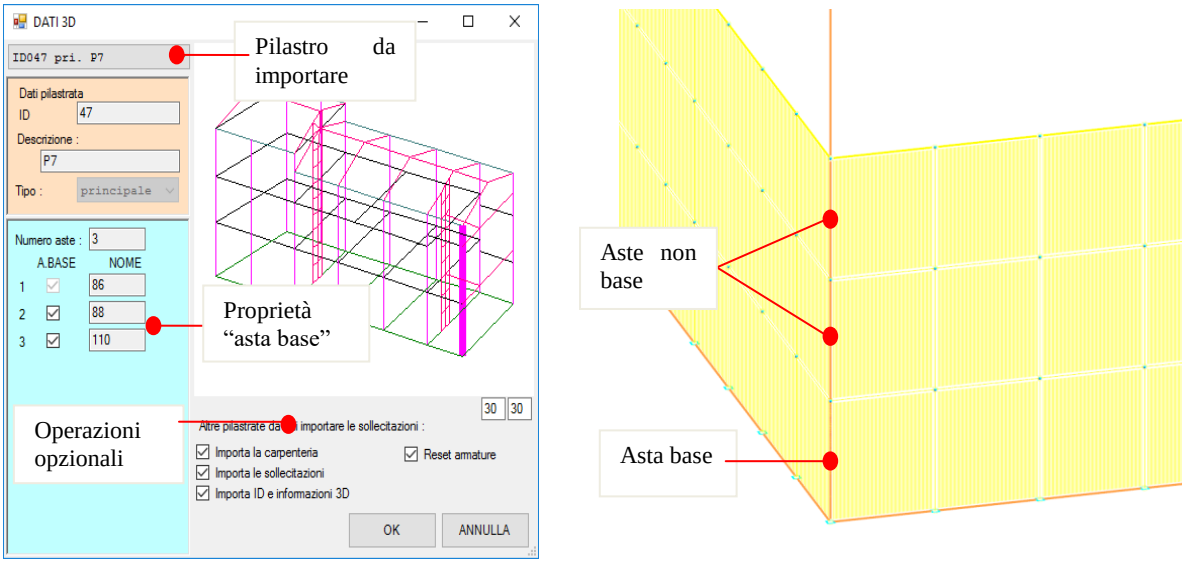
Salva disegno: Traduce il disegno che compare nella finestra principale di sinistra in formato GRB.

Relazione - Crea ex novo: Produce la stampa della relazione di calcolo in formato ASCII, modificabile e stampabile con qualsiasi editor per testi, dopo aver rieseguito la verifica della pilastrata.

Relazione – Edita esistente: Visualizza l’ultima relazione di calcolo prodotta (non riesegue la verifica della pilastrata).

Salva tutto: Salva automaticamente i dati della pilastrata (formato PLS), la relazione di calcolo (formato TXT) e il disegno esecutivo (formato GRB). Nel nome dei tre file è compreso il nome e l’identificativo del pilastro in questione.

Importa da 3D: Importa le informazioni precisate nella sezione “operazioni opzionali” (carpenteria, sollecitazioni, informazioni 3D) di un pilastro scelto dall’elenco degli elementi continui di tipo pilastrata (definiti nel CAD3D). Se un’asta è di tipo ”base” questa deve essere rappresentata nella sezione verticale, mentre se non è attivato il segno di spunta l’asta verrà unita alla precedente “asta base”: questa opzione sarà ad esempio utilizzata per trattare come unica stilata la serie di aste incluse nella mesh di una parete (vedi figura).



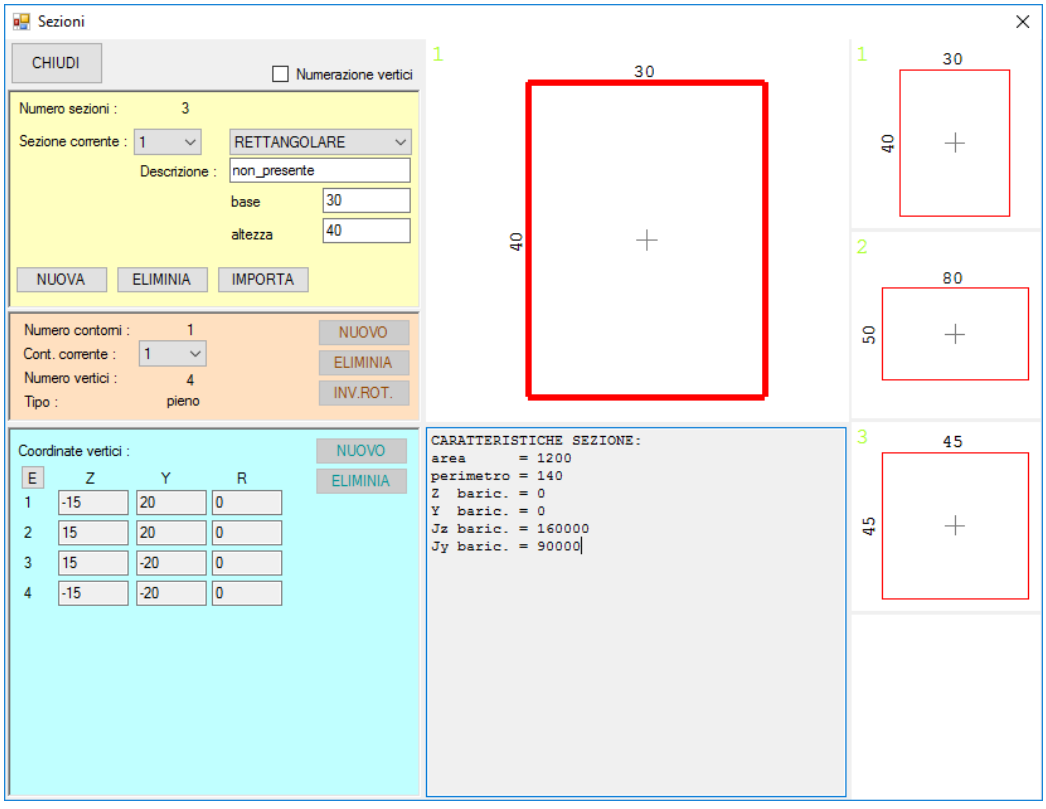
Interrompi comando: Interrompe ogni comando attivo.

3.3.3 MENU VISUALIZZA

Ottimizza, Zoom In, Zoom Out, Sposta, Ridisegna, Precedente: Sono le normali funzioni di gestione grafica usate nei programmi CAD.

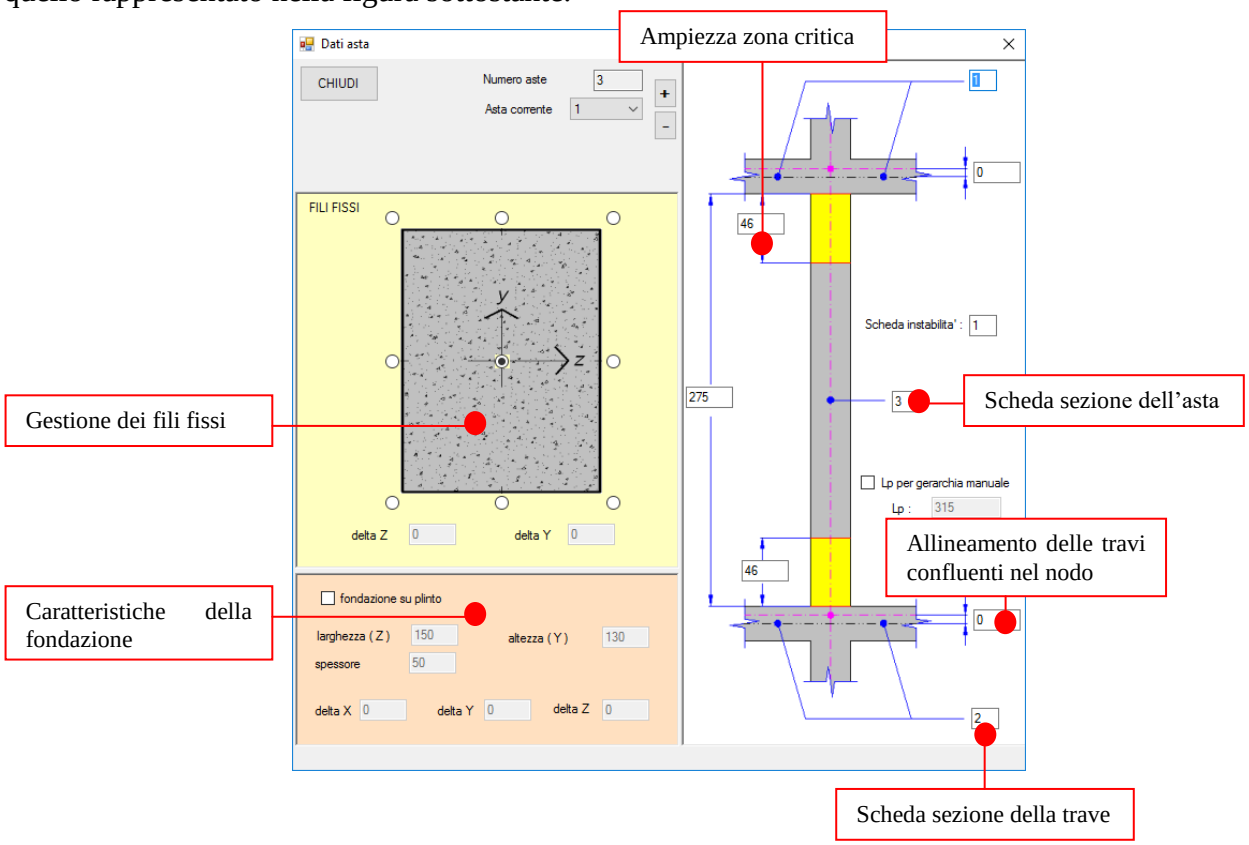
3.3.4 MENU CARPENTERIE

Sezioni: Permette la definizione e la modifica delle sezioni delle aste. Si può creare una nuova sezione o modificare una sezione già esistente (il modulo può lavorare con sezioni rettangolari, circolari o poligonali generiche).



Aggiungi asta (sopra /sotto): Aggiunge un'asta sopra o sotto alla pilastrata in fase di verifica con la sezione corrente impostata nel pannello di gestione delle sezioni di cui alla voce precedente. La presenza di una nuova asta viene visualizzata con l'aggiornamento del disegno della sezione longitudinale della pilastrata. Acceleratore di tastiera per asta sopra: *CTRL+A*. Come default viene dato un titolo alla pilastrata, "*PILASTRO*", che è possibile modificare cliccando due volte con il tasto sinistro del mouse [3].

Modifica asta: Modifica le caratteristiche di un'asta. In entrambi i casi apparirà un pannello come quello rappresentato nella figura sottostante.



3.3.5 MENU FERRI



Nel posizionamento dei ferri nella sezione orizzontale, ci si può aiutare con l'attivazione dell'indicazione del copriferro (asse-ferri) dal pannello laterale: questo contorno verrà intrappolato dal puntatore del mouse.
Attenzione: i ferri possono essere modificati solo nella sezione orizzontale (finestra di destra), il loro sviluppo in senso verticale è deciso automaticamente dal programma.

Inserisci per punti: Permette di inserire un nuovo ferro di diametro assegnato in un punto della sezione. Se si posa il puntatore del mouse su uno dei vertici della linea di copriferro e poi lo si muove sulla stessa linea verrà visualizzata la distanza dal vertice in modo da poter posizionare il ferro con precisione (nel pannello laterale c'è anche un "passo trappola" per scegliere solo i punti con distanza multipla di un certo valore, ad es. 5 cm).

Inserisci per strati: Permette di inserire più ferri di diametro assegnato allineati tra due punti sulla sezione. Chiede il numero di

[3] La modifica di lunghezze, dimensioni e altri dati geometrici è possibile cliccando due volte sul relativo testo e digitando direttamente il nuovo valore.

barre e il diametro separati da una virgola; si devono quindi selezionare due punti. I ferri verranno disposti equispaziati. Eventuali barre sovrapposte vengono automaticamente eliminate.

Inserisci … polari: Permette di inserire più ferri di diametro assegnato su una circonferenza nella sezione orizzontale del pilastro. Chiede il diametro delle barre, il loro numero, le coordinate Z e Y del centro della circonferenza e il suo raggio, l'angolo di partenza letto dall'asse Z verso l'asse Y (antiorario) e l'angolo da riempire.

Elimina: Cancella i ferri selezionati nella finestra di destra.

Elimina sovrapposti: Cancella i ferri che presentano le stesse coordinate.

Modifica diametro: Chiede il nuovo diametro e la selezione dei ferri da modificare.

Edita ferri asta - Corrente: Apre una tabella con le coordinate e il diametro delle barre dell'asta evidenziata (ogni valore è modificabile). Si veda anche l'utilizzo della finestra "Edita" alla fine del presente capitolo del manuale (3.3.13).

Edita ferri asta - Tutte: Apre una tabella con le coordinate e il diametro delle barre di tutte le aste (ogni valore è modificabile). Si veda anche l'utilizzo della finestra "Edita" alla fine del presente capitolo del manuale (3.3.13).

Copia ferri asta – Per selezione: Copia i ferri dell'asta puntata dalla freccetta (sezione verticale) nelle aste selezionate.

Copia ferri asta – Tutte: Copia i ferri dell'asta puntata dalla freccetta (sezione verticale) su tutte le aste con uguale sezione.

Reset ferri asta - Corrente: Cancella tutti i ferri dell'asta evidenziata.

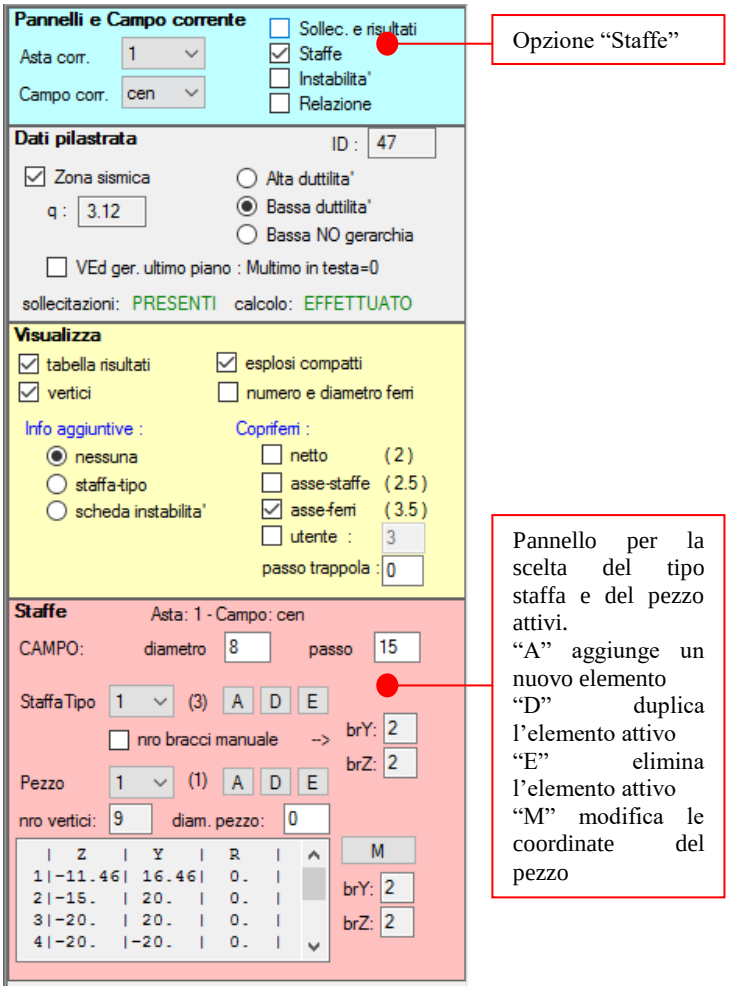
Reset ferri asta - Tutte: Cancella tutti i ferri di tutte le aste.

3.3.6 MENU STAFFE

La gestione delle staffe è completamente automatica per le sezioni rettangolari e circolari. Qualora si vogliano inserire pezzi aggiuntivi, quali moiette o staffe doppie, o disegnare staffe personalizzate per sezioni non standard, è possibile utilizzare questo menu.

La staffa tipo è un'entità che può contenere diversi pezzi ed è associabile a diversi campi.
Le staffe possono essere create anche dal pannello laterale attivando la voce "Staffe".

Staffe tipo – Aggiungi vuota: Crea una nuova staffa tipo inizialmente senza vertici a cui si può aggiungere un pezzo con una delle funzioni del menu "Staffe – Pezzi".



Staffe tipo – Duplica - Corrente: Crea una copia della staffa tipo corrente (quella scelta nel pannello laterale – deve essere attiva l'opzione "Staffe").

Staffe tipo – Duplica – Per zone critiche: Crea una copia della staffa tipo corrente (quella scelta nel pannello laterale – deve essere attiva l'opzione "Staffe") associata ai campi nelle zone critiche.

Staffe tipo – Assegna - Per selezione: Assegna la staffa tipo del campo segnalato con la freccia ai campi selezionati. Chiede di selezionare il campo cliccando all'interno della carpenteria della pilastrata.

Staffe tipo – Assegna – Campi asta corrente: Assegna la staffa tipo del campo segnalato con la freccia a tutti i campi dell'asta puntata.

Staffe tipo – Assegna – Tutte le aste: Assegna la staffa tipo del campo segnalato con la freccia a tutti i campi di tutte le aste.

Staffe tipo – Elimina - Corrente: Elimina la staffa tipo scelta nel pannello laterale (opzione "Staffe" attiva).

Staffe tipo – Elimina - Orfane: Elimina le staffe tipo non più utilizzate.

Staffe tipo – Elimina - Doppie: Elimina le staffe tipo con uguali caratteristiche.

Pezzi – Inserisci - Moietta: Aggiunge alla staffa del campo puntato dalla freccia un nuovo pezzo come legatura tra due ferri. Chiede di selezionare nella finestra di destra il primo e il secondo ferro da unire. Se si cerca di inserire un pezzo senza aver creato almeno una staffa tipo verrà richiesto se crearne una nuova.

Pezzi – Inserisci - Rettangolare: Aggiunge alla staffa del campo puntato dalla freccia un nuovo pezzo di forma rettangolare. Chiede di selezionare nella finestra di destra due ferri posti in corrispondenza dei due angoli opposti. Se si cerca di inserire un pezzo senza aver creato almeno una staffa tipo verrà richiesto se crearne una nuova.

Pezzi – Inserisci - Vuoto: Aggiunge alla staffa del campo puntato dalla freccia un nuovo pezzo senza vertici. Se si cerca di inserire un pezzo senza aver creato almeno una staffa tipo verrà richiesto se crearne una nuova.

Pezzi – Duplica corrente: Crea una copia del pezzo corrente (quello visualizzato nel pannello laterale – deve essere attiva l'opzione "Staffe") nella staffa del campo puntato dalla freccia.

Pezzi – Elimina – Per selezione: Elimina un pezzo della staffa del campo puntato dalla freccia. Chiede di selezionare nella finestra di destra il pezzo da cancellare.

Pezzi – Elimina – Corrente: Elimina il pezzo corrente (quello visualizzato nel pannello laterale – deve essere attiva l'opzione "Staffe") della staffa del campo puntato dalla freccia.

Pezzi – Elimina – Vuoti: Elimina tutti i pezzi senza vertici.

Pezzi – Edita corrente: Apre il pannello di modifica delle coordinate dei vertici e dei raggi di raccordo del pezzo corrente (quello visualizzato nel pannello laterale – deve essere attiva l'opzione "Staffe") della staffa del campo puntato dalla freccia. Si veda anche l'utilizzo della finestra "Edita" alla fine del presente capitolo del manuale (3.3.13).

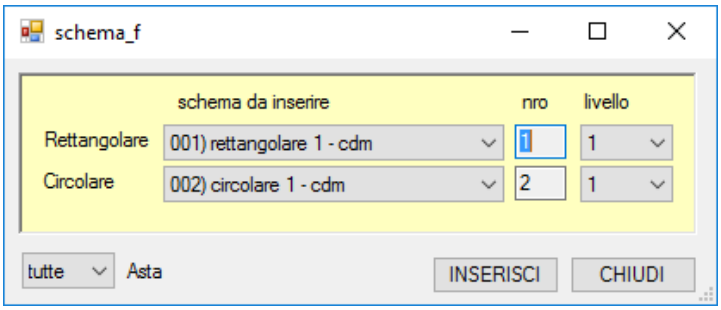
Aggiusta campi staffe: Imposta le lunghezze dei campi staffa e i passi staffa corretti secondo normativa.

Edita campi staffe: Apre il pannello di gestione delle proprietà dei campi staffe e permette la modifica di tutti i parametri. Si veda anche l'utilizzo della finestra "Edita" alla fine del presente capitolo del manuale (3.3.13).

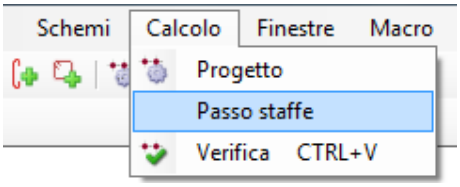
3.3.7 MENU SCHEMI

Schemi di default: Inserisci su tutta la pilastrata lo schema impostato nei parametri partendo dal livello 1.

Per selezione: Apre una finestra di selezione dello schema e del livello per una o per tutte le aste.



3.3.8 MENU CALCOLO



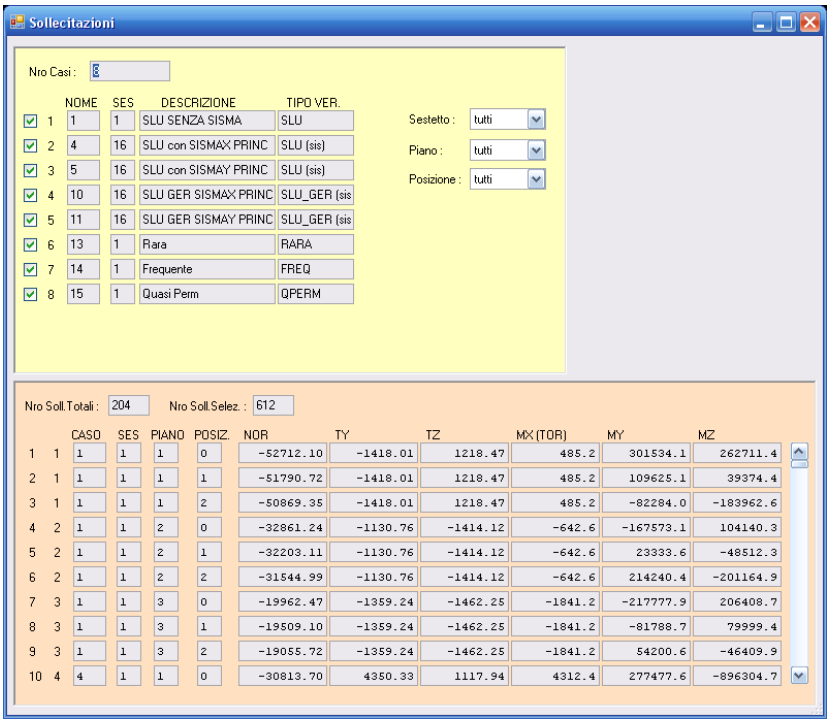
Progetto: Inserisci su tutta la pilastrata lo schema impostato nei parametri e progetta tutte le armature controllando le richieste di resistenza e i valori minimi di armatura secondo quanto disposto dalla norma.

Passo staffe: Calcola in automatico il passo delle staffe secondo quanto richiesto da Norma.

Verifica: Verifica la configurazione di armature corrente controllando le richieste di resistenza e i valori minimi di armatura secondo quanto disposto dalla norma.

3.3.9 MENU FINESTRE

Sollecitazioni: Visualizza una finestra in cui è possibile controllare per ogni asta, per ogni caso di carico e per ogni sestetto nelle 3 sezioni significative le caratteristiche delle sollecitazioni caricate dal modello tridimensionale.



3.3.10 MENU MACRO

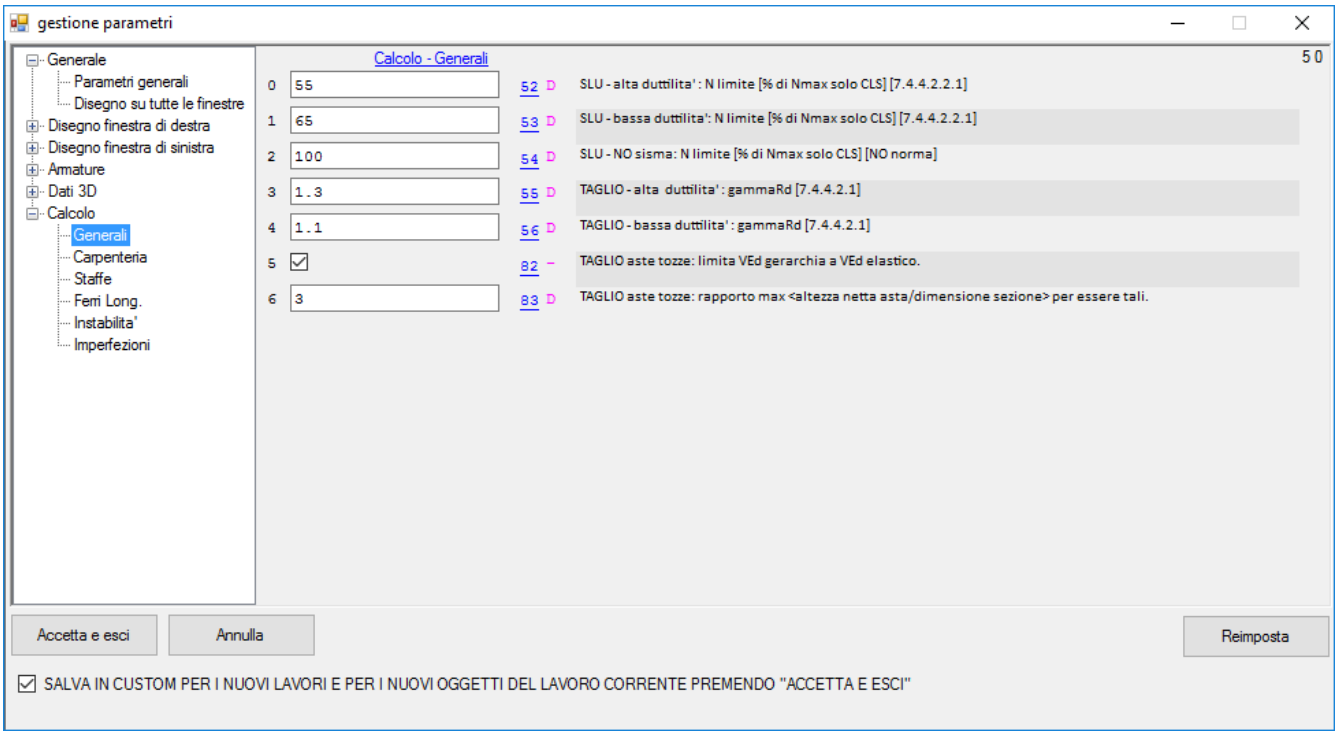
Reset armature: Elimina tutte le armature presenti nel pilastro.

Reset sollecitazioni: Elimina tutte le caratteristiche delle sollecitazioni caricate.

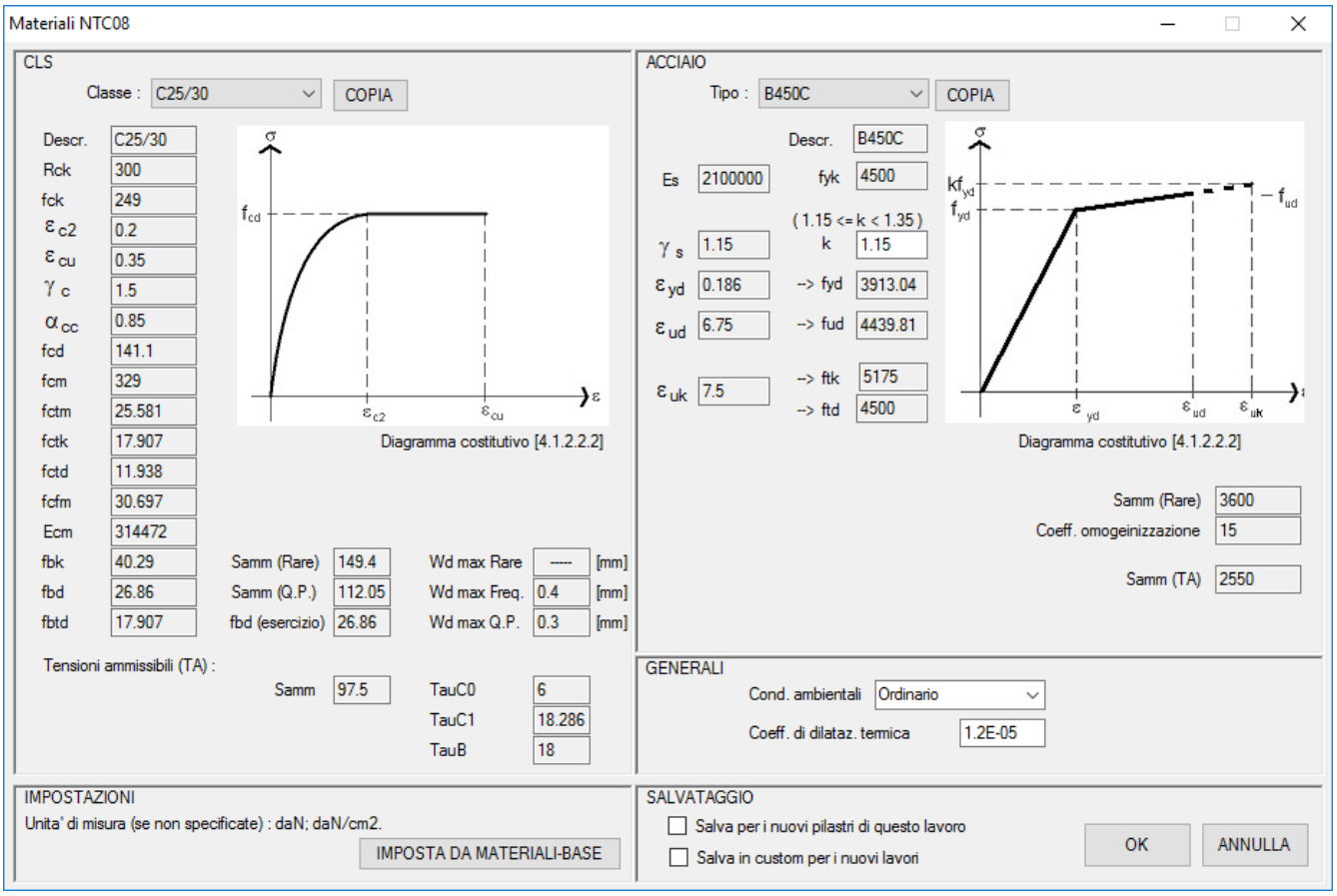
Campo corr. → Pilastro: Copia le armature longitudinali e le staffe del campo evidenziato dalla freccia su tutta la pilastrata.

3.3.11 MENU IMPOSTAZIONI

Parametri: Visualizza una finestra in cui è possibile controllare e modificare tutti i parametri di disegno, di definizione delle armature e di calcolo.



Materiali: Visualizza una finestra in cui è possibile controllare e modificare la tipologia di materiale (calcestruzzo e acciaio). Il programma può lavorare con i "Materiali base" impostati dal pannello principale di Dolmen o con materiali specifici per questa pilastrata.



Sistema – Info disegno: Fornisce le proprietà delle entità grafiche. Chiede di selezionare un oggetto sulla finestra di destra o di sinistra.

Sistema – Caratteri-tipo: Contiene i tipi di carattere supportati dal programma.

Sistema – Disponi ferri esplosi: Ricalcola lo sviluppo verticale delle barre di armatura.

Gestione font: Permette l'impostazione degli stili delle varie entità testo.

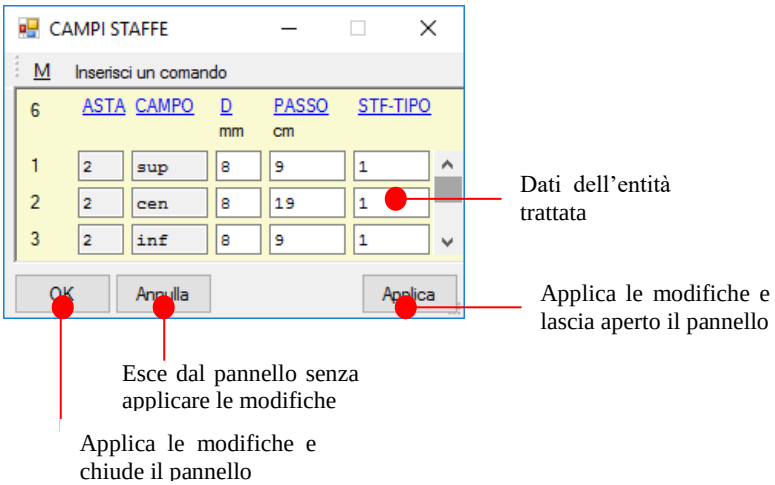
Gestione tipi-quote: Permette l'impostazione degli stili delle quote.

3.3.12 MENU INFO

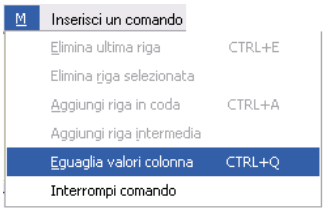
Snellezza limite: Visualizza una finestra in cui sono raccolti i dati e i risultati della verifica ad instabilità secondo il metodo della snellezza limite (disponibile solo se si è scelta questa tipologia di verifica).

3.3.13 PANNELLO EDITA

Il pannello viene utilizzato per modificare le entità trattate dal programma. Esso si presenta nel seguente modo:



Eguaglia valori colonna: Rende tutti i valori delle caselle di una colonna di dati uguali al contenuto della casella che si seleziona.



Interrompi comando: Annulla ogni comando attivo della presente finestra.

3.4 PIASTRE E SETTI

Scopo di questa funzione è il calcolo armature negli elementi bidimensionali, con uscita su tabulato e su disegno di armature teoriche o esecutive. La discretizzazione ad elementi finiti della struttura conduce a verificare i singoli elementi tenendo conto della presenza contemporanea di sforzi flettenti (MX, MY, MXY) e sforzi normali (SX, SY, SXY). Poiché le direzioni principali dei due sistemi di sforzi risultano indipendenti e quasi sempre diverse, essi vanno composti in qualche modo per ottenere gli sforzi efficaci nelle direzioni orizzontale e verticale del guscio (nel programma è utilizzato il metodo di Wood, descritto sommariamente anche nell'EC2, Appendice F): in definitiva si ottengono quattro sistemi di sollecitazioni contemporanee, indicati nella tabella a fianco:

Armatura Attiva	**Sforzo normale**	**Momento flettente**
Orizzontale inferiore	NXX	MXinf
Orizzontale superiore	NXX	MXsup
Verticale inferiore	NYY	MYinf
Verticale superiore	NYY	MYsup

I termini "orizzontale" e "verticale" si riferiscono al piano di giacitura della piastra o del muro in questione. Una volta ottenuti lo sforzo normale ed il momento flettente di calcolo, si applicano ad una sezione resistente di larghezza unitaria e altezza pari allo spessore del guscio corrispondente. L'armatura teorica minima necessaria viene calcolata in presso/tenso-flessione retta.
Questo modulo viene solitamente richiamato dall'utente mentre si trova all'interno dell'ambiente grafico 3D, mediante la voce "C.A. → Piastre e Setti". I passi preliminari obbligatori sono i seguenti, da effettuare in Ambiente Grafico:

- **Modellazione** generale della struttura (geometria, carichi, ecc)
- **Calcolo strutturale** (analisi statica)
- **Definizione** e calcolo di almeno un caso di carico
- **Definizione** del macroelemento (Carpenterie.)

Una volta entrati nel modulo Piastre e Setti, il normale percorso si compone dei seguenti passaggi:

1. **Calcolo armature teoriche**. Il calcolo viene effettuato contemporaneamente per tutti e quattro gli strati di armatura, secondo i parametri di riferimento (vedi oltre la voce di menù Generali -> Parametri). I numeri visualizzati sono aree teoriche in cm^2 al metro, ed il loro colore indica la percentuale di armatura rispetto al massimo, con tolleranza del 20%: bianco (massimo di armatura), poi giallo, verde, rosso ed infine blu (meno del 20% dell'armatura massima). Se subito dopo il calcolo delle armature teoriche viene generato il tabulato di relazione (File -> Relaz. per Dimensionam.), si otterrà la stampa delle aree richieste (A_{req}) in ogni punto della piastra
2. **Per i soli setti: definizione zona critica**. Nel caso di piastre inflesse questo passaggio si salta, mentre per i controventi in zona sismica è necessario definire la zona critica come richiesto nel cap. 7.4.4.5.1 delle NTC2008. A tale scopo posizionarsi sulla visualizzazione delle armature verticali, poi utilizzare la funzione: "Armature -> Setti: trasla armature", cliccando su due punti che rappresentino rispettivamente l'inizio e la fine della zona critica.
3. **Posizionamento delle armature effettive**. Sono possibili due strade:
   a. verifica campi predefiniti: l'utente può inserire manualmente i campi di armatura puntando tramite il tasto sinistro del mouse due vertici del campo stesso. Ogni campo viene creato con il diametro ed il passo specificati nel pannello "CAMPO" (in alto a destra), e i valori di armatura teorica vengono perciò ridotti; se in un dato punto il diametro e passo inseriti coprono completamente l'armatura teorica, il valore non viene più scritto. Se invece rimangono scritti dei valori, bisogna modificare il passo o il diametro relativi al campo in questione (Armature -> Edita Campi): la verifica è soddisfatta quando in nessun punto è più indicato un valore di armatura teorica.
   b. progetto travate: una "travata" è una striscia rettilinea ricavata idealmente nella piastra in esame, suddivisa in più campate. Per definirla, l'utente deve cliccare il tasto "Travata" in alto al centro e poi, seguendo i messaggi del programma, due punti per dare la larghezza, più una serie di punti a distanza crescente dai primi due per la lunghezza delle campate. Il programma

progetterà i ferri sulla base della *media* dei valori, sezione per sezione. Nei Parametri sono indicati i diametri e le quantità minime da utilizzare. Per quanto pensato per le piastre inflesse, il metodo è utilizzabile indifferentemente anche per setti e pareti verticali.

Sono anche disponibili procedimenti automatici, basati su queste due modalità, attivabili nel menù Armature.

4. **Per i soli setti: taglio integrato**. Di nuovo, nel caso di piastre inflesse questo passaggio si salta, mentre per i controventi il cap. 7.4.4.5.1 richiede verifiche specifiche per il taglio orizzontale complessivo A tale scopo posizionarsi sulla visualizzazione delle armature verticali, poi utilizzare la funzione "Visualizza -> Taglio integrato". Con il taglio attivato, richiedendo la relazione per dimensionamento saranno riportate le verifiche secondo 7.4.4.5.2.2, CD "B")
5. **Per le sole piastre: punzonamento.** Nelle piastre inflesse appoggiate o caricate da pilastri la verifica a punzonamento può richiedere o meno la presenza di armatura trasversale. Se necessaria, in relazione ai Parametri rilevanti, quest'ultima viene disegnata e riportata negli esecutivi. Vedi oltre per ulteriori dettagli.
6. **Verifica in esercizio**. Se si è adottato il metodo degli Stati Limite, va ancora verificata l'apertura delle fessure e il valore delle tensioni in esercizio. La verifica può essere condotta se è stata disposta sulla piastra una qualche armatura effettiva (campi o travate). È possibile richiedere nel menù "File" una stampa specifica di relazione.
7. **Esecutivi**. Se l'armatura effettiva disposta presenta complessità di posizione, diametri, riferimenti, ecc., se ne può ottenere il disegno esecutivo con la relativa funzione nel menù "File".

Per ulteriori dettagli sul percorso di massima delineato nei punti precedenti, possono essere consultate le altre voci dei Menù:

3.4.1 MENU FILE

Leggi sollecitazioni esterne: permette di usare Verigusc.exe come calcolo di armature le cui sollecitazioni sono state calcolate da altri solutori ad elementi finiti. E' necessario che il programma esterno produca un file (nel formato ottenibile da Excel salvando come "Testo con tabulazioni") che contenga le seguenti colonne:

x	y	nx	ny	Nxy	mx	my	mxy

ovvero le coordinate del punto di campionamento ed i corrispondenti tre valori di sforzo di membrana più i tre di piastra. Al caricamento, oltre al nome del file, sarà richiesto un coefficiente moltiplicatore e la variazione delle coordinate x ed y contenute nel file per farle coincidere con quelle del modello. Poiché le armature saranno ottenute per interpolazione dai valori esterni, il modello dell'Ambiente Grafico di DolmenWin può essere generato con un banale riempimento di un contorno fornito in DXF dal solutore esterno, senza calcolo effettivo.

Apri / Salva: scrive/legge i dati delle armature effettive inserite fino a questo momento, in modo da poterli ricuperare successivamente.

Salva per ALLPLAN: salva le armature teoriche calcolate da DolmenWin nel formato richiesto dal Modulo Ingegneria di AllPlan della Nemetschek. Riferirsi al manuale di quest'ultimo per l'utilizzo del file generato da Dolmen nel disegno armature.

Salva Tutto: genera le stampe per dimensionamento e per esercizio, nonché i disegni esecutivi per ogni strato di armatura ed il salvataggio generale delle armature inserite.

Relazione per dimensionamento: genera la stampa di relazione, in cui per ogni guscio caricato si riporta: l'area di armatura per ciascuno dei quattro strati (inferiore orizzontale, inferiore verticale, superiore orizzontale, superiore verticale), la tensione del ferro e del calcestruzzo. Se il calcolo è stato effettuato allo S.L.U. , queste ultime sono sostituite dalle ε di deformazione in ‰. **NB**: se non è ancora stato inserito nessun campo di armatura, vengono stampate le aree teoriche e le corrispondenti tensioni (o deformazioni) dei materiali; se è già stata inserita armatura dall'utente, o se si è selezionata l'opzione Armatura Aggiuntiva, vengono stampate le armature *effettivamente* presenti sulla piastra.

Relazione per esercizio: genera la stampa relativa agli stati limite di esercizio, in cui per ogni guscio caricato si riporta: l'area di armatura, la tensione del cls, del ferro e l'apertura delle fessure.

Crea disegno: riporta su formato DIS il disegno correntemente a schermo, con riferimento non ai campi di armatura o alle travate, ma ai valori di armatura teorica. Il nome del file di uscita sarà composto dalla radice inserita nel pannello iniziale più un codice identificativo:

- iX o sX per il disegno delle aree teoriche in orizzontale inferiori o superiori;
- iY o sY per il disegno delle aree teoriche in verticale inferiori o superiori;

Crea esecutivo: genera in formato GRB o DIS il disegno dei campi di armatura. Il codice identificativo aggiunto automaticamente al nome file sarà:

- iO o sO per il disegno delle armature esecutive in orizzontale inferiori o superiori;
- iV o sV per il disegno delle armature esecutive in verticale inferiori o superiori;

Carica gusci: fa ricomparire il pannello iniziale di selezione dei macroelementi (acceleratore da tastiera: CTRL-G).

Carica base: una volta caricati i gusci è possibile sovrapporre un disegno con ulteriori informazioni utili per la disposizione dei ferri, per es. la posizione e dimensione dei pilastri, o di altri fili significativi della struttura. Il programma propone il nome "overlay.DIS", ma è possibile caricare qualunque file di tipo DIS creato dall'utente.

Sposta base: modifica la posizione della base caricata al punto precedente, in modo da farla coincidere meglio con i riferimenti presenti nella mesh.

Esci: chiude il programma e torna al menù generale.

3.4.2 MENU VISUALIZZA

Ottimizza/Zoom +/Precedente/Ridisegna/Sposta/Zoom -: operazioni grafiche col solito significato CAD. Sono attivabili anche premendo il tasto destro del mouse sullo sfondo della finestra, oppure usare gli acceleratori di tastiera (CTRL-O, CTRL-Z, ecc.)

Visualizza Aree teor./Sigma Cls/ Taglio / Momenti / Sforzi normali/ Reazioni/ Nulla: (deve essere già eseguito il calcolo armature) specifica cosa far comparire sullo schermo. Il default è la scrittura delle armature teoriche. Taglio e sforzo normale sono espressi in $[F/L^2]$ (cioè sono in effetti delle τ e delle σ), il momento invece rappresenta l'azione flettente sulla larghezza unitaria. Le tensioni del cls possono essere riferite all'armatura teorica o a quella effettivamente presente.

Visualizza valori integrati: esegue un'integrazione dei valori puntuali di sollecitazione, allo scopo di ottenere un valore sintetico di momento, o taglio, o sforzo normale. Tale valore viene calcolato con un passo pari al doppio del parametro "passo max" in alto a destra. I valori integrati sono utili per le verifiche globali come la verifica a taglio dei setti antisismici, ecc.

Isolinee: traduce i valori numerici a video (aree, momenti, tagli, ecc.) nelle corrispondenti curve di livello

3.4.3 MENU ARMATURE

Calcola armature: da eseguire una volta caricati i gusci per leggerne le sollecitazioni e calcolare le relative armature teoriche. L'acceleratore di tastiera è CTRL-A.

Aree mediate: esegue la media dei valori di armatura teorica presenti in ciascuno dei campi già inseriti. Può essere utile per effettuare una verifica sulla media anziché sul massimo.

Inserisci nuovo campo: corrisponde al tasto "Campo" in alto al centro. Richiede di cliccare due punti sullo schermo, che definiscono un campo rettangolare di armatura effettiva.

Inserisci campi multipli: riempie un'area rettangolare con tanti campi di dimensione data (reti elettrosaldate).

Edita campi: visualizza la lista dei campi inseriti, con descrizione completa. E' possibile modificare i dati a piacimento, o anche cancellare un campo cliccando due volte sul numero di riga. Premendo OK le modifiche sono prese in conto e saranno visualizzate al primo aggiornamento grafico del video.

Cancella campo/travata: chiede il numero del campo da eliminare (0 = tutti), e aggiorna la grafica.

Sposta campo: chiede il numero del campo da spostare, e successivamente di toccare due punti per identificare il vettore di spostamento. Premendo CTRL o SHIFT verrà presa in conto solo la componente rispettivamente orizzontale o verticale del vettore.

Interroga campo: chiede il numero del campo da interrogare e successivamente di toccare il punto dove si desidera posizionare la sezione. Il programma produrrà di conseguenza un pannello contenente le seguenti informazioni:

- altezza di membrana e di piastra (**Hm, Hp**), larghezza (**B**);
- Area teorica necessaria sulla sezione B x Hp;
- Momenti e sforzi normali risultanti sulla sezione
- Momento e sforzo normale di calcolo, che riassumono lo stato complessivo di sforzo prodotto dai valori X/Y/XY.
- Tensione cls e area teorica prodotte dal momento e sforzo normale di calcolo sulla sezione B x Hp.
- Differenza tra l'armatura necessaria complessiva e l'armatura effettivamente disposta.

■	incastro
●	cerniera
↑	Carrello
→	blocco orizz.
□	pilastro
◆	muro
○	generico
⌗	plinto

La casella "Area compressa" assieme al tasto "Verifica" consente di ricalcolare la tensione del cls nell'ipotesi di inserire una quantità a piacere di armatura compressa. I campi a destra del pannello sono modificabili e costituiscono i dati geometrici e di armatura del campo in questione. Con "Aggiorna" vengono prese in conto dal programma eventuali modifiche manuali; con "Progetta" si esegue direttamente sul campo in questione la voce "Progetta Campo" del menù, descritta al punto seguente.

Progetta campo: chiede il numero del campo da progettare. Il numero **zero** indica di progettare tutti i campi visualizzati. Il programma effettua il progetto di un campo tracciandone all'interno svariate sezioni perpendicolari alla direzione dei ferri e calcolando per ciascuna Momenti e Sforzi Normali risultanti sull'intera sezione. Il passo di calcolo sarà determinato dall'armatura necessaria per coprire tali valori risultanti, mantenendo costante il diametro con cui è stato creato il campo. Il numero minimo delle sezioni da effettuare è specificato nel pannello "CAMPO" in alto a destra. Tale numero minimo viene automaticamente incrementato se la distanza tra le sezioni risulta maggiore del parametro "passo max".

Ottimizza campo: oltre ad effettuare il progetto dei campi richiesti, ne riduce eventualmente la dimensione longitudinale, escludendo le zone terminali con richiesta di armatura pari a zero.

Progetto automatico (travate)/(campi): riempie automaticamente tutta la piastra, o una sua parte, con il metodo scelto. Queste voci sono attivabili anche tramite gli acceleratori di tastiera CTRL-F1 e CTRL-F2. I parametri consentono di tarare lunghezze, larghezze, e numero di campate. La zona da armare può coincidere con l'intera piastra (Totale), o una zona parziale (A Zona), di forma rettangolare: di essa l'utente deve cliccare il punto iniziale e finale della diagonale. Parametri dimensionali troppo piccoli porteranno alla creazione di un'armatura molto frammentata e disuniforme, mentre valori troppo grandi rischiano di far sprecare ferro superfluo.

Le differenze sostanziali tra il progetto a campi e quello a travata sono:

- il primo dà per scontata la presenza di un'armatura minima diffusa, il secondo no.
- I campi coprono il massimo assoluto tra i valori di armatura teorica al loro interno, mentre le travate coprono la media dei valori, sezione per sezione.

3.4.4 MENU GENERALI

Break (ESC): interrompe la funzione corrente

Distanza: calcola la distanza di due punti in componenti cartesiane e in valore totale.

Disegna mesh: aggiunge al disegno il reticolo di elementi finiti usato nell'analisi.

Disegna pilastri: disegna la sezione delle aste perpendicolari al piano visualizzato.

Evidenzia vincoli: disegna un simbolo per ogni tipo di vincolo (vedi tabella a fianco)

Scrivi Mmax: aggiunge al centro di ogni campo di cui sia già stato effettuato il progetto il valore di momento massimo riscontrato al suo interno.

Nomi gusci: inserisce al centro di ogni guscio il nome corrispondente.

Parametri: visualizza i parametri di impostazione del programma. Tra gli altri:

- MATERIALI: modificando Rck o fyk vengono ricalcolati tutti i parametri da loro dipendenti (allo spostamento del cursore su un'altra casella). I parametri "eps eff,ult" e "ft/fy " descrivono il tratto plastico dell'acciaio.
- PARAMETRI GENERALI: "Incr. Taglio" è utilizzato secondo NTC 7.4.4.5.1 nella verifica a taglio integrato dei setti verticali. L'armatura minima diffusa è utilizzata come armatura compressa di default nel calcolo delle aree teoriche. L'utilizzo come area tesa di calcolo si ha quando nel riquadro "Armatura" è attivata l'opzione "Aggiuntiva" anziché "Complessiva".
- TRAVATE: utilizzati dalle funzioni di progetto e inserimento travate.
- PUNZONAMENTO: Il valore di cotangente(β), con β = angolo del cono di punzonamento, è pari a 0.5 nel caso di Tensioni Ammissibili, e 2 nel caso di calcolo allo stato limite. Gli altri parametri si riferiscono alla disposizione dell'armatura di punzonamento con diametro e passo desiderati. Il parametro Dmax è usato nella funzione di punzonamento manuale (vedi oltre).
- SALVA TUTTO: imposta quali operazioni devono essere effettuate quando l'utente sceglie la funzione "File -> Salva tutto".

3.4.5 PUNZONAMENTO PILASTRI

Se sono presenti aste (o vincoli nodali) con reazione perpendicolare al piano di disegno, viene eseguita la verifica al punzonamento, seguendo il capitolo 6.4 dell'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1:2005). I risultati sono riportati in una tabella a video[4] che contiene i seguenti dati:

- Pilastro: nome dell'asta (codice A) che fornisce l'azione di punzonamento. Se invece si tratta di un nodo vincolato, si avrà il nome del nodo (codice N). Un "click" singolo sul nome fa evidenziare la posizione corrispondente sul disegno; il doppio click invece *cancella* la riga dall'elenco.
- Spessore piastra: ridotto del copriferro.
- Base / altezza dell'area di appoggio: corrispondenti alla base e altezza del pilastro di appoggio (se presente). Se l'altezza è posta a 0 si intende con "base" il diametro di un'area circolare. Nel caso di vincolo nodale, che non ha informazioni dimensionali, il programma assume un'area di appoggio circolare, con diametro pari allo spessore della piastra.
- Nmax: il massimo valore di forza di punzonamento riscontrato sul nodo dato.
- Beta: coefficiente moltiplicativo di Nmax che prende in conto l'eccentricità del carico.
- Sigt: pressione agente direttamente sull'area critica, che pertanto va in riduzione di Nmax. Può essere un valore significativo soprattutto per piastre di fondazione.
- Pcrit: perimetro critico. Sezionando la piastra lungo il perimetro critico si ottiene la superficie resistente a punzonamento.
- Acrit: area racchiusa dal perimetro critico.
- Tau: tensione tangenziale agente sulla sezione critica. Si ottiene come (Nmax*beta – sigt*Acrit) / (Pcrit*spess).

Inoltre, nel caso di calcolo allo stato limite ultimo (vedi EC2 6.4):

- VRd,c: resistenza di calcolo a punzonamento, in assenza di armatura specifica (6.47).
- Ved: forza di punzonamento (6.38). Se Ved è maggiore di Vrd,c la casella assume un colore rosso chiaro, ad indicare che *è necessario predisporre armatura a punzonamento*.

[4] I tasti presenti a destra hanno il seguente significato:
AGGIORNA ricalcola i campi della tabella;
RESET cancella tutto il contenuto;
CHIUDI termina la visualizzazione della tabella. NB: la Relazione per Dimensionamento riporterà anche i dati di tabella solo se viene richiesta mentre questa è visibile, cioè *prima* di chiuderla.
ELIMINA consente di eliminare dalla tabella uno o più pilastri selezionandoli tramite una finestra sul disegno.
EVIDENZIA consente di cliccare su un singolo pilastro nel disegno e visualizzarne l'armatura a punzonamento. Vedi anche più oltre.

- VRd,max: massima resistenza di punzonamento, per quanto riguarda le bielle diagonali di calcestruzzo in compressione (6.53). Se Ved è maggiore di VRd,max la casella assume un colore rosso intenso, ad indicare che *è necessario aumentare lo spessore della piastra*.
- VRd,cs: resistenza di calcolo a punzonamento, in presenza di armatura trasversale specifica (6.52). Viene disposta l'armatura a staffe o a chiodi a secondo di quanto specificato nel pannello dei parametri: le staffe sono disposte sempre in due direzioni ortogonali attorno al pilastro, mentre i chiodi sono organizzati in "pettini" o "tralicci" da disporre radialmente intorno al pilastro. Per questo motivo risultano in generale più efficienti delle staffe e di più facile posizionamento. Se in questa casella compare il valore "-1", significa che la procedura automatica non è riuscita a ottenere una disposizione verificata. In tal caso conviene premere il tasto EVIDENZIA, seguito dal CTRL-click del mouse sul pilastro in questione: verrà così attivato il pannello di calcolo approfondito, con possibilità di intervento manuale sui parametri in gioco[5].

I dati da inserire per il calcolo approfondito sono racchiusi in riquadri che raggruppano i parametri affini tra di loro:

Pilastro **:** scelta della forma della sezione, rettangolare o circolare.

Posizione **:** indica se il pilastro è interno oppure in prossimità di bordi o spigoli, in funzione della lunghezza minima del perimetro di verifica. L'utente può intervenire su questa impostazione non direttamente, ma modificando i parametri Db_a / Db_b (vedi oltre).

Dati soletta

- H : altezza complessivo della piastra
- dm : altezza utile media, secondo (6.32). Questo parametro e i due successivi (a, b) sono da modificare nel caso sia presente un capitello con dimensioni maggiori di quelle del pilastro
- a : base della sezione rettangolare o diametro della sezione circolare.
- b : altezza della sezione rettangolare. Non usato per sezione circolare.
- rox, roy : percentuale di armatura longitudinale tesa, orizzontale e verticale. Il programma considera l'armatura visualizzata al momento della richiesta di calcolo a punzonamento: nel caso ad esempio di un solaio a fungo si dovrà visualizzare l'armatura *superiore*, mentre nel caso di una platea di fondazione quella *inferiore*.
- ro eff : percentuale efficace di armatura, come indicato in 6.4.4
- Dmax : è la massima distanza ammissibile tra armature, in senso trasversale (in altezze utili)
- Db_a, Db_b : distanze del perimetro pilastro rispettivamente dal bordo verticale e dal bordo orizzontale della piastra. Possono assumere qualunque valore maggiore o uguale a zero, ed in base ad esse il programma stabilirà se il pilastro è da considerare interno, di bordo, o di spigolo.

Materiali

- R_{ck} : resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo, in daN/cm^2.
- γ_c : coefficiente parziale per il calcestruzzo
- ν : coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo, secondo (6.6N).
- f_{yk} : resistenza caratteristica di snervamento dell'armatura a taglio, in daN/cm^2
- γ_f : coefficiente parziale per l'acciaio
- $f_{ywd,eff}$: resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio, calcolata come richiesto al punto 6.4.5

Sollecitazioni

[5] Operativamente, il calcolo approfondito può essere attivato anche senza relazione con la piastra correntemente caricata, o anche senza caricare nessuna piastra: basta premere da tastiera CTRL-B e comparirà il pannello di input (ovviamente l'utente dovrà inserire manualmente i dati rilevanti, cioè spessori, dimensioni, sollecitazioni e materiali). Nel caso invece si esegua CTRL-click su un pilastro della piastra correntemente caricata il calcolo sarà automaticamente inizializzato con i dati del pilastro stesso.

Il pannello di calcolo approfondito lavora esclusivamente a stato limite ultimo. E' possibile però inserire le sollecitazioni come valori caratteristici, che verranno trasformate in valori di progetto per moltiplicazione del parametro γ_q . I dati effettivamente usati saranno perciò i seguenti:

qd : carico totale di progetto agente sulla piastra (positivo, in daN/m^2). Esso ha un effetto benefico, in quanto il carico contenuto all'interno del perimetro critico viene dedotto dalla forza complessiva. Per default il programma adopera il valore impostato nella tabella dei Parametri, alla voce "Punzonamento".

Nd : sforzo normale di progetto (negativo se di compressione, in daN)

Mxd, Myd : momenti flettenti di progetto attorno all'asse orizzontale e verticale.

Verifica sul primo perimetro:

La prima operazione eseguita dal programma è la determinazione del perimetro di verifica di base, che dipende solo dalle dimensioni dell'area caricata, dall'altezza utile, e dalle distanze tra area e bordi della piastra. Poi viene calcolato il coefficiente β di incremento di sforzo per effetto dei momenti flettenti. Pertanto vengono visualizzati i seguenti parametri:

- K : secondo la formula (6.47)
- u0 : sviluppo del perimetro del pilastro (vedi 6.4.5)
- u1 : lunghezza del perimetro di verifica di base
- Rid. Foro : riduzione del perimetro di base a causa di fori vicino al pilastro (vedi oltre)
- Aq : area contenuta dal perimetro di base
- W1x, W1y : funzioni del perimetro di base, calcolate secondo (6.40)
- βx, βy : coefficienti di incremento di sforzo per effetto dei singoli momenti flettenti di progetto. Le formule di riferimento sono la (6.39), (6.44) o (6.46), a seconda della posizione del pilastro.
- βtot : coefficiente complessivo, pari a $1+\beta_x+\beta_y$

A questo punto il programma è in grado di conoscere lo sforzo efficace Veff, pari allo sforzo normale di progetto Nd moltiplicato per βtot, e di procedere al controllo che la piastra sia o meno in grado di resistere al punzonamento *senza* armature a taglio. A tale scopo si usa la formula (6.47), con cui si ottiene la resistenza per unità di superficie ($\tau_{Rd,c}$). Da essa, moltiplicando per la lunghezza del perimetro di base e per l'altezza utile, si ha la forza resistente di progetto a punzonamento $V_{Rd,c}$. Viene inoltre calcolata la resistenza limite $V_{Rd,max}$ secondo (6.53).

Il calcolo termina in uno dei casi seguenti:

1. $V_{Rd,max} < Veff$: lo sforzo efficace supera la resistenza limite del calcestruzzo, e pertanto la piastra non è verificabile nemmeno disponendo armatura.
2. $V_{Rd,c} > Veff'$: Veff' è pari a Veff – qd*Aq (sforzo efficace meno la risultante del carico all'interno del perimetro di base). Se la forza resistente di progetto risulta maggiore, la piastra è verificata senza necessità di armatura.

Nel caso intermedio si procede al calcolo dell'armatura a taglio-punzonamento, con la disposizione di tralicci di chiodi sulle facce del pilastro ed eventualmente anche sugli spigoli. I parametri rilevanti sono i seguenti:

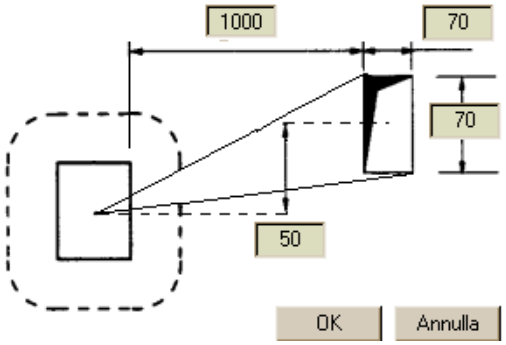
- N totali, N per lato, N diag : numero totale di tralicci attorno al pilastro, e numero di tralicci per lato e per spigolo. E' più efficace in generale disporre più tralicci con diametro piccolo che pochi con diametro grande, per quanto quest'ultima soluzione possa essere più conveniente in termini economici.
- S1 : distanza del primo chiodo dal pilastro
- S : interasse dei chiodi

In base a questi parametri il programma calcola l'armatura teorica necessaria come specificato al punto 6.4.5, partendo da una lunghezza minima dei tralicci e allungandoli a mano a mano di un interasse "S" alla volta. Per ogni tentativo vengono calcolati il nuovo perimetro di verifica $u_{out,ef}$, il diametro minimo da assegnare ai chiodi, la resistenza a punzonamento $v_{Rd,cs}$ sulla base della formula (6.52), e da essa la forza resistente Vrd,s. Il calcolo termina quando quest'ultima è superiore a Veff, cioè allo sforzo efficace meno la risultante del carico all'interno del perimetro di verifica. La lunghezza $L_{traliccio}$ divisa per l'interasse S fornisce il numero di chiodi per ogni singolo traliccio.

L'eventuale messaggio "Raggiunto il contorno!" significa che la lunghezza dei tralicci è tale da superare i limiti fisici della piastra, indicati dal parametri Db_a e Db_b: in pratica è un messaggio di non verifica. In tal caso è necessario intervenire sulla disposizione dei tralicci (numero per faccia e per spigolo) oppure sui parametri geometrici o dei materiali.

I tasti all'interno del pannello hanno le seguenti funzioni:

- **OK** **:** chiudi, conservando i dati per la prossima apertura..
- **Foro** **:** introduce i dati per la presa in conto di un foro in prossimità del pilastro (vedi schema a fianco). La presenza di un foro fa sì che un settore centrato sul pilastro e tangente al foro stesso non sia efficace per la ripresa del punzonamento. Tale settore è indicato nella grafica con il colore blu.
- **Aggiorna** **:** ricalcola dopo modifiche manuali ai dati.
- **Annulla** **:** chiude il pannello senza memorizzare i dati.
- **+ / -** **:** ingrandisce/diminuisce la scala del disegno.



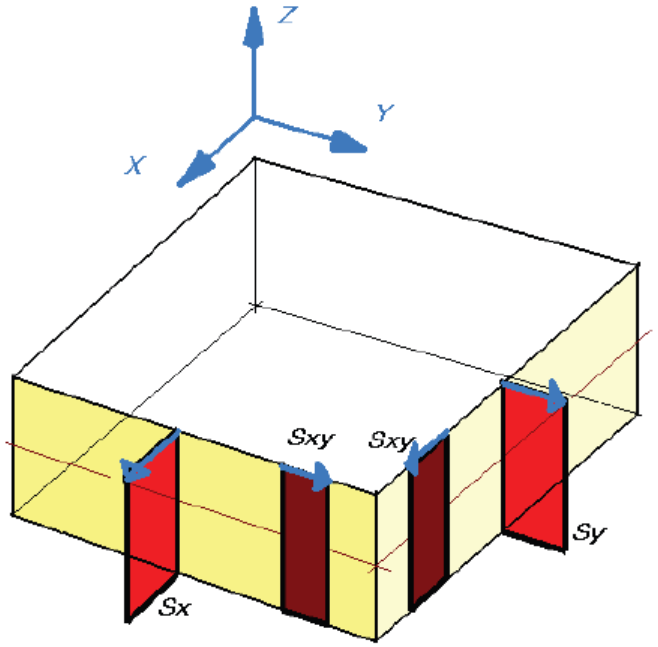
3.4.6 PUNZONAMENTO MANUALE

In certe situazioni si produce punzonamento anche in assenza di pilastri di appoggio (tipicamente in piastre in corrispondenza di setti discretizzati ad elementi finiti). In questo caso è possibile una funzione manuale, che leggendo i valori di τ nell'intorno del punto cliccato dall'utente integra a ritroso il valore della forza di punzonamento ed infine fa partire il calcolo approfondito come sopra descritto. In pratica il programma disegna in verde l'isolinea delle τ pari a vmin, come definita al punto 4.1.2.1.3.1 delle NTC2008, e se contenuta entro un cerchio di raggio pari a Dmax (vedi Parametri), la integra e ottiene il valore dello sforzo di punzonamento.

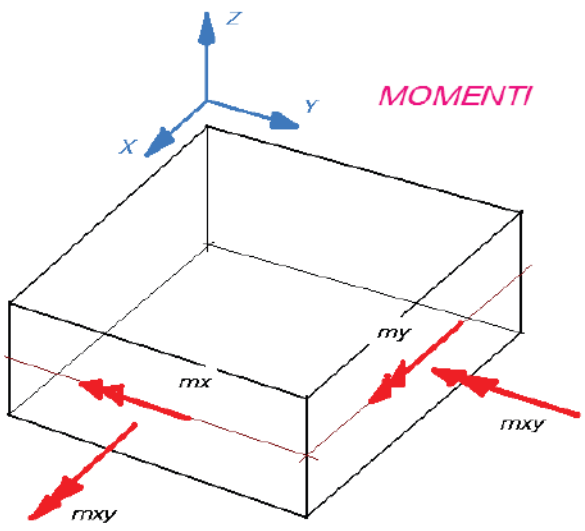
3.4.7 TERMINI E CONVENZIONI SULLE PIASTRE-MEMBRANE

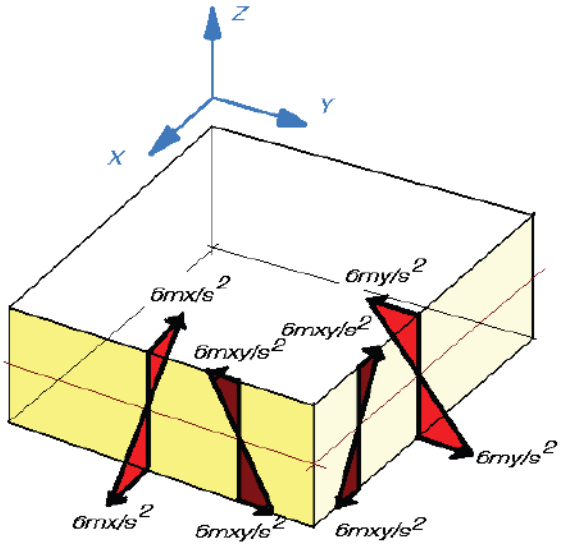
Sono indicate le convenzioni positive.

SFORZI DI MEMBRANA



SOLLECITAZIONI E SFORZI DI PIASTRA



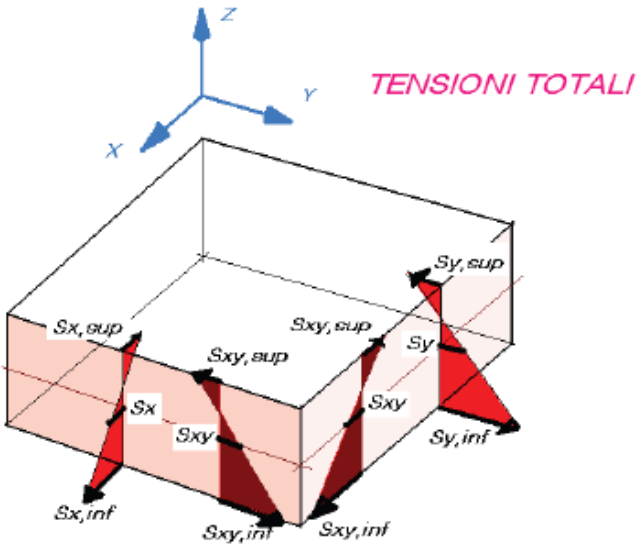


con:
s: spessore guscio;

$$Sx,\sup = Sx - \frac{mx}{s^2/6}$$
$$Sx,\inf = Sx + \frac{mx}{s^2/6}$$

$$Sy,\sup = Sy - \frac{my}{s^2/6}$$
$$Sy,\inf = Sy + \frac{my}{s^2/6}$$

$$Sxy,\sup = Sxy - \frac{mxy}{s^2/6}$$
$$Sxy,\inf = Sxy + \frac{mxy}{s^2/6}$$



---

angolo delle direzioni principali delle tensioni *(rispetto asse x):*

$$\tan 2\varphi = \frac{-Sxy}{Sx - (Sx + Sy)/2}$$

(analogo per direzioni momenti flettenti)

tensioni principali:

$$S_{1,2} = \frac{Sx + Sy}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{Sx - Sy}{2}\right)^2 + Sxy^2}$$

(analogo per momenti flettenti)

tensioni ideali di Von Mises:

$$S_{id} = \pm\sqrt{Sx^2 + Sy^2 + 3Sxy^2 - SxSy}$$

(analogo per tensioni superiori o inferiori, Ss e Si)

CAPITOLO 4

ACCIAIO

INDICE CAPITOLO 4

4.1 ARCHIVI DI BASE 3
4.1.1 Parametri per grafici 3
4.2 VERIFICA ASTE 3
4.3 VERIFICA NODI 7
4.3.1 IMPORTAZIONE DAL CAD 3D STRUTTURA 10
4.3.2 NODO TRAVE-TRAVE CON SQUADRETTE D'ANIMA (ND01) 15
4.3.3 NODO COLONNA-TRAVE CON SQUADRETTE D'ANIMA (ND02) 25
4.3.4 NODO COLONNA – PLINTO (ND03) 27
4.3.5 GIUNTO TESTA-TESTA BULLONATO (ND04) 35
4.3.6 NODO DI TRAVATURA RETICOLARE SALDATO (ND05) 40
4.3.7 NODO DI TRAVATURA RETICOLARE BULLONATO (ND06) 48
4.3.8 NODO TRAVE-TRAVE CON PIASTRE (ND07) 52
4.3.9 NODO PIASTRA BULLONATA (ND08) 54
4.3.10 NODO DI COLMO TRAVE-TRAVE (ND09) 55
4.3.11 NODO COLONNA TRAVE CON PIASTRA (ND10 – ND11) 56
4.3.12 NODO TRAVE PASSANTE SU COLONNA (ND12) 57
4.3.13 COLLEGAMENTI CON PROFILI TUBOLARI (ND13-14-15) 58
4.3.14 NODO COLONNA SCATOLARE – PLINTO (ND16) 60
4.3.15 NODO DI ATTACCO DI UN TIRANTE (ND17) 61
4.3.16 NODO COLONNA-CAPRIATA (ND18) 62
4.3.17 NODO TRAVE SU TRAVE (NA101) 63
4.4 DISTINTA PROFILI 69
4.5 SEZIONI UTENTE 73
4.5.1 Menù FILE 73
4.5.2 Menù VISUALIZZA 74
4.5.3 Menù MODIFICA 74
4.5.4 Menù SELEZIONI 74
4.5.5 Menù INSERISCI 74
4.5.6 Menù CALCOLO 75
4.5.7 Menù PUNTI NOTEVOLI 75
4.5.8 Menù OPZIONI 76
4.6 DISEGNO TELAIO 77

4.1 ARCHIVI DI BASE

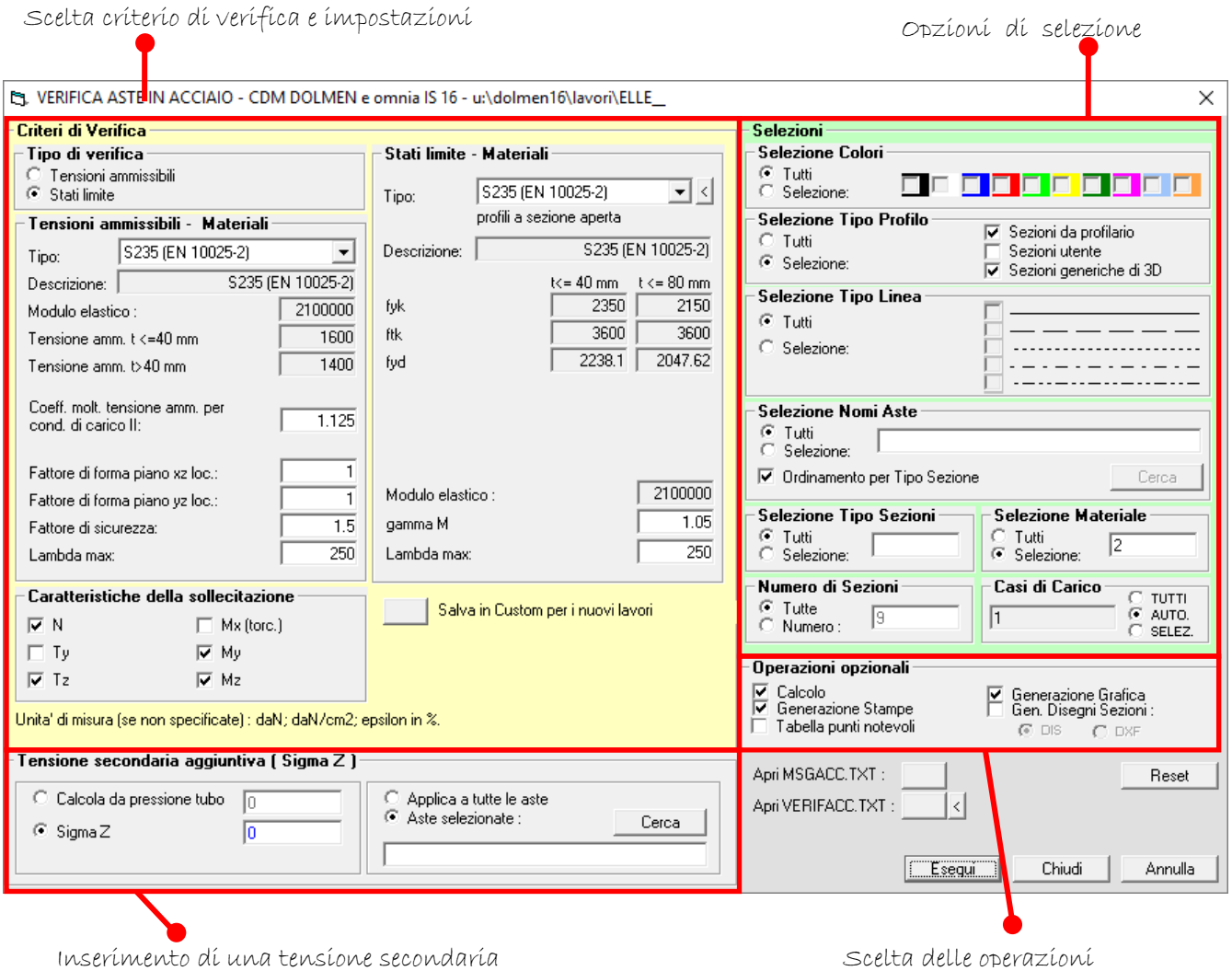
4.1.1 PARAMETRI PER GRAFICI

I parametri per la generazione dei grafici per l'acciaio stabiliscono come vanno colorate le aste in rapporto al loro stato di sollecitazione. In particolare si possono stabilire colore e tipo linea per :

- aste non in acciaio; default: colore "2" (blu) e tipo linea tratteggiato.
- aste con sollecitazione compresa tra 0 ed 20% di σ_{amm}; default: colore "2" (blu)
- aste con sollecitazione compresa tra 20 ed 40% di σ_{amm}; default: colore "3" (rosso)
- aste con sollecitazione compresa tra 40 ed 60% di σ_{amm}; default: colore "4" (verde)
- aste con sollecitazione compresa tra 60 ed 80% di σ_{amm}; default: colore "5" (giallo)
- aste con sollecitazione compresa tra 80 e 100% di σ_{amm}; default: colore "6" (arancio)
- aste con sollecitazione maggiore del 100% della σ_{amm}; default: colore "7" (violetto)

4.2 VERIFICA ASTE

Nel menù principale di DOLMEN, all'interno della sezione relativa all'acciaio, è presente il tasto *VERIFICA ASTE*, la cui funzione è lanciare il programma di verifica delle ste in acciaio. Premendo tale tasto si apre una finestra che permette di selezionare le aste da sottoporre a verifica (il riferimento di dettaglio sono le NTC 2008) e di scegliere le operazioni da compiere (calcolo, impaginazione, ecc.).



Analizzando il pannello a partire da sinistra, si trova il riquadro relativo ai **criteri di verifica** che permette di effettuare le seguenti scelte:

- *Tipo di verifica***:** è possibile verificare le aste secondo Tensioni Ammissibili o a Stato limite Ultimo. In questo secondo caso, il programma considera raggiunta la capacità portante di una sezione quando un punto qualunque di essa raggiunge lo snervamento;
- *Caratteristiche materiale***:** a seconda del tipo di acciaio adottato (S235, S275, S355) il programma predispone i valori di normativa di modulo elastico e delle tensioni di riferimento per spessori minori e maggiori di 40 mm. Per verifiche allo S.L.U. le tensioni sono quelle di snervamento, per T.A. sono ovviamente quelle ammissibili. Se il materiale è dichiarato "Altro" l'utente dovrà inserire manualmente tali valori.

Nel caso di verifica alle tensioni ammissibili, è inoltre possibile indicare il valore dei seguenti parametri:

- *Coeff. Moltip.* σ_{amm}: coefficiente maggiorativo della σ_{amm} per la condizione II (CNR 10011 - 3.3.2); il programma specifica nelle stampe se la tensione è compresa fra la σ_{amm} di base e la σ_{amm} maggiorata;
- *Fattore di forma XZ* : fattore di forma relativo all'inflessione nel piano locale XZ (punto 6.5.3 CNR 10011);
- *Fattore di forma YZ* : fattore di forma relativo all'inflessione nel piano locale YZ (punto 6.5.3 CNR 10011);
- *Fattore di sicurezza* : fattore di sicurezza (punto 7.1 CNR 10011);
- λ_{Max} : snellezza massima, il programma segnala nelle stampe il superamento di questo valore.

Al di sotto dell'area appena descritta, si trova un riquadro che consente di indicare quali sono le sollecitazioni che si desidera prendere in conto attivando la relativa casella:

Mz / My / Mx / N / Tz / Ty .

Le impostazioni relative a questa parte della finestra (sfondo giallo) possono essere memorizzate per futuri lavori realizzati con DOLMEN premendo il tasto "*Salva in Custom per i nuovi lavori*".

Il programma verifica le aste secondo la *formula 4.2.5* indicata nelle *NTC 2008.* I valori di $\sigma_{x,Ed}$ e τ_{Ed} derivano dalle sollecitazioni sulle aste calcolate dal *CAD3D – struttura*. Il riquadro **Tensione secondaria aggiuntiva** offre la possibilità di inserire un valore per il parametro $\sigma_{z,Ed}$ che verrà preso in conto nella verifica nel calcolo della sigma ideale. La tensione $\sigma_{z,Ed}$ può essere inserita direttamente attivando la voce *Sigma Z* oppure, nel caso in cui l'asta da verificare abbia una sezione tubolare, tale tensione viene calcolata dal programma a partire da un valore di pressione (attivare la voce *Calcola da pressione tubo*). La $\sigma_{z,Ed}$ così definita può essere applicata a tutte le aste soggette a verifica (attivando la voce *Applica a tutte le aste*) oppure è possibile indicare le aste a cui si desidera applicarla. Nel caso di $\sigma_{z,Ed}$ definita a partire da una pressione, l'applicazione della tensione secondaria è limitata alle aste caratterizzate da sezione tubolare.

La zona a sfondo verde è relativa alla **selezione delle aste** da sottoporre a verifica. Questa operazione può essere effettuata utilizzando alcuni filtri relativi alle caratteristiche delle aste del modello creato nel *CAD3D – struttura*. Al primo avvio, il programma si presenta con le impostazioni di default che prevedono la maggior parte dei filtri disattivi (pallino sulla voce *Tutti*). Spostando la scelta su *Selezione* vengono attivate le caselle necessarie per indicare una restrizione della selezione.

Il significato dei singoli comandi è il seguente:

- per **colore**: il calcolo considererà solo le aste dei colori selezionati;
- per **tipo di profilo**: il calcolo considererà solo le aste aventi il tipo di profilo indicato;
- per **tipo di linea**: il calcolo considererà solo le aste aventi il tipo di linea indicato;
- per **nomi aste**: inserire nel riquadro i nomi delle aste da verificare (numero identificativo visualizzabile nel *CAD3D-struttura*), utilizzare la funzione CERCA per velocizzare l'inserimento; l'attivazione dell'opzione *Ordinamento per tipo sezione*, fa si che il programma crei la relazione di calcolo raggruppando i profili dello stesso tipo;
- per **tipo di sezione**: inserire il numero che identifica la sezione delle aste da verificare (vedere le schede sezioni definite nel *CAD3D-struttura);*
- per **materiale**: inserire il numero che identifica il materiale delle aste da verificare (vedere le schede materiale definite nel *CAD3D-struttura*), il default per questo filtro è il materiale numero 2 (in DOLMEN corrisponde all'acciaio, a meno di modifiche effettuate dall'utente).

Gli ultimi due argomenti della zona *Selezioni* non rappresentano dei filtri da applicare alle aste da verificare, ma riguardano informazioni necessarie per l'esecuzione del calcolo:

- **numero di sezioni**: inserire il numero di sezioni in cui suddividere le aste per effettuare il calcolo (il programma esegue una verifica tensionale sezionando l'asta nel numero di punti indicato), di default si assume il valore indicato in *Dati Generali*;
- **casi di carico**: questo riquadro permette di indicare quali casi di carico considerare nel calcolo; la voce *Auto* fa si che il programma selezioni in automatico solo quelli relativi al tipo di verifica che si sta svolgendo (Stati Limite oppure Tensioni Ammissibili).
-

Le aste sottoposte a verifica saranno quelle in grado di soddisfare tutti i criteri di scelta attivati. Premendo *Esegui* oppure *Chiudi*, tali criteri di scelta vengono memorizzati e verranno riproposti al successivo avvio del programma. Per tornare alle impostazioni di default si preme il tasto *Reset*.

L'area in basso a destra denominata **Operazioni Opzionali**, permette la scelta delle operazioni che il programma dovrà svolgere in seguito alla pressione del tasto *Esegui*. Le opzioni sono:

- *Calcolo*:
  Il programma esegue la verifica delle aste selezionate. In particolare, vengono controllate:
  - la σ normale di tensoflessione (Sx);
  - la τ di taglio / torsione (tau);
  - la σ ideale combinazione di σ e τ (Si).

  Nel caso di calcolo agli stati limite, l'esito della verifica è stabilito secondo quanto indicato nelle *NTC 2008 – formula 4.2.5* e la verifica di stabilità delle membrature è svolta secondo le *NTC 2008 - § 4.2.4.1.3.*
  Se invece si esegue la verifica alle tensioni ammissibili, la stabilità è controllata con il metodo ω descritto nella norma *CNR 10011- § 7.2.*
  Il calcolo produce il file **`Msgacc.txt`**, che contiene per ogni asta la percentuale di tensione ammissibile raggiunta: può essere usato come relazione sintetica di calcolo.

- *Generazione stampe:*
  Genera il file **`Verifacc.txt`**, nel quale è contenuta la relazione di calcolo. È una funzione separata da *Calcolo* in quanto è frequente l'esigenza di dover verificare gruppi di aste appartenenti ad una stessa struttura con criteri di verifica differenti (ad esempio un materiale diverso), ma di voler eseguire un'unica relazione di calcolo. È possibile pertanto eseguire numerose procedure di calcolo e una sola *Generazione stampe* che comprenda tutte le aste

analizzate. Per fare ciò, occorre controllare le voci spuntate in *Operazioni Opzionali* prima di premere *Esegui*.

- *Tabella punti notevoli:*
  Se questa opzione è abilitata, il programma inserisce in relazione una tabella che riporta le coordinate dei punti notevoli considerati nella verifica della sezione. Inoltre, per ciascun punto notevole sono indicati i rapporti tra la tau calcolata e il taglio agente.

- *Generazione grafica:*
  Genera i file grafici GRF e RIS (visualizzabili nell'Ambiente Grafico, Menù Risultati -> Altro) relativi alle verifiche svolte, dove i livelli di tensione raggiunti dalle aste sono indicati dal colore con il quale sono rappresentate le aste stesse. Nel pannello di verifica sono presenti i parametri descritti in 4.1.1, che possono qui essere controllati più direttamente.

- *Gen. Disegni Sezioni:*
  Genera i disegni delle sezioni delle aste analizzate.

Utilizzo del programma a partire dal CAD3D – struttura

Il software di Verifica Aste in acciaio può essere lanciato anche a partire dall'ambiente di modellazione 3D di DOLMEN utilizzando il menù Acciaio → Verifica Aste. Eseguendo questo comando si presentano due possibilità:

- **Da selezione**: la scelta delle aste da verificare avviene direttamente nel *CAD3D – struttura* mediante le tipiche opzioni di scelta di DOLMEN (per colore, tipo di linea, materiale, tipo di sezione) eventualmente combinate mediante il comando di *Selezione Multipla*. Al termine della selezione, si apre la finestra di Verifica Aste. È possibile controllare la selezione effettuata leggendo i nomi delle aste nella sezione *Selezione nomi aste.*
- **Aggiorna verifica:** si apre immediatamente la finestra di Verifica Aste mantenendo i criteri di selezione aste impostati durante l'ultima esecuzione del calcolo. Vengono aggiornate le sollecitazioni agenti ed eventuali modifiche effettuate sul modello 3D, ad esempio cambi di sezione delle aste.

Dopo aver controllato che le aste selezionate siano quelle desiderate, si preme il tasto *Esegui* per avviare il calcolo.

4.3 VERIFICA NODI

Premendo il tasto relativo alla "*Verifica Nodi*" compare un sottomenu nel quale sono presenti una serie di funzioni che permettono di eseguire la definizione, la verifica e la produzione dell'esecutivo di nodi in acciaio. Le funzioni disponibili sono:

- nodo trave-trave con squadrette d'anima (nd1);
- nodo colonna-trave con squadrette d'anima (nd2);
- nodo colonna – plinto (nd3);
- giunto testa - testa bullonato (nd4);
- nodo trave reticolare saldato (nd5);
- nodo trave reticolare imbullonato (nd6);
- nodo trave-trave ad incastro (nd7);
- piastra con bullonatura generica (nd8);
- nodo di colmo trave-trave (nd9);
- incastro trave su ala pilastro (nd10);
- incastro trave su anima pilastro (nd11);
- trave passante su colonna (nd12);
- tubo circolare su flangia (nd13);
- tubo circolare su piastra quadrata (nd14);
- tubo circolare su piastra a quattro ali (nd15);
- colonna scatolare su plinto (nd16);
- tirante con bullonatura generica (nd17);
- nodo colonna – capriata (nd18);
- nodo trave su trave (NA101).

I moduli per acciaio di DOLMEN permettono la definizione, la verifica e il disegno di nodi in acciaio; ogni modulo è dedicato ad una specifica tipologia di nodo e ad essa soltanto è applicabile per intero, ma nulla vieta di sfruttare i calcoli o i disegni in modo parziale, nel caso di nodi non perfettamente coincidenti con la tipologia proposta. Quando il modulo viene lanciato, esso fa riferimento al lavoro corrente e ai file ad esso appartenenti. La definizione geometrica del nodo avviene attraverso l'inserimento da parte dell'utente delle dimensioni degli elementi di collegamento (squadrette, coprigiunti, piastre, ecc.) e del numero, della posizione e del diametro degli eventuali bulloni presenti. Per quanto riguarda le sezioni delle aste convergenti nel nodo, è possibile operare una scelta da profilario, oppure importare le sezioni dall'ambiente grafico tridimensionale indicando a quale nodo della struttura il nodo in realizzazione fa riferimento. Lo stesso principio regola l'acquisizione delle sollecitazioni agenti, che possono essere inserite dell'utente oppure importate dalla fase di calcolo, indicando da quali nodi della struttura effettuare l'importazione. In questo modo è possibile verificare contemporaneamente tutti i nodi corrispondenti alla tipologia in esame presenti nella struttura, ma anche verificare un nodo in assenza di un contesto strutturale.

Terminata la fase di definizione geometrica e stabilite le sollecitazioni agenti, è possibile operare la verifica tensionale del nodo, la quale è preceduta in automatico da una verifica della compatibilità geometrica degli elementi dimensionati in precedenza e dalla verifica della correttezza di interassi e distanze dai bordi dei bulloni eventualmente presenti. In qualsiasi momento è possibile visualizzare il disegno esecutivo del nodo, comprensivo delle tre viste quotate e dei particolari degli elementi di collegamento. Il disegno è anche correlato ad alcune tabelle indicanti tipo e quantità degli elementi costituenti il nodo. È sempre possibile salvare i dati geometrici necessari a definire un nodo, come è possibile attingere da nodi salvati in precedenza per definire nuovi nodi. È inoltre possibile salvare gli esecutivi dei nodi realizzati in formato DIS al fine di plottarli, o leggerli con le applicazioni grafiche di DOLMEN oppure convertirli in formato DXF.

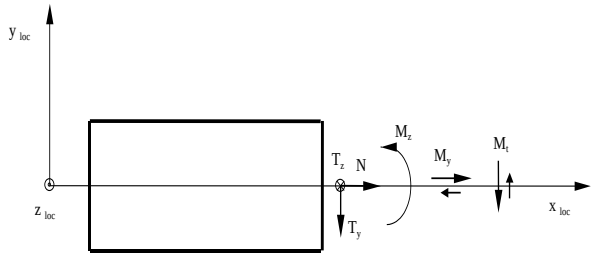
Nel caso si scelga la verifica a SLU, si intende raggiunta la capacità portante quando la tensione elastica tocca il limite di snervamento.

Caratteristiche Comuni

Ogni modulo è specializzato per trattare una specifica tipologia di nodo, pertanto differisce in modo sensibile dagli altri moduli per molte sue parti. Esistono però alcune funzioni comuni a tutti moduli, che vengono qui di seguito brevemente illustrate.

Convenzioni di segno

Per quanto riguarda le sollecitazioni agenti, valgono le convenzioni di segno che vengono qui di seguito riportate:



Unità di misura

Tutte le dimensioni sono espresse in mm (esecutivi, quote e inserimento dati). Le sollecitazioni agenti sono espresse in daN oppure in daN·m. Le tensioni sono espresse in N/mm^2. Qualora si utilizzassero unità di misura differenti da quelle sopra illustrate sarà esplicitamente dichiarato nel programma.

Aiuto immediato

Tutti i moduli dispongono di un aiuto immediato che permette all'utente, posizionandosi con il mouse su un pulsante o su una casella, di leggere la funzione del pulsante o il tipo di valore da inserire nella casella.

Pulsanti

Chiudi: provoca la chiusura del modulo.

Verifica: opera la verifica del nodo, preceduta da un controllo sulla correttezza geometrica del dimensionamento effettuato e sull'ammissibilità degli interassi e delle distanze dai bordi dei bulloni eventualmente inseriti. La verifica è condotta con il metodo dello SLU, facendo riferimento alle NTC2008 o delle tensioni ammissibili, facendo riferimento alla *CNR-UNI 10011*. Terminato il calcolo viene aperta la finestra di *Verifica*, che rappresenta una vera e propria relazione di calcolo ed è suddivisa in due parti. Nella prima parte si trova una descrizione del nodo, comprendente:

- nomi dei nodi (o aste) alle quali la verifica fa riferimento (solo nel caso in cui le sollecitazioni siano importate dalla struttura generale);
- tipo di profili utilizzati;
- caratteristiche geometriche degli elementi di collegamento;
- numero identificatore, posizione e diametro dei bulloni (se esistono);
- numero identificatore, caratteristiche geometriche delle saldature (se esistono);
- tensioni ammissibili nei materiali (acciaio, viti, cls);
- coefficienti moltiplicatori della σ_{amm} al fine di ricavare la σ di rifollamento.

Nella seconda parte si trovano i risultati della verifica e vengono riportate, per ogni gruppo di sollecitazioni agenti, tensioni ammissibili e tensioni riscontrate per ogni elemento costituente il nodo. Nell'angolo in alto a sinistra della finestra si trovano due pulsanti: **"Chiudi"**, che provoca la chiusura della finestra, e **"Stampa su file"**, che permette di salvare la relazione di calcolo come file di testo (TXT).

Quando vengono operati i controlli sulla compatibilità geometrica degli elementi e sulla correttezza del posizionamento dei bulloni, l'utente viene avvisato delle eventuali irregolarità riscontrate da specifici messaggi di avviso. Premendo **"OK"** la verifica prosegue, premendo "**Annulla"** invece viene immediatamente interrotta e l'utente può apportare le opportune correzioni al dimensionamento del nodo.

Salva Nodo: salva tutti i dati relativi alla definizione geometrica del nodo, materiali impiegati e sollecitazioni agenti. A seconda del modulo che si sta utilizzando viene suggerita l'estensione con la quale salvare i nodi. Non appena salvato, il percorso e il nome del nodo appariranno sul titolo della finestra principale, per dare modo di sapere sempre su quale nodo si sta lavorando.

Carica Nodo: consente il caricamento di tutti i dati relativi alla definizione geometrica del nodo, ai materiali impiegati e alle sollecitazioni agenti. È fondamentale che si carichi un nodo della stessa tipologia di quello che si sta realizzando, per fare questo è bene usare sempre le estensioni consigliate. Non appena caricato, il percorso e il nome del nodo appariranno sul titolo della finestra principale.

Salva Disegno: consente il salvataggio dell'esecutivo del nodo in un file disegno (DIS e GRB), leggibile con DOLMEN PLAN, da cui potrà essere plottato o trasferito in DXF.

Vista 3D: apre la finestra di visualizzazione tridimensionale del nodo. Tale strumento si aggiorna in automatico in funzione delle scelte effettuate, pertanto può essere utile mantenerlo aperto durante il dimensionamento dei vari elementi.

Opzioni: consente di impostare alcune caratteristiche del disegno, quali la presenza o meno delle quote e della distinta, la scala di visualizzazione dei particolari, i colori e le dimensioni in mm di quote, testi e distinte. Il codice numerico dei colori è:

0: nero	2: blu	4: verde chiaro	6: verde scuro
1: bianco	3: rosso	5: giallo	7: violetto

Chiudi: provoca la chiusura della finestra.

Annulla: chiude la finestra mantenendo invariate le opzioni.

Applica: provoca l'assunzione delle opzioni visualizzate e l'aggiornamento del disegno proposto dal visualizzatore.

Imp. Default: con questa funzione si impostano le opzioni visualizzate come default per tutti i moduli (viene modificato il file *"custom\opzioni.nod"*).

Visualizza Disegno: aggiorna il file *"progra\nodo.dis"*, nel quale viene riportato l'esecutivo del nodo, e apre automaticamente il visualizzatore con *nodo.dis* caricato. Qualora esistesse già un visualizzatore aperto su *nodo.dis* si procederà in automatico con l'aggiornamento della visualizzazione senza effettuare l'apertura di un nuovo visualizzatore. In questo modo viene evitata l'onerosa operazione di continua chiusura e apertura del visualizzatore e risulta particolarmente vantaggioso l'accorgimento di lasciare aperto il visualizzatore durante il dimensionamento del nodo, limitandosi al suo aggiornamento.

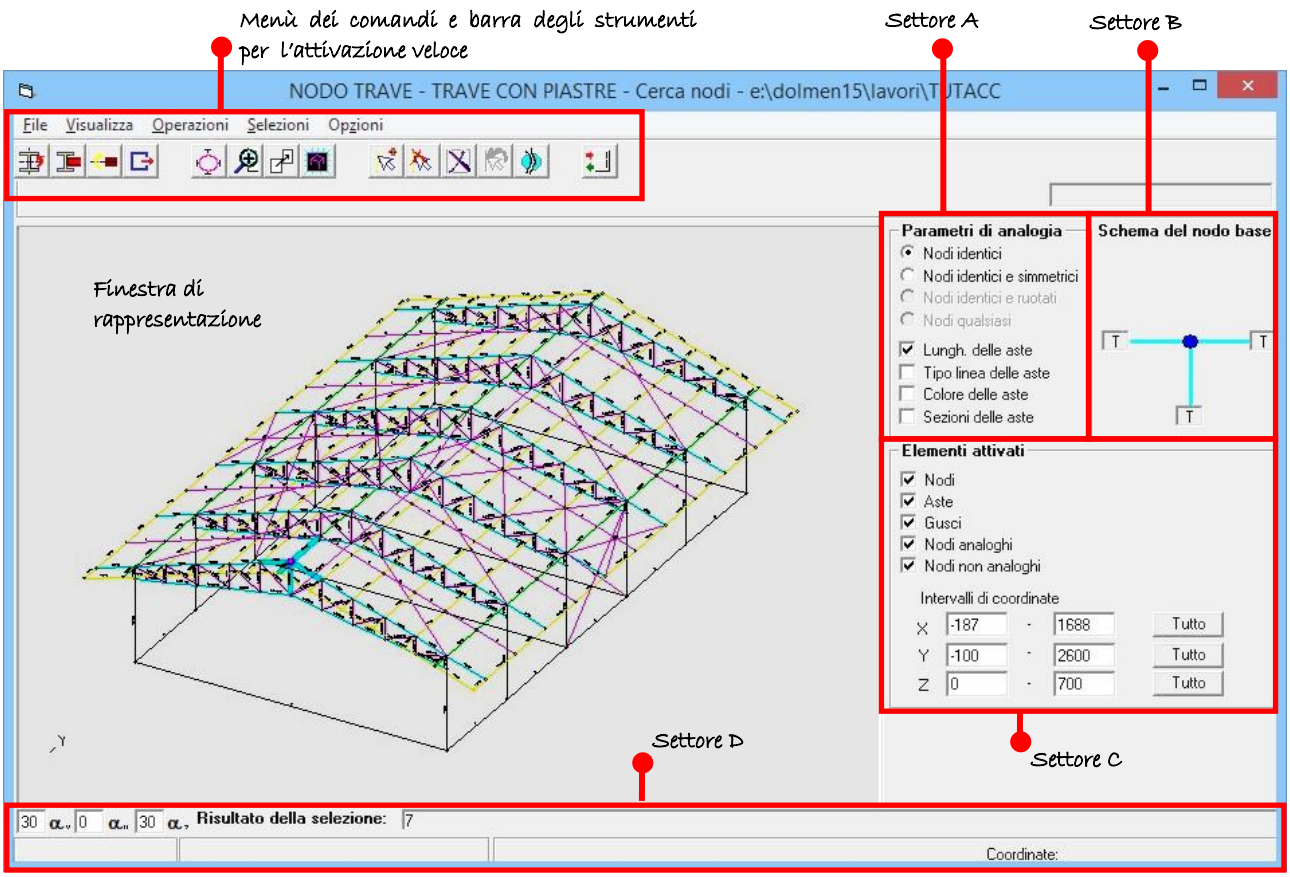
4.3.1 IMPORTAZIONE DAL CAD 3D STRUTTURA

Per ogni nodo è possibile eseguire un'importazione di informazioni dal modello tridimensionale della struttura secondo due modalità:

- importazione di geometria e sollecitazioni con il tasto **Importa nodi 3D** del pannello principale;
- importazione delle sollecitazioni con il tasto **Imp. 3D** del pannello sollecitazioni.

IMPORTAZIONE DI GEOMETRIA E SOLLECITAZIONI

Tra i comandi disponibili nel pannello di tutti i nodi in acciaio, si trova la voce "**Importa nodi 3D**". Cliccando sul tasto si apre il pannello riportato di seguito.



Questo pannello ha la funzione di facilitare la definizione delle proprietà geometriche e delle caratteristiche di sollecitazione agenti per i nodi di collegamento di aste in acciaio. È possibile caricare la geometria di un nodo ed assoggettarlo alle azioni di più nodi simili. La prima operazione da fare è definire un nodo di riferimento, chiamato "Nodo base" con la funzione "*Operazioni – Scegli nodo base*": la selezione deve essere condotta con il puntatore del mouse verso uno dei nodi della struttura. Al momento della selezione vengono evidenziate le aste che confluiscono nel nodo scelto e viene visualizzato, nel settore B, lo schema del nodo ipotizzando le tipologie delle aste concorrenti sulla base della nomenclatura data per il collegamento interessato. Le tipologie delle aste possono essere modificate cliccando una volta sulla casella in cui compare la lettera di identificazione (C= colonna; T= trave).

La funzione "*Operazioni – Rimuovi aste base*" permette di eliminare alcune delle aste concorrenti nel nodo base: va convenientemente usata prima di selezionare altri nodi analoghi. La selezione dei nodi analoghi, cioè dei nodi simili geometricamente al nodo base, è fatta con la funzione "*Operazioni – Aggiungi nodi*", mentre le successive modifiche possono essere fatte con le funzioni "*Operazioni – Rimuovi nodi*", "*Operazioni – Rimuovi tutti i nodi*" e "*Operazioni – Inverti selezione nodi*".

Perché l'importazione sia efficace è importante che lo schema del nodo base (settore B) sia congruente con quello del programma del nodo che si vuole verificare. Inoltre, prima di importare può risultare utile leggere il "Risultato della selezione" nella barra in basso (settore D) per accertarsi che tutti i nodi desiderati siano stati selezionati.

Di seguito viene riportato il significato dei vari settori evidenziati nell'immagine e di ognuno dei comandi del menù.

Settore "A" – Parametri di analogia

All'interno di questo settore vengono definiti i parametri secondo cui un nodo è ritenuto analogo al nodo base.

I parametri di analogia permettono di selezionare:

1. *nodi identici*: nodi per cui le aste confluenti sono in numero uguale ed ugualmente orientate nello spazio;
2. *nodi identici e simmetrici*: include i nodi identici e quelli simmetrici a questi.

Inoltre, è possibile filtrare la selezione di nodi analoghi spuntando le opzioni relative alle aste (lunghezza, tipo linea, colore, sezione).

Settore "B" – Schema del nodo base

In questa parte di pannello è rappresentato lo schema del nodo base con l'indicazione delle tipologie delle aste: la lettera che compare nella casella può essere modificata cliccando una volta con il mouse sulla casella stessa.

Settore "C"

Nel settore "C" possono essere scelti gli elementi visualizzati nella rappresentazione grafica (nodi, aste, gusci, nodi analoghi, nodi non analoghi). Inoltre, la rappresentazione può essere limitata ad alcuni elementi impostando un intervallo di coordinate "attive" su ciascuno dei 3 assi coordinati e limitando così lo spazio visibile. I pulsanti "TUTTO" permettono di individuare un intervallo sull'asse relativo tale da contenere il disegno dell'intero modello.

Qualora siano attive solo alcune tipologie (ad es. solo aste e nodi), il disegno visualizzato sarà composto dagli elementi attivi presenti all'interno del diedro individuato dagli intervalli impostati.

Settore "D"

Il settore "D" contiene le seguenti informazioni:

- angoli del triedro relativi alla rappresentazione assonometrica;
- lista dei nomi degli elementi selezionati;
- nome del comando attivo;
- coordinate del puntatore all'interno della finestra assonometrica.

Menù file

Importa geometria e sollecitazioni: Consente di importare la geometria del nodo base e le sollecitazioni di tutti i nodi selezionati nel modulo del collegamento chiamante. Lo stesso comando può essere attivato premendo contemporaneamente i tasti CTRL+G.

Importa geometria: Consente di importare la geometria del nodo base nel modulo del collegamento chiamante.

Importa sollecitazioni**:** Consente di importare le sollecitazioni di tutti i nodi selezionati nel modulo del collegamento chiamante.

Salva disegno**:** Consente di salvare il disegno visualizzato nella finestra di rappresentazione. Lo stesso comando può essere attivato premendo il tasto F2.

Esci: Consente di uscire chiudendo il pannello. Lo stesso comando può essere attivato premendo contemporaneamente i tasti CTRL+E.

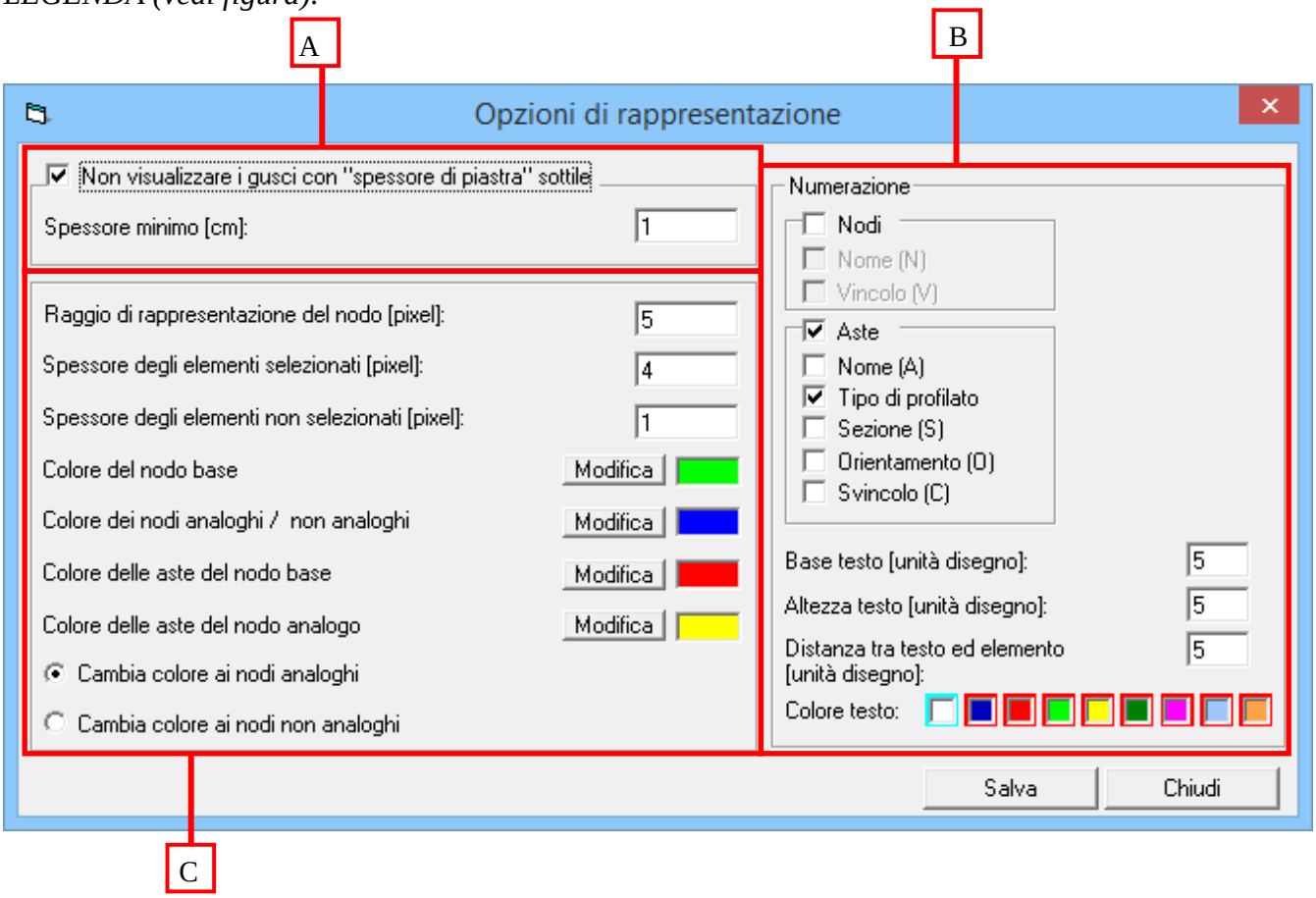
Menù visualizza

Ottimizza	Zoom	Ridisegna	Sposta

Sono i normali comandi CAD per la gestione grafica, dotati di tasti di scelta rapida.

Opzioni: Consente di impostare i parametri relativi alla rappresentazione degli elementi grafici relativi al modello strutturale nella vista assonometrica.

LEGENDA (vedi figura):



A: Se l'opzione è attiva, tutti i gusci aventi spessore di piastra minore del valore contenuto nella casella, non verranno visualizzati.
B: Opzioni di rappresentazione degli elementi visualizzati.
C: Opzioni relative alla numerazione degli elementi strutturali. Possono essere visualizzati:

1. il nome dei nodi (ad es. N1, N2, …) e delle aste (A1, A2, …);
2. il numero della scheda di vincolo esterno (V1, V2, …);
3. il numero della scheda di sezione (S1, S2, …) e la descrizione del tipo di profilo (IPE200, HEA300, …);
4. il numero della scheda di orientamento dell'asta (O1, O2, …);
5. il numero della scheda di svincolo interno (C1, C2, …).

Si possono inoltre specificare dimensioni e colore dei testi. Le opzioni di rappresentazione possono essere salvate in modo da essere attive anche per i successivi lavori.

Menù operazioni

Scegli nodo base**:** Consente di definire il nodo di riferimento per le caratteristiche geometriche. I passi da compiere sono:

a) Selezione del comando "Scegli nodo base";
b) Selezione di un nodo cliccando una volta con il mouse.

Rimuovi nodo base**:** Consente di rimuovere il nodo di riferimento.

Rimuovi aste base**:** Consente di rimuovere una o più aste tra quelle concorrenti nel nodo base (comando da tastiera CTRL+B). Usando questa funzione vengono automaticamente annullate tutte le selezioni. I passi da compiere sono:

a) Selezione del comando "Rimuovi aste base";
b) Selezione di una o più aste con i comandi del menu "Selezione" o cliccando una volta con il mouse direttamente sull'elemento.

Aggiungi nodi**:** Consente di selezionare uno o più nodi analoghi sulla base dei parametri di analogia (comando da tastiera CTRL+A). I passi da compiere sono:

a) Selezione del comando "Aggiungi nodi";
b) Utilizzo dei comandi del menu "Selezione" per la scelta degli elementi (filtro per colore, per tipo linea, ecc.) o selezione diretta (cliccando con il mouse o aprendo una finestra).

Rimuovi nodi**:** Consente di deselezionare gli elementi selezionati in precedenza (comando da tastiera CTRL+T). I passi da compiere sono:

a) Selezione del comando "Rimuovi nodi";
b) Selezione diretta con il mouse o utilizzo dei comandi del menu "Selezione" per la scelta degli elementi.

Rimuovi tutti i nodi**:** Rimuove tutte le selezioni compiute.

Inverti selezione nodi**:** Trasforma gli elementi "selezionati" in "non selezionati" e viceversa.

Evidenzia tipo aste**:** Consente di evidenziare con colori differenti la tipologia delle aste come definita nello schema del "settore B" per un nodo specifico. I passi da compiere sono:

a) Selezione del comando "Evidenzia tipo aste ";
b) Selezione diretta con il mouse del nodo interessato.

Interrompi**:** Interrompe il comando in corso (comando da tastiera CTRL+C).

Menù selezioni

Finestra**:** Permette di selezionare degli elementi aprendo una finestra.
Questa funzione serve ad assicurare che verrà aperta una finestra sulla prima e sulla seconda posizione puntata dal cursore, ciò è utile in quanto non verranno selezionati elementi nel raggio della trappola del cursore. Può comunque essere aperta una finestra cliccando direttamente in una parte dello schermo dove all'interno della trappola non vengono trovati elementi.
Colore, Tipo punto, Tipo linea, Tipo tratteggio, nome elemento**:** Permette di selezionare gli elementi digitando il numero corrispondente.
Tutto**:** Permette di selezionare tutti gli elementi presenti nella rappresentazione assonometrica.

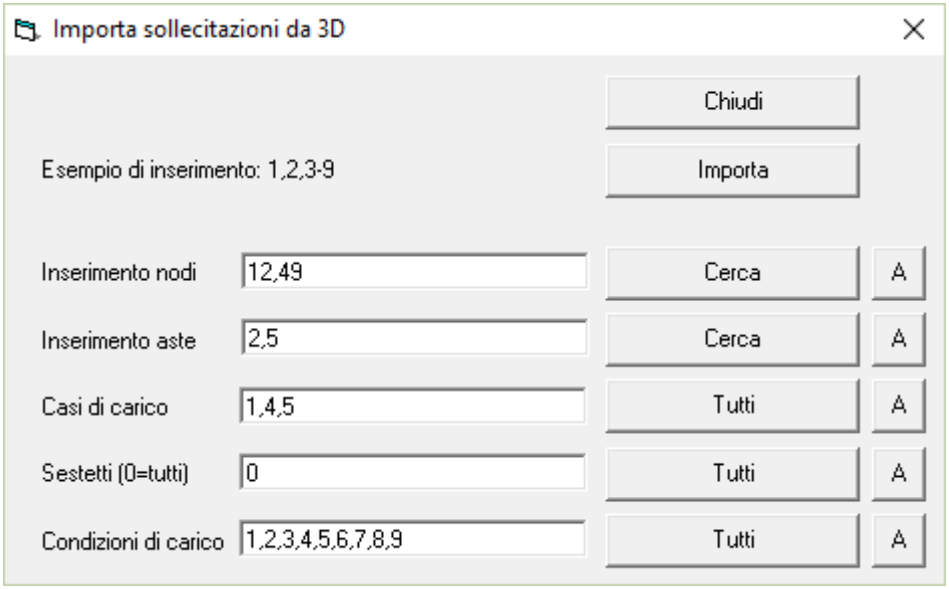
Menù opzioni

Visualizza Coordinate**: V**isualizza le coordinate cartesiane del puntatore all'interno della vista assonometrica appartenenti al settore "D".

Visualizza Assi**: V**isualizza gli assi cartesiani di riferimento della vista assonometrica.
Barra laterale**:** Consente di visualizzare i settori “A”, “B”, “C”.
Barra delle icone**: V**isualizza la barra degli strumenti per l’attivazione veloce.
Trappola: modifica della dimensione della trappola. Il valore inserito rappresenta la metà del lato del quadrato che circoscrive la croce del puntatore. Unità di misura : pixel video.

IMPORTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI

Nel pannello delle sollecitazioni è presente il tasto **Imp. 3D**. Il click su di esso provoca l’apertura della finestra seguente.

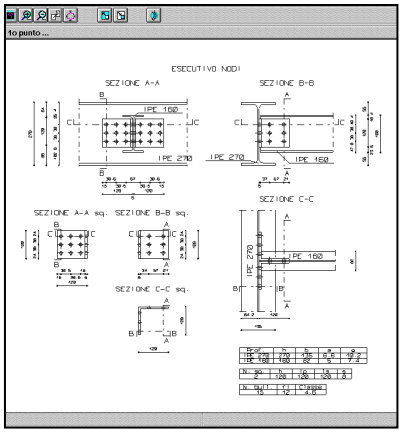


Per eseguire l’importazione è necessario compilare tutti i campi nel seguente modo:

- Inserimento nodi: elencare il nome dei nodi da importare;
- Inserimento aste: elencare, per ogni nodo inserito, il nome dell’asta da cui arrivano le sollecitazioni;
- Casi di carico: elencare i casi di carico da considerare nell’importazione;
- Sestetti: elencare i sestetti da considerare nell’importazione;
- Condizioni di carico: elencare le condizioni da considerare nell’importazione.

Al termine dell’inserimento premere *Importa*.
È possibile completare i vari campi con inserimento manuale oppure utilizzare la funzione *Cerca* che permette di visualizzare il modello 3D e cliccare i nodi e le aste desiderate.
Nelle pagine seguenti è presente una descrizione più dettagliata dei comandi appena elencati.

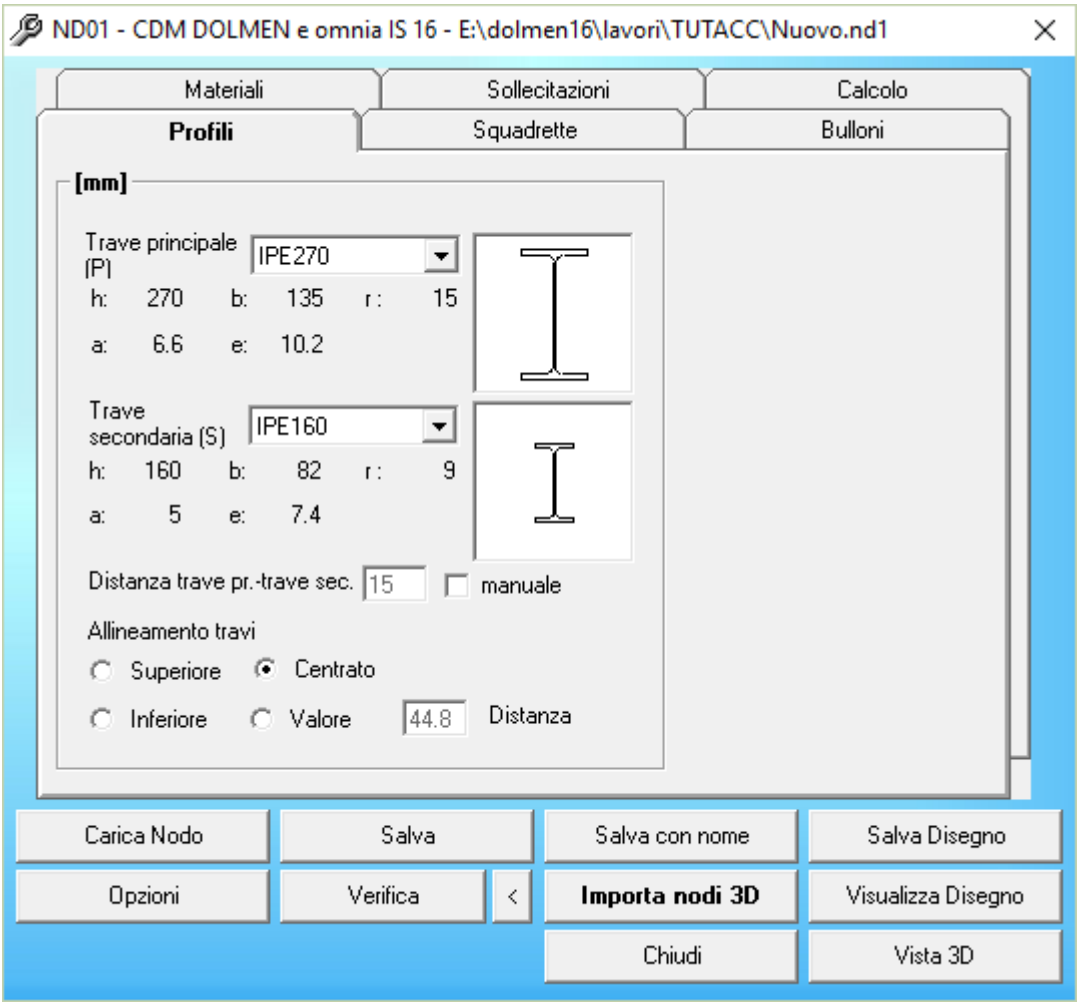
4.3.2 NODO TRAVE-TRAVE CON SQUADRETTE D'ANIMA (ND01)



La tipologia di nodo analizzata da questo programma è l'unione trave-trave con squadrette d'anima. L'unione prevede la presenza di una trave, detta principale, sulla quale si innesta la trave secondaria. La connessione fra le due travi è assicurata dalla presenza di due squadrette a L, identiche tra loro, bullonate alle anime delle due travi. Il tipo di nodo in esame è individuato dall'estensione *nd1*, staticamente schematizzabile con un appoggio, è capace di resistere a taglio verticale e a una bassissima quota di sforzo normale.

Il programma si apre con una finestra nella quale sono individuabili sei linguette:

- Profili;
- Squadrette;
- Bulloni;
- Sollecitazioni;
- Materiali;
- Calcolo.



Vediamo ora il dettaglio delle singole linguette.

Profili

In questa zona è possibile scegliere i due profili che costituiscono la trave principale e la trave secondaria. La scelta può avvenire attraverso una definizione diretta (utilizzando *Definizione trave principale* o *Definizione trave secondaria*) o attraverso il tasto Importa nodi 3D che si trova nella parte bassa del pannello. Per quanto riguarda la definizione diretta, è sufficiente scegliere i profili dall'elenco proposto accanto alle scritte *"Trave principale"* e *"Trave secondaria"*; non appena operata la scelta verranno immediatamente visualizzati i dati relativi alla sezione della trave interessata ed inoltre verrà proposto un disegno schematico della sezione. I disegni schematici delle sezioni relative alle travi principale e secondaria verranno realizzati rispettando le proporzioni fra le due sezioni e massimizzando le dimensioni della sezione più grande al fine di adattarla alla zona disponibile per il disegno.
L'importazione delle sezioni dalla struttura generale avviene, invece, attraverso il pulsante **"Importa nodi 3D"**, il quale provoca l'apertura della funzione Cerca Nodi (vedi 4.3.1).

Definizione distanza travi

È possibile definire la distanza fra la trave secondaria e l'anima della trave principale (figura pagina seguente, distanza $\mathbf{d_3}$) inserendo il valore desiderato nella casella accompagnata dalla scritta *Distanza trave pr.-trave sec.* Come default si attribuisce a $\mathbf{d_3}$ un valore pari al raggio della trave principale, valore riproposto ogni volta in cui la sezione della suddetta trave viene cambiata.

Definizione allineamento travi

È possibile definire l'allineamento verticale fra le due travi (figura pagina seguente, distanza $\mathbf{d_1}$), le opzioni possibili sono quattro:

- *allineamento superiore:* il lembo superiore dell'ala superiore della trave secondaria coincide con il lembo inferiore dell'ala superiore della trave principale ($\mathbf{d_1}$=0);



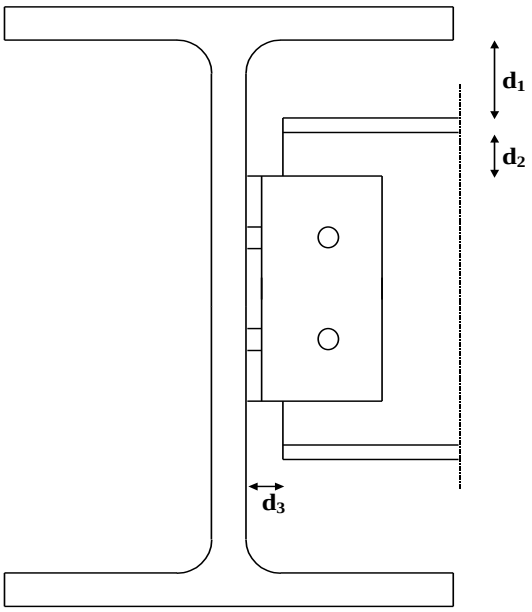
- *allineamento inferiore:* il lembo inferiore dell'ala inferiore della trave secondaria coincide con il lembo superiore dell'ala inferiore della trave principale;



- *allineamento centrato;*



- *valore*: $\mathbf{d_1}$ può assumere un valore qualsiasi (negativo per considerare la distanza diretta verso l'alto).



Squadrette

In questa zona è possibile dimensionare le squadrette e definire la loro posizione rispetto alle travi.

Definizione squadrette

Per definire geometricamente le squadrette è necessario inserire:
- lunghezza del lato squadretta adiacente alla trave principale;
- lunghezza del lato squadretta adiacente alla trave secondaria;
- altezza della squadretta;
- spessore della squadretta.

Per inserire queste dimensioni è sufficiente digitare il valore nell'apposita casella; per far sì che il disegno schematico della squadretta venga aggiornato con le nuove dimensioni premere <INVIO> oppure passare ad un'altra casella.

Allineamento squadrette

È possibile definire l'allineamento verticale fra la squadretta e la trave secondaria (distanza $\mathbf{d_2}$), le opzioni possibili sono quattro:

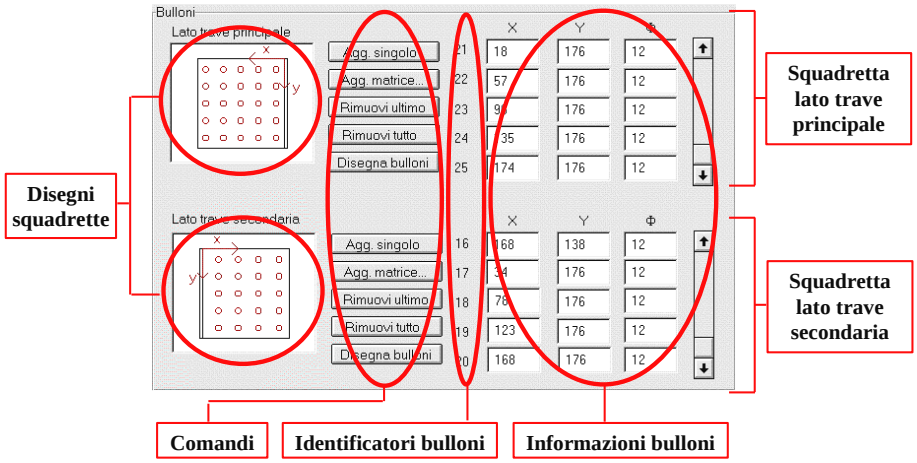
- *allineamento superiore:* la squadretta dista dal lembo inferiore dell'ala superiore della trave secondaria una distanza pari al raggio della trave secondaria ($\mathbf{d_2} = r_{sec}$); 
- *allineamento inferiore:* la squadretta dista dal lembo superiore dell'ala inferiore della trave secondaria una distanza pari al raggio della trave secondaria; 
- *allineamento centrato* 
- *valore*: $\mathbf{d_2}$ può assumere un valore qualsiasi purché positivo e maggiore del raggio della trave secondaria.

Proponi: Questa funzione attribuisce alla squadretta la massima altezza compatibile con la trave secondaria, imposta le lunghezze dei due lati pari all'altezza e lo spessore pari a quello dell'anima della trave secondaria, approssimato per eccesso. Può essere un aiuto per operare un dimensionamento geometricamente compatibile con le travi.

Bulloni

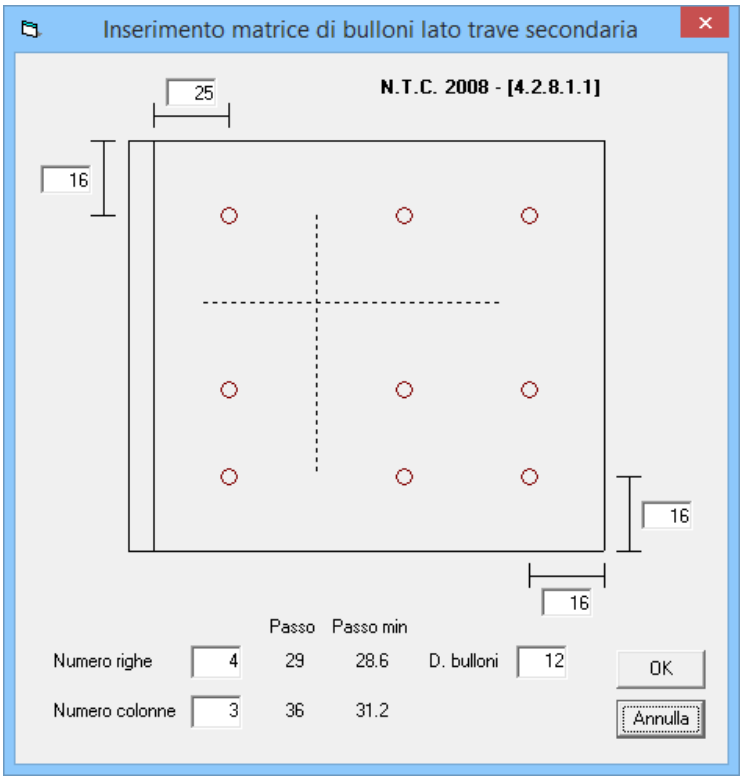
In questa zona è possibile inserire, rimuovere, spostare i bulloni che collegano le squadrette alla trave principale e a quella secondaria.

Disegni squadrette: Rappresentano le viste laterali di una delle due squadrette e più precisamente la vista relativa al lato adiacente alla trave principale e quella relativa al lato adiacente alla trave secondaria. Vengono aggiornati in contemporanea alle due viste presenti nella zona squadrette (relativamente alle dimensioni delle squadrette) o all'inserimento di nuove matrici di bulloni. Le due viste mantengono le proporzioni reali fra i lati delle squadrette.



Agg. Singolo: Effettua l'aggiunta di un singolo bullone.

Agg. Matrice: Permette l'aggiunta di una matrice di bulloni. Provoca l'apertura di una finestra che permette di impostare i parametri necessari per l'inserimento: è prevista una finestra per il *lato trave principale* e una per il *lato trave secondaria*.



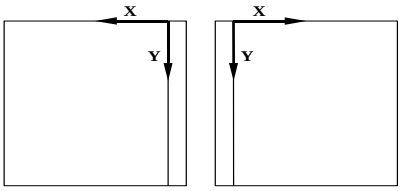
I dati richiesti sono:

- distanze della matrice dai bordi della squadretta (misurate dal centro del foro della bullonatura di estremità);
- numero di righe della matrice;
- numero di colonne della matrice;
- diametro dei bulloni inseriti.

Il programma fornisce immediatamente il passo fra le righe, il passo fra le colonne e, come raffronto, il valore indicato dalla normativa come il limite minimo dell'interasse fra i bulloni. Il valore del passo così fornito è ottenuto arrotondando per difetto il passo reale. Per inserire i dati è sufficiente digitare i valori nelle apposite caselle. Per aggiornare i passi visualizzati premere <INVIO> oppure passare ad un'altra casella.

In questo pannello, il tasto Annulla chiude la finestra senza inserire alcun bullone; il tasto Ok utilizza i dati visualizzati per calcolare le coordinate dei bulloni da inserire. Gli assi di riferimento secondo i quali sono date le coordinate sono indicati nei disegni delle squadrette e sono per comodità riportati nelle figure sottostanti . Le coordinate sono calcolate attribuendo fra bullone e bullone un passo verticale e orizzontale pari all'intero che meglio approssima per difetto il passo reale, e aggiungendo all'interasse dei bulloni 1 mm fino all'esaurimento del resto. Ogni bullone viene fornito di un *Identificatore*, un numero progressivo che servirà come riferimento per individuare quello specifico bullone. La chiusura della finestra con **"OK"** provoca automaticamente il disegno dei bulloni sul *Disegno squadretta* del lato interessato.

Convenzioni delle coordinate dei bulloni:



lato trave principale *lato trave secondaria*

Rimuovi ultimo: Rimuove l'ultimo bullone inserito, cioè quello con l'*Identificatore* più alto.

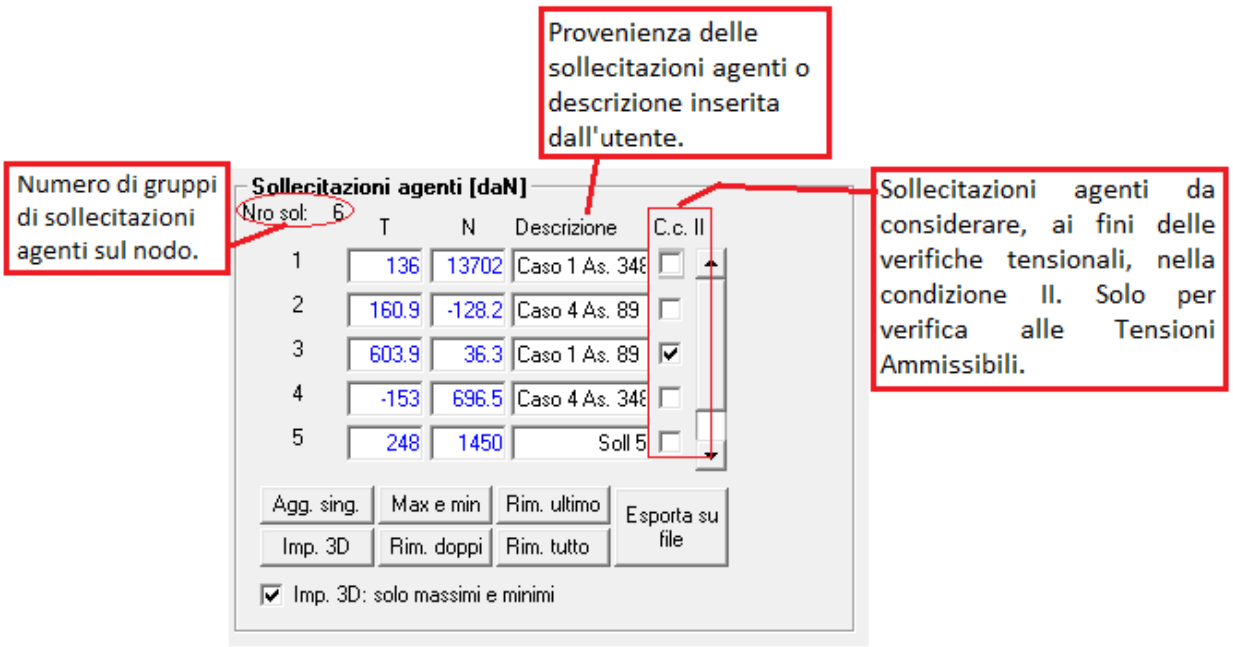
Rimuovi tutto: Rimuove tutti i bulloni presenti sul lato interessato. È preceduto da un messaggio di avviso che chiede conferma dell'operazione.

Identificatori bulloni: Sono dei numeri progressivi, attribuiti ai bulloni secondo l'ordine di inserimento, utili per identificarli. Per operare la rimozione di un bullone qualsiasi è sufficiente cliccare due volte sul suo *identificatore*.

Informazioni bulloni: Per ogni bullone inserito, sono visualizzate le coordinate e il diametro dello stesso; tutti i dati visualizzati sono modificabili semplicemente digitando i nuovi valori nelle relative caselle. Per scorrere l'elenco dei bulloni utilizzare le barre di scorrimento verticali.

Sollecitazioni

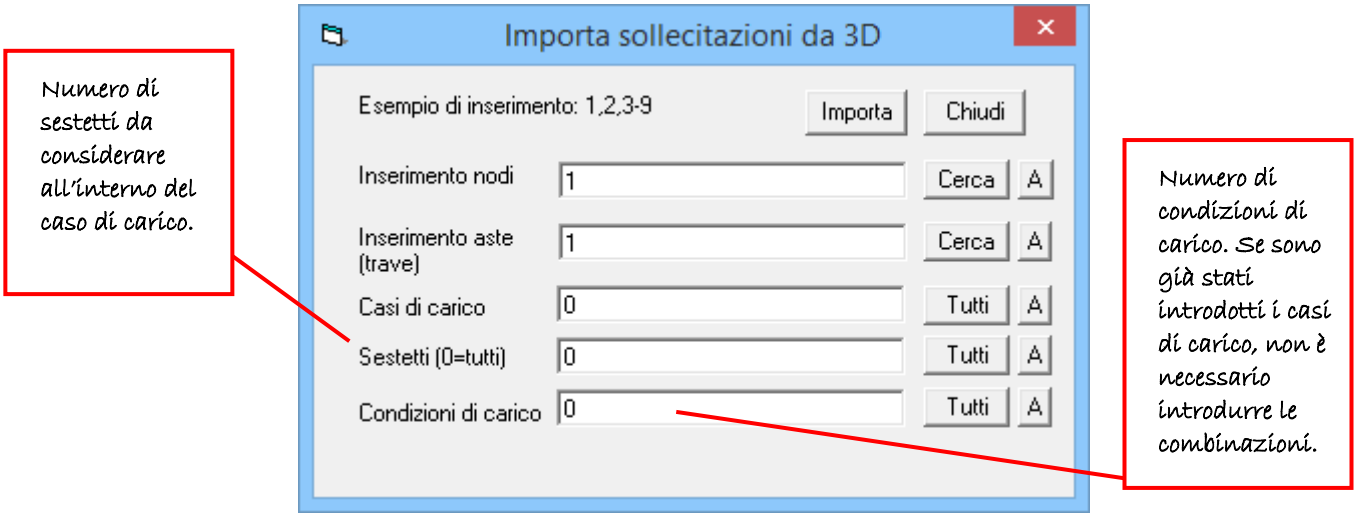
In questa zona è possibile stabilire con quali sollecitazioni operare la verifica del nodo. Le sollecitazioni possono essere inserite direttamente dall'utente (seguendo le convenzioni di segno illustrate nell'introduzione), oppure importate dalla fase di calcolo.



Imp. 3D

Permette di importare dalla struttura le sollecitazioni agenti sul tipo di nodo in fase di dimensionamento e verifica. Provoca l'apertura della finestra riportata nella figura seguente, che risulta già compilata se i dati del nodo sono stati importati tramite il tasto Importa nodi 3D.
Si descrivono brevemente le parti della finestra:

- **Inserimento nodi, Inserimento aste:** al fine di permettere l'importazione delle sollecitazioni è necessario indicare a quali nodi della struttura fare riferimento e, relativamente a ciascun nodo, da quale delle aste convergenti prelevare le sollecitazioni. È possibile inserire queste informazioni indicando i singoli nodi (o aste) con i loro nomi separati da una virgola e/o indicando intervalli di nodi (o aste) separando due nomi con un tratto (Es. 1,2,3-5 significa dall'uno al cinque). È necessario che fra i nodi e le aste inseriti vi sia una assoluta corrispondenza, cioè che l'asta corrispondente al nodo converga effettivamente nel nodo stesso.



- **Inserimento casi di carico:** è necessario indicare quali casi di carico considerare nell'importazione delle sollecitazioni. La modalità di inserimento risulta identica a quella illustrata per l'inserimento dei nodi e delle aste (par. 5.1.1). Premendo il tasto "*Tutti*" si effettua l'inserimento di tutti i casi di carico esistenti nel lavoro corrente.

- **Importa:** opera l'importazione delle sollecitazioni agenti nelle aste inserite, nelle sezioni corrispondenti ai nodi inseriti, relativamente ai casi di carico inseriti. Le sollecitazioni agenti così importate verranno aggiunte a quelle eventualmente già presenti. Poiché la tipologia di nodo analizzata è in grado di assorbire solamente taglio verticale (T_y) e sforzo normale (in ridottissima quantità). Queste saranno le uniche sollecitazioni agenti importate.

- **Chiudi:** Chiude la finestra *Importa sollecitazioni da 3D*.

Max e min

Riduce l'elenco di sollecitazioni agenti ai gruppi comprendenti T_{max}, T_{min}, N_{max} e N_{min}. Per ogni sollecitazione massima o minima è conservato un solo gruppo di sollecitazioni ad essa collegato. Qualora esistessero più gruppi comprendenti la sollecitazione massima o minima verrà conservato quello che presenta la restante sollecitazione con il massimo valore assoluto.

Descrizione

Serve per identificare il gruppo di sollecitazioni agenti. Se il gruppo è stato importato dalla struttura, *Descrizione* indica nell'ordine il caso, l'asta e il nodo di provenienza. Se il gruppo è stato inserito dall'utente, *Descrizione* si compone di un prefisso *Soll* e di un numero che indica l'ordine di

inserimento del gruppo. Le descrizioni sono modificabili dall'utente, semplicemente sostituendo all'esistente la dizione desiderata. Per operare la rimozione di un gruppo di sollecitazioni qualsiasi è sufficiente cliccare due volte sul numero presente nella prima colonna della tabella.

Valori

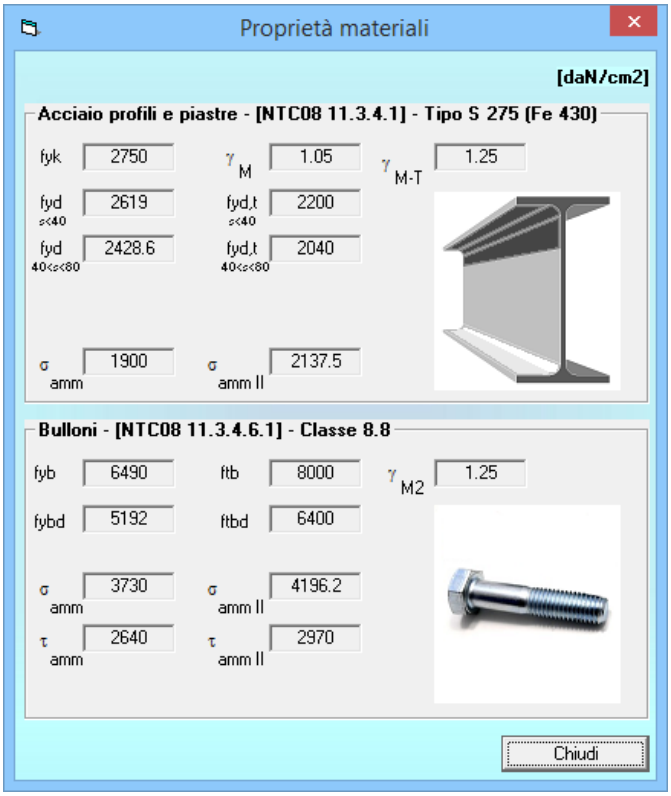
In questa porzione di finestra sono visualizzati i valori (modificabili) delle sollecitazioni inserite. L'unità di misura utilizzata è il daN; per scorrere l'elenco di sollecitazioni utilizzare la barra di scorrimento verticale.

Tipi di casi di carico

È possibile selezionare, per ogni gruppo di sollecitazioni, il tipo di caso di carico al quale appartiene. La casella abilitata indica che è il caso di carico di origine del gruppo è di tipo II, la casella disabilitata indica un caso di carico di tipo I.

Materiali

Portando in primo piano la linguetta dei materiali, è possibile scegliere i materiali che costituiscono il nodo. I materiali da scegliere sono: l'acciaio che costituisce i profili e le squadrette e la classe di appartenenza delle viti. Le categorie disponibili sono quelle indicate dalle *NTC 2008* e i dettagli possono essere visualizzati premendo sul tasto "*Proprietà*" e aprendo la finestra riportata di seguito.
È inoltre possibile definire manualmente materiali diversi da quelli previsti modificando il file "materialintc08.tx1". Per ulteriori dettagli a riguardo chiamare l'assistenza tecnica al numero 0114470707.



Verifica Geometrica

Come già illustrato nell'introduzione, premendo il tasto "Verifica" la verifica tensionale viene preceduta da una verifica sulla compatibilità geometrica dei vari elementi costituenti il nodo. Quando viene riscontrata un'incongruenza l'utente viene avvertito con un messaggio d'avviso; i messaggi previsti per questa tipologia di nodo sono illustrati qui di seguito.

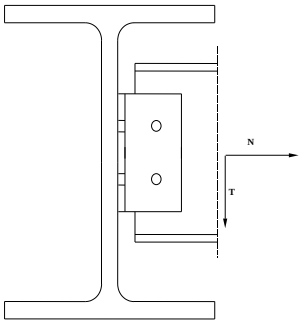
- *Incompatibilità geometrica fra squadretta e trave principale*: la squadretta è troppo alta in rapporto alla trave principale;
- *Incompatibilità geometrica fra la posizione della squadretta e la trave principale*: la squadretta occupa una porzione di spazio occupata anche dalla trave principale. Agire sull'allineamento squadretta-trave secondaria, sull'allineamento trave principale - trave secondaria o sull'altezza degli elementi interessati;
- *Incompatibilità geometrica fra squadretta e trave secondaria*: la squadretta è troppo alta in rapporto alla trave secondaria;
- *Incompatibilità geometrica fra la posizione della squadretta e la trave secondaria*: la squadretta occupa una porzione di spazio occupata anche dalla trave secondaria. Agire sull'allineamento squadretta - trave secondaria o sull'altezza degli elementi interessati;

- *Incompatibilità geometrica fra la posizione della trave secondaria e la trave principale*: viene effettuata una verifica sulla compatibilità della posizione della trave secondaria con la presenza dell'arrotondamento all'attacco della anima sulla trave principale. Qualora la configurazione del nodo abbia reso necessario operare un taglio della trave secondaria la distanza d_v viene posta pari a metà del raggio della trave principale;
- *Dimensioni della squadretta negative o nulle*;
- *Spessore squadretta troppo elevato*: lo spessore della squadretta è superiore alle dimensioni di uno dei due lati della squadretta stessa.

Vengono anche effettuati dei controlli sulla posizione dei bulloni:
- *Bulloni fuori dalla squadretta lato trave principale;*
- *Bulloni fuori dalla squadretta lato trave secondaria;*
- *Rispetto delle distanze dai bordi e degli interassi minimi e massimi tra i bulloni (NTC 2008 – Tabella 4.2.XIII).*

Verifica Sollecitazioni

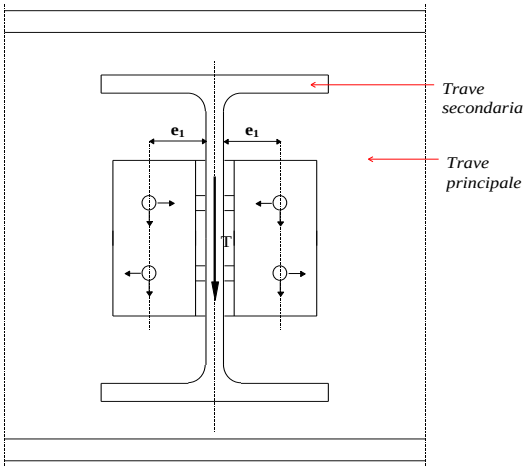
La tipologia di nodo *nd1* è schematizzabile con una cerniera in grado di trasferire lo sforzo di taglio dall'anima della trave secondaria all'anima della trave principale.

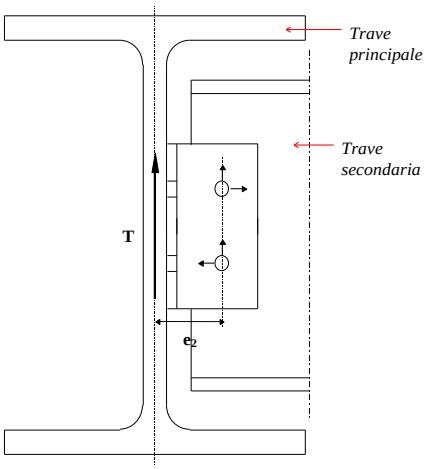


Il nodo è verificato anche per sforzi normali agenti sulla trave secondaria, pur mostrando una resistenza quasi nulla di fronte a sollecitazioni del genere. Questa scelta è stata fatta per rendere possibile l'utilizzo di questo tipo di nodo in una struttura tridimensionale ad elementi finiti, nella quale è frequente osservare nelle aste la presenza di sforzi normali molto bassi, ma non nulli. La verifica viene condotta sulla base della seguente ipotesi semplificatrice: *si assume uguale a zero la rigidezza torsionale della trave principale.*

Si trascurano pertanto i momenti torcenti agenti sulle ali delle squadrette ed i conseguenti tiri nei bulloni. In realtà insorgono comunque nella squadretta effetti parassiti dovuti all'eccentricità del piano medio della trave rispetto alla squadretta stessa. Per questa ragione è consigliabile seguire la regola di non utilizzare mai squadrette di spessore inferiore a metà del diametro dei bulloni. Le convenzioni per l'inserimento delle sollecitazioni sono in accordo con quelle illustrate nell'introduzione, in particolare si immagina di inserire le sollecitazioni sulla trave secondaria, sulla faccia (*ritenuta positiva*) opposta alla trave principale. Gli elementi verificati sono: bulloni, squadrette a rifollamento, squadrette forate a taglio e presso-flessione, profilo forato e/o tagliato a taglio e presso-flessione.
I bulloni sono verificati a taglio e trazione secondo le indicazioni delle *NTC 2008 § 4.2.8.1.1* oppure secondo le *CNR 10011 § 5.3* a seconda che si scelga di svolgere la verifica secondo SLU o secondo tensioni ammissibili.

Taglio



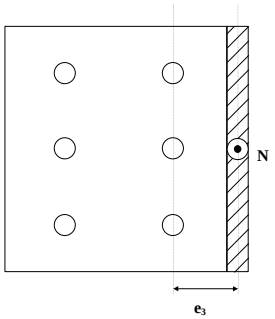


squadrette lato trave principale *squadrette lato trave secondaria*

Squadrette e bulloni vengono verificati a taglio secondo gli schemi in figura.
L'insieme dei bulloni risulta sollecitato a taglio e torsione, le squadrette a taglio e flessione. La verifica delle squadrette è convenzionale, esse sono considerate come mensole incastrate in corrispondenza della sezione bullonata. Entrambe le squadrette sono verificate in corrispondenza della sezione forata più vicina al baricentro dei bulloni, le sezioni considerate sono depurate dai fori.

Sforzo normale

Squadretta lato trave principale: lo sforzo normale agente sulla trave secondaria viene distribuito in quote uguali a ciascuno dei bulloni. La squadretta viene verificata a flessione, considerando come sezione reagente quella forata più vicina al bordo irrigidito. Se lo sforzo normale risulta essere di compressione viene trascurato.
Squadretta lato trave secondaria: lo sforzo normale viene considerato applicato nel baricentro dei bulloni inseriti, la squadretta e i bulloni sono pertanto sollecitati senza eccentricità parassite.



Profilo

La trave secondaria viene verificata a rifollamento, a taglio e a presso flessione. Le verifiche di taglio e presso flessione sono condotte nella sezione bullonata più vicina al baricentro dei bulloni. Qualora la trave secondaria abbia subito dei tagli per inserirla nella trave principale, queste riduzioni di sezione sono sommate ai fori prodotti dai bulloni.

Stampa

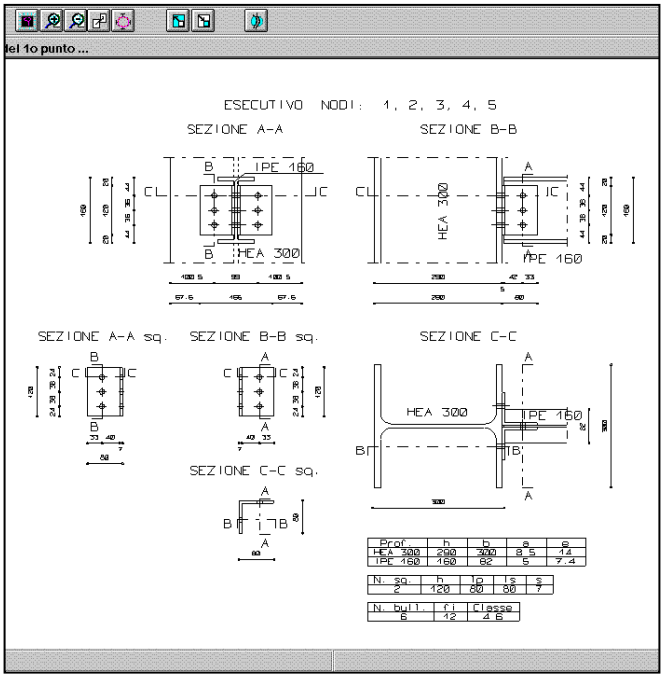
Nella stampa della relazione di calcolo sono usate alcune abbreviazioni, i significati sono indicati nella legenda che viene visualizzata cliccando sul tastino accanto a "*Verifica*". Per maggior chiarezza, si riportano di seguito gli stessi significati.

BULLONI
$F_{v,Ed}$: taglio agente
$F_{v,Rd}$: taglio resistente di calcolo

$F_{b,Rd}$: resistenza a rifollamento
$F_{t,Ed}$: trazione agente
$F_{t,Rd}$: resistenza a trazione
$B_{p,Rd}$: resistenza a punzonamento
Coeff-1: interazione lineare trazione – taglio (*NTC 2008 formula 4.2.65*)
Coeff-2: limitazione relativa al coeff-1
Ver: esito della verifica

SQUADRETTE E PROFILI
$S_{id,max}$: tensione ideale massima
f_d: tensione limite di calcolo

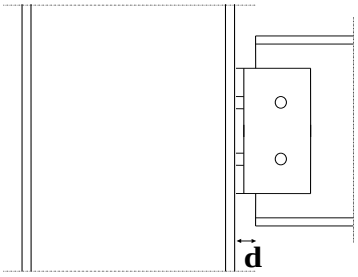
4.3.3 NODO COLONNA-TRAVE CON SQUADRETTE D'ANIMA (ND02)



La tipologia di nodo analizzata da questo modulo è l'unione colonna-trave con squadrette d'anima. L'unione fra la trave e la colonna avviene attraverso due squadrette bullonate che collegano l'anima della trave all'ala (*attacco all'ala*) oppure all'anima (*attacco all'anima*) della colonna. Questo tipo di nodo presenta molte analogie con il nodo trave-trave con squadrette d'anima (ND1 – par. 4.3.2) nell'inserimento dei dati e nelle verifiche. Pertanto nelle pagine seguenti verranno illustrati solo gli elementi di novità che ND2 presenta, rimandando al capitolo relativo a ND1 per le rimanenti spiegazioni.

Profili

Definizione distanza



È possibile definire la distanza fra l'ala (o l'anima) della colonna e la trave (vedi figura). Viene di default posta uguale allo spessore della squadretta e variata in automatico ogni qualvolta viene variato quest'ultimo.

La trave può innestarsi sull'ala o sull'anima della colonna. Per scegliere è sufficiente selezionare il tipo di attacco desiderato.

Squadrette

Proponi

Ridefinisce le dimensioni delle squadrette adattandole alla geometria del nodo. Imposta l'altezza della squadrette in base all'altezza della trave, la larghezza lato colonna in base al tipo di attacco e alle dimensioni della colonna. La larghezza lato trave viene posta pari all'altezza e lo spessore pari allo spessore dell'anima della trave approssimato per eccesso.

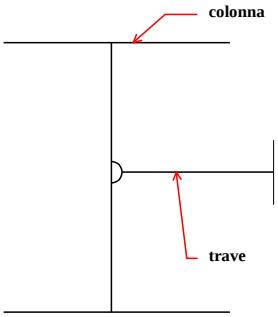
Verifica Geometrica

I messaggi di avviso tipici di questo modulo sono esposti qui di seguito (per i mancanti vedere 4.3.2):

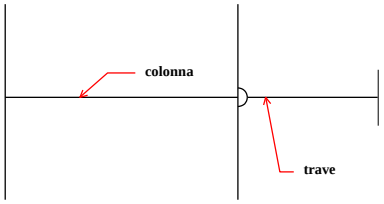
- *Incompatibilità geometrica fra squadretta e colonna*: il lato colonna della squadretta è troppo lungo.
- *Incompatibilità geometrica fra squadretta e trave*: la squadretta è troppo alta in rapporto alla trave.
- *Raggio colonna interferisce con bulloni lato colonna*: in caso di attacco all'ala è possibile che i bulloni risultino inseriti in una posizione incompatibile con il raggio della colonna, rendendo impossibile la realizzazione pratica del nodo.

Verifica Sollecitazioni

La tipologia di nodo in questione è staticamente schematizzabile con una cerniera. I giunti a squadretta, infatti, sono inadatti a sopportare un momento flettente, che si tradurrebbe in un momento torcente sulla ali delle squadrette, e permettono la rotazione della trave collegata. Lo schema statico adottato prevede una cerniera sull'asse dell'anima della colonna, nel caso di attacco all'anima, e sull'asse dell'ala della colonna nel caso di attacco all'ala (vedi figure sottostanti).



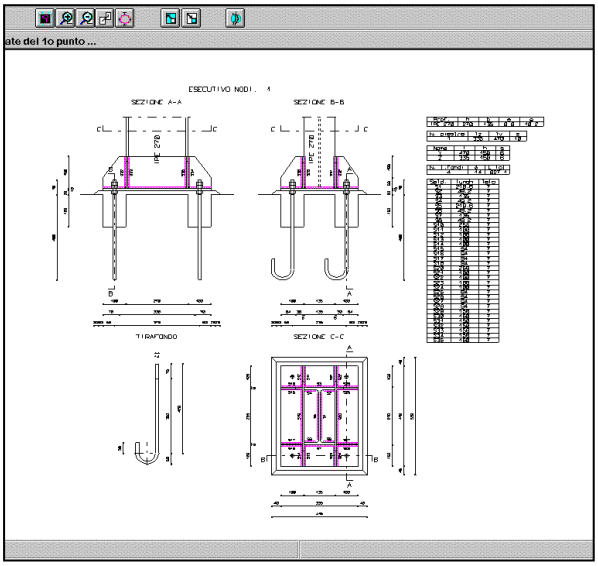
schema statico dell'attacco all'anima



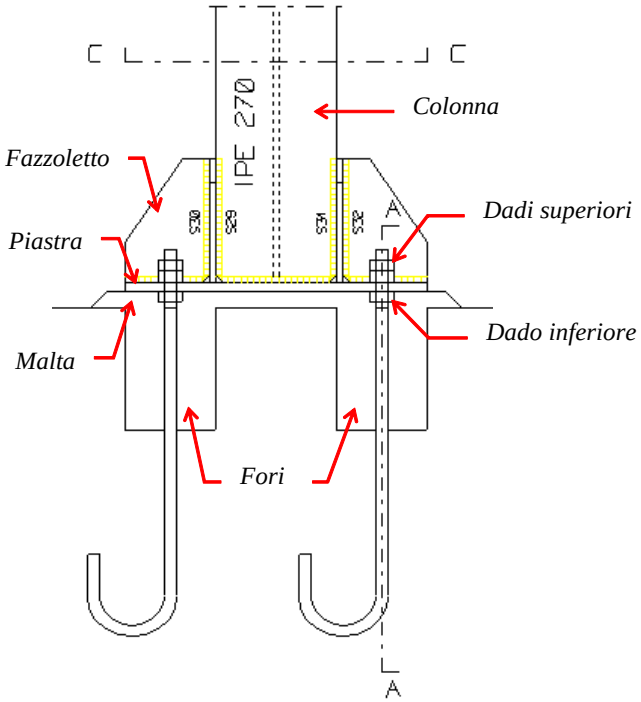
schema statico dell'attacco all'ala

Le convenzioni riguardo le sollecitazioni agenti e i metodi di verifica adottati sono identici a quelli illustrati nel capitolo 4.3.2

4.3.4 NODO COLONNA – PLINTO (ND03)



La tipologia di nodo analizzata da questo modulo è l'unione di una colonna in acciaio con un plinto in c.a., realizzata tramite una piastra collegata al plinto attraverso tirafondi; lo schema statico con il quale si approssima il nodo è l'incastro. È data all'utente la possibilità di scegliere l'utilizzo di un rinforzo tramite fazzoletti saldati alla colonna. È prevista la presenza di fori praticati nel plinto al fine di facilitare il posizionamento della piastra; le loro dimensioni sono totalmente definibili dall'utente (per non prevederli porre la loro altezza pari a zero). Fanno inoltre parte del nodo un dado inferiore e due superiori che permettono la rettifica del piano d'appoggio della piastra.



Il modulo propone una finestra divisa in due zone: a destra viene visualizzato un disegno schematico della pianta, a sinistra ci sono sette linguette che indicano vari temi:

1. Profilo;
2. Nervature;
3. Piastra;
4. Tirafondi e saldature;
5. Materiali;
6. Sollecitazioni;
7. Calcolo.

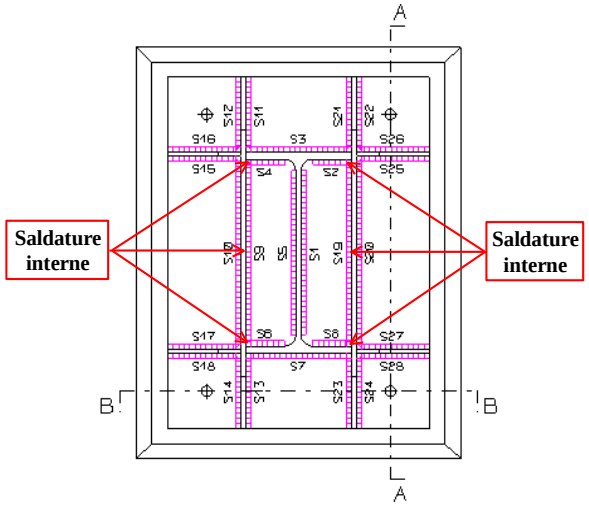
Profilo

In questa zona è possibile scegliere la sezione relativa alla colonna. Le modalità di utilizzo delle funzioni disponibili sono analoghe a quelle illustrate nel capitolo 4.3.2, al quale si rimanda.

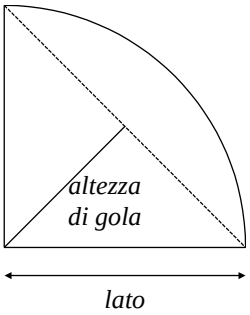
Nervature

Sono previste due tipologie di attacco fra colonna e plinto: con e senza nervature. Se la colonna è unita alla piastra senza l'utilizzo di fazzoletti il nodo avrà una ridotta capacità di resistenza nei confronti dei momenti agenti e la verifica a flessione della piastra risulterà fortemente penalizzante. Qualora gli spessori di piastra richiesti da questa tipologia di nodo risultino eccessivi è possibile nervare la piastra attraverso fazzoletti opportunamente disposti. Attraverso questo accorgimento l'unione approssima meglio lo schema statico di incastro con il quale è calcolata.
Per scegliere un nodo senza nervature è sufficiente selezionare la *tipologia n° 1*, per scegliere un nodo con nervature la *tipologia n° 2*. Scelta la tipologia, viene immediatamente aggiornato il *Disegno schematico pianta*.
Qualora si sia scelta la *tipologia n° 2*, vengono abilitate le caselle per la definizione geometrica dei fazzoletti. È possibile inserire l'altezza e lo spessore, attribuiti a tutti i fazzoletti. Per aggiornare il *Disegno schematico pianta* con le nuove misure inserite è sufficiente selezionare un'altra casella oppure premere <INVIO>.

Saldature



Qualora si sia scelta la *tipologia n° 2*, viene abilitata la possibilità di prevedere le saldature interne (vedi figura). È infatti possibile che la geometria del nodo permetta l'esecuzione anche di quelle saldature che si trovano fra i fazzoletti e la colonna e che collegano il fazzoletto con la piastra e il fazzoletto con la colonna. La verifica, l'esecutivo e le tabelle riassuntive che lo accompagnano terranno conto della scelta operata dall'utente.



In questa zona è possibile dimensionare opportunamente le saldature che saranno realizzate nel nodo. L'utente può inserire nell'apposita casella il lato della saldatura (figura a lato).

Piastra

In questa zona è possibile definire le dimensioni della piastra. Per definire i lati è possibile utilizzare due funzioni: *Definizione lati* e *Definizione margini*.

Definizione lati: per utilizzare questa funzione è necessario abilitarla e inserire le misure dei lati della piastra. Gli assi di riferimento (X e Y) sono quelli indicati nel *Disegno schematico pianta*, e coincidono con le convenzioni indicate nell'introduzione considerando la faccia della colonna opposta alla piastra

come positiva. Per aggiornare con i nuovi valori il *Disegno schematico pianta* e i margini, selezionare un'altra casella o premere <INVIO>.

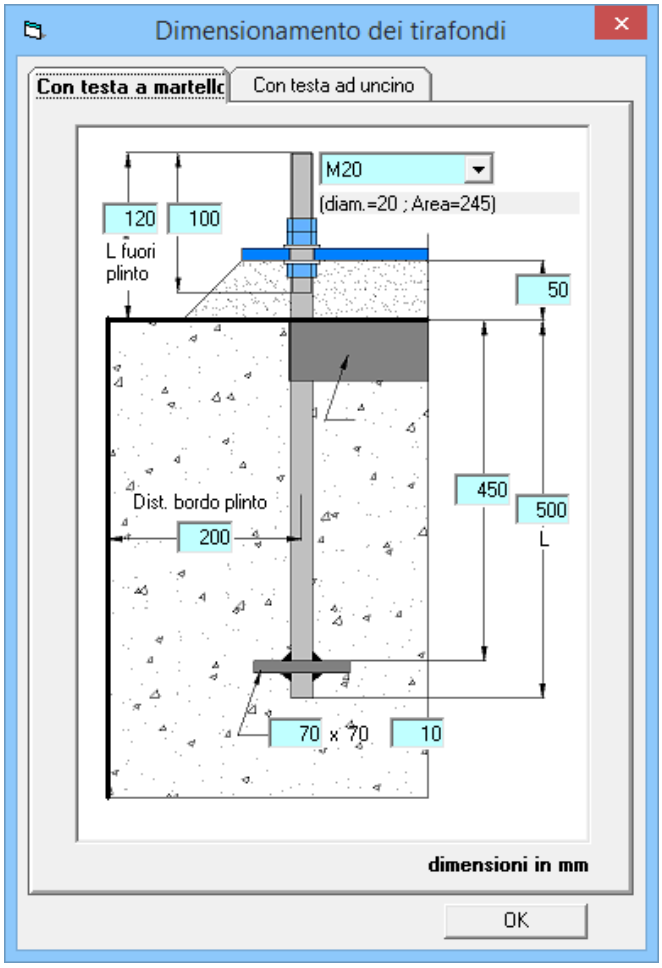
Definizione margini: questa funzione può essere utilizzata in alternativa a *Definizione lati* fornendo al programma, invece delle misure dei lati, il valore dei margini della piastra rispetto al profilo in quel momento inserito. Nel caso in cui si voglia modificare il profilo dopo aver utilizzato *Definizione margini*, per riproporre i margini e adeguare le dimensioni della piastra è sufficiente posizionarsi su una delle due caselle di *Definizione margini* e selezionare un'altra casella o premere <INVIO>.
A partire dalla Release 16, questo nodo offre la possibilità di inserire la piastra con la colonna eccentrica digitando valori diversi tra loro per i margini.

Definizione spessore: per definire lo spessore della piastra inserire il valore desiderato nella casella.

Tirafondi

Per definire la posizione dei tirafondi è sufficiente inserire la loro distanza dai bordi della piastra secondo lo *Schema posizione tirafondi*, il quale indica il significato dei simboli Dz_1, Dz_2, Dy_1, Dy_2 richiamati in *Posizione tirafondi*. Per aggiornare il *Disegno schematico pianta* premere <INVIO> o selezionare un'altra casella.

Dimensionamento tirafondi
Attraverso la pressione del tasto "*Dim. tirafondi*" viene visualizzata una finestra che consente di variare tutte le dimensioni relative ai tirafondi utilizzati digitando la dimensione voluta nell'apposita casella. Sono predisposte due schede differenti per il dimensionamento: *con testa a martello* e *con testa ad uncino.*



Sollecitazioni

Le funzioni utilizzabili in questa zona sono le stesse già illustrate nel capitolo 4.3.2, al quale si rimanda. Al contrario del nodo ND1, però, l'unione fra colonna e plinto è schematizzabile con un incastro (soprattutto la tipologia n° 2) e pertanto le sollecitazioni agenti potranno comprendere sforzo normale, tagli e momenti flettenti nelle direzioni Y e Z, e momento torcente. Le convenzioni di inserimento delle sollecitazioni sono quelle illustrate nell'introduzione, considerando la faccia della colonna opposta alla piastra come positiva. Il tasto "Max e min" seleziona i gruppi di sollecitazioni comprendenti le sollecitazioni massime e minime per ogni categoria. Qualora esistano più gruppi comprendenti al loro interno la stessa sollecitazione massima o minima, verrà conservato solamente il primo gruppo trovato.

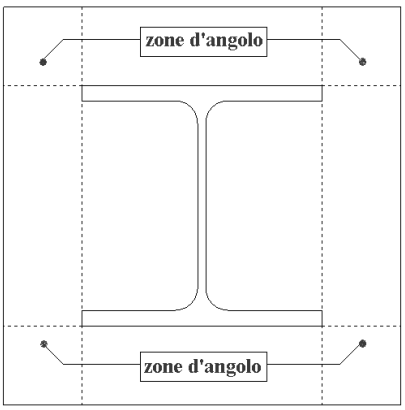
Materiali

In questa zona è possibile selezionare i materiali utilizzati per realizzare il nodo e cioè calcestruzzo e acciaio. L'acciaio è utilizzato per la colonna, la piastra, i tirafondi e le saldature (per la selezione vedi nodo ND1), il calcestruzzo per il plinto.

Verifica Geometrica

Premendo il tasto **"***Verifica***"** prima della verifica tensionale viene effettuata una verifica sulla compatibilità geometrica degli elementi costituenti il nodo. I messaggi di avviso lanciati dal programma sono i seguenti:

- *Incompatibilità geometrica fra piastra e colonna*: la colonna è di dimensioni maggiori della piastra;
- *Dimensioni della piastra negative o nulle*;
- *Dimensioni del tirafondo negative o nulle*;
- *Sovrapposizione fori nel plinto*: i fori praticati nel plinto hanno un diametro eccessivo rispetto alla distanza reciproca pertanto si sovrappongono;
- *Lunghezza fuori terra del tirafondo insufficiente*: la lunghezza fuori terra del tirafondo risulta minore della somma fra altezza di malta, spessore di piastra ed altezza dei due dadi previsti sopra la piastra (l'altezza di un dado è stata considerata pari al diametro del tirafondo).
- *Lunghezza di filettatura del tirafondo insufficiente*: la lunghezza di filettatura non riesce a coprire le zone dove sono previsti i dadi, aumentarla o diminuire la lunghezza fuori terra.
- *Diametro fori insufficiente*: diametro fori minore del diametro tirafondi.
- *Altezza di malta sotto la piastra insufficiente*: altezza di malta inferiore all'altezza di un dado (pari al diametro del tirafondo). Un dimensionamento del genere rende difficile ogni intervento sui dadi sotto la piastra.
- *Tirafondi fuori dalla piastra*.
- *Tirafondi previsti nelle zone d'angolo della piastra*: i tirafondi sono previsti esclusivamente nelle zone d'angolo della piastra, evidenziate nella figura sottostante.
-



- *Rispetto delle distanze dai bordi (NTC 2008 – Tabella 4.2.XIII).*

Verifica Sollecitazioni

Vengono verificati calcestruzzo del plinto, tirafondi, piastra, saldature e fazzoletti.

Cls: La piastra di collegamento fra colonna e plinto viene calcolata come una sezione presso-inflessa sottoposta a sforzo normale (N) e a due momenti flettenti (M_x e M_y). La piastra è equiparata ad una sezione in c.a. armata con i tirafondi. Da questa analisi si ottengono la massima tensione di compressione del calcestruzzo (in seguito chiamata *p*) e i tiri sollecitanti i tirafondi.

Tirafondi: I tirafondi vengono sollecitati assialmente dai momenti flettenti e dallo sforzo normale e a taglio dalle azioni di taglio e dal momento torcente. Nel caso di calcolo condotto allo SLU, le verifiche sui tirafondi fanno riferimento alle *NTC 2008 § 4.2.8.1.1*.
Inoltre, il tirafondo è sottoposto ad una verifica di aderenza, per appurare che sia sufficientemente ancorato al plinto. Le formule utilizzate dipendono dal tipo di tirafondo inserito (annegato, ad uncino, a martello) e sono riportate nel testo "Strutture in acciaio" di Ballio e Mazzolani.

La relazione a lato illustra come ricavare la tensione di aderenza dei tirafondi ad uncino.
Per il significato dei simboli si rimanda al testo precedentemente citato.

$$\tau_{ad} = N_{tf} \cdot \frac{(1+\frac{\phi}{H_3})^2}{\pi\phi\cdot(L+6.4\cdot R+3.5\cdot L_1)}$$

Piastra e nervature

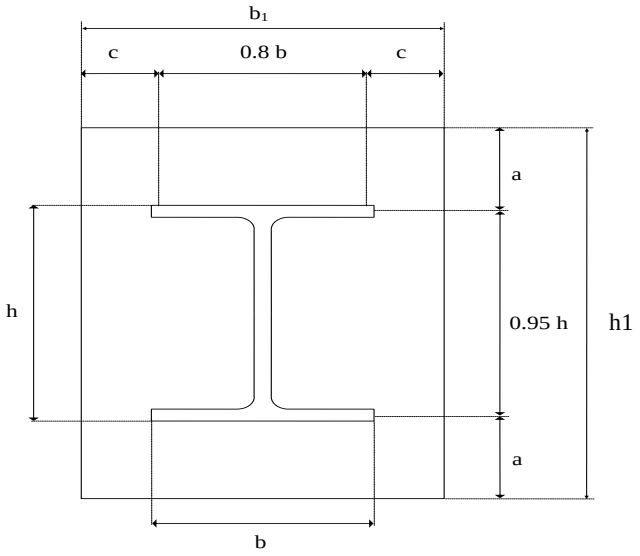
Verifiche globali: Le verifiche globali sono verifiche estese a tutta la sezione resistente; l'analisi della diffusione degli sforzi concentrati è trattata nelle verifiche locali.

Tipologia n° 1

Lo spessore della piastra viene verificato considerando due mensole ortogonali, nel caso di colonna centrata rispetto ala piastra le dimensioni sono le seguenti:

- la prima di luce $a = \frac{(h_1 - 0.95h)}{2}$ e larghezza b_1;
- la seconda di luce $c = \frac{(b_1 - 0.80b)}{2}$ e larghezza h_1;

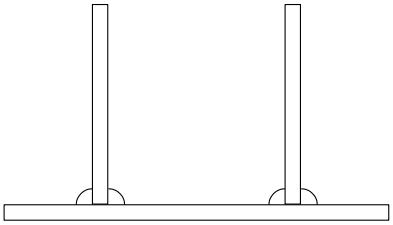
caricate con *p* ritenuta costante su tutta la loro area.

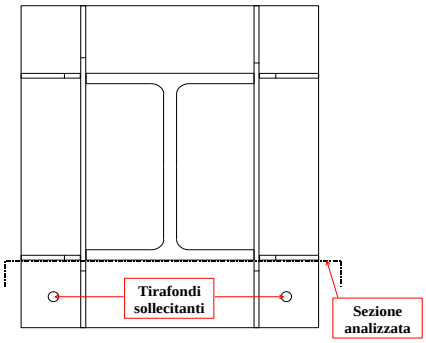


In caso di colonna eccentrica, i valori di a e c sono quelli inseriti come margini nelle apposite caselle del programma.

Tipologia n° 2

La sezione resistente (vedi figura) in questo caso comprende le nervature, solidarizzate alla piastra grazie alle saldature.





Le sollecitazioni agenti sulla sezione derivano dalle pressioni di contatto e dalle forze concentrate. Per quanto riguarda le pressioni di contatto si considerano due mensole ortogonali che nel caso di colonna centrata rispetto alla piastra hanno le seguenti dimensioni:

- la prima di luce a=(h1-h)/2 e larghezza b1;
- la seconda di luce c=(b1-b)/2 e larghezza h1.

Entrambe sono caricate con la pressione *p* ritenuta costante sulla loro area. La sezione è verificata anche a taglio. Per quanto riguarda le forze concentrate, si considerano il momento e il taglio risultante che i tiri dei due tirafondi posizionati lungo il lato di piastra analizzato esercitano sulla sezione di attacco dei fazzoletti al profilo (vedi figura).

Verifiche locali: i tirafondi sollecitano la piastra con forze concentrate, è pertanto necessario verificare che la piastra sia in grado di diffonderle correttamente.

Rifollamento**:**

Se il tipo di verifica è impostato su “Stati limite”, viene calcolata la resistenza a rifollamento della piastra $F_{b,Rd}$ secondo la formula 4.2.61 delle NTC 2008.

Se il tipo di verifica è stato impostato su “Tensioni ammissibili”, la verifica a rifollamento viene eseguita secondo la norma CNR-UNI 10011/88 §5.3.6. La piastra viene verificata a rifollamento, in base alle risultanti di taglio *R* che sollecitano i tirafondi. Il valore di R deriva dalla composizione vettoriale degli sforzi sui singoli bulloni derivanti da tagli nelle due direzioni e momento torcente.

In questo contesto, la tensione di rifollamento si ottiene con la formula seguente. Detto *s* lo spessore della piastra si ha:

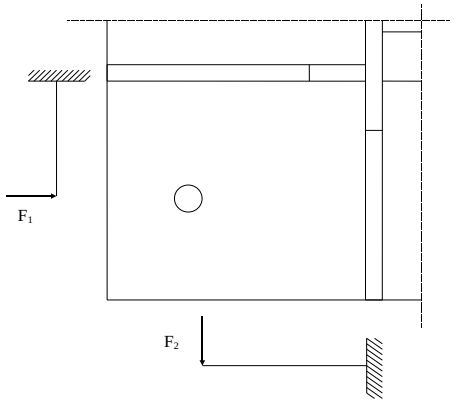
$$\sigma_{rif} = \frac{R}{s \cdot d}$$

Tipologia n° 1

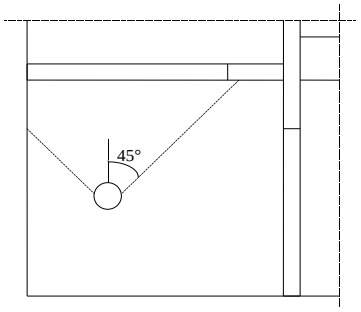
Viene verificata la sezione della piastra all’attacco del profilo sollecitata a flessione dai tiri dei tirafondi relativi. Non si tratta di una vera e propria verifica locale, ma questa tipologia di nodo non fornisce riferimenti verso i quali operare una verifica alla diffusione degli sforzi. In realtà in assenza di fazzoletti risulta molto più significativa e penalizzante la verifica globale.

Tipologia n° 2

La verifica locale viene effettuata considerando la porzione di piastra interessata come due mensole in parallelo.



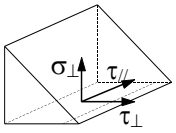
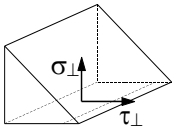
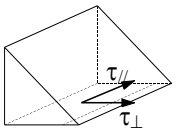
Ripartizione dei tiri dei tirafondi

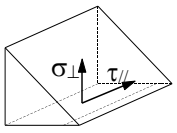
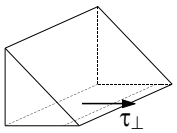
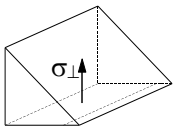
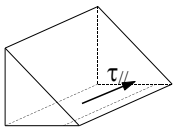


Esempio di diffusione di una forza concentrata

La forza totale viene ripartita in base alla rigidezza di ciascuna mensola, essendo comune a entrambe lo spostamento in testa: F = F1 + F2. La sezione resistente viene calcolata diffondendo la forza a 45° fino alla nervatura.

Saldature: le saldature possono essere sollecitate da tre tipi di tensioni: $\sigma_\perp, \tau_\perp e\ \tau_{//}$. L'ammissibilità delle combinazioni di tensioni è verificata secondo gli schemi esposti in tabella i quali fanno riferimento alle formule *4.2.78* e *4.2.79* delle *NTC 2008*. La verifica viene eseguita considerando la sezione di gola in posizione ribaltata.

Condizioni di sollecitazione	**Limitazioni**	
	$\sqrt{\tau_\perp^2 + \sigma_\perp^2 + \tau_{//}^2} \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\tau_\perp\rvert + \lvert\sigma_\perp\rvert \le$	$\beta_2 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\tau_\perp\rvert + \lvert\sigma_\perp\rvert \le$	$\beta_2 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\tau_\perp\rvert \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\sigma_\perp\rvert \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\sqrt{\tau_\perp^2 + \tau_{//}^2} \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$

	$\sqrt{\sigma_\perp^2 + \tau_{//}^2} \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\tau_\perp\rvert \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\sigma_\perp\rvert \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$
	$\lvert\tau_{//}\rvert \le$	$\beta_1 \cdot f_{yk}$

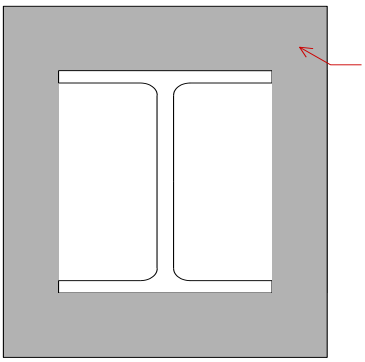
La singola saldatura viene verificata dal programma in tre punti: i due estremi e il punto centrale.
Per i valori dei coefficienti β_1 e β_2 si veda la *tabella 4.2.XIV delle NTC 2008*.

Orizzontali

Le saldature orizzontali vengono verificate con tutte le sollecitazioni agenti, considerando come sezione reagente la sezione ottenuta ribaltando le sezioni di gola delle saldature sul piano della piastra.
La quota di sforzo normale assorbita dalla singola saldatura risulta proporzionale alla sua area reagente.
T_y viene assorbito esclusivamente dalle saldature orientate lungo y.
T_z viene assorbito esclusivamente dalle saldature orientate lungo z.
Le sollecitazioni causate dai momenti flettenti sono calcolate attraverso i momenti d'inerzia della sezione reagente.
Le sollecitazioni causate dal momento torcente sono calcolate attraverso il metodo del *momento polare*. Questo metodo estende al caso dei cordoni d'angolo i principi della teoria della resistenza dei materiali validi a rigore soltanto per le sezioni circolari. Si adotta come centro di rotazione il *baricentro* delle sezioni resistenti e si calcola il momento polare d'inerzia I_0 delle sezioni di gola ribaltate riferito a questo punto. Si suppone poi che le tensioni s agiscano sul cordone in direzione perpendicolare al raggio r che unisce il punto analizzato con il baricentro e che valga la relazione:

$$s = M_t * r / I_0$$

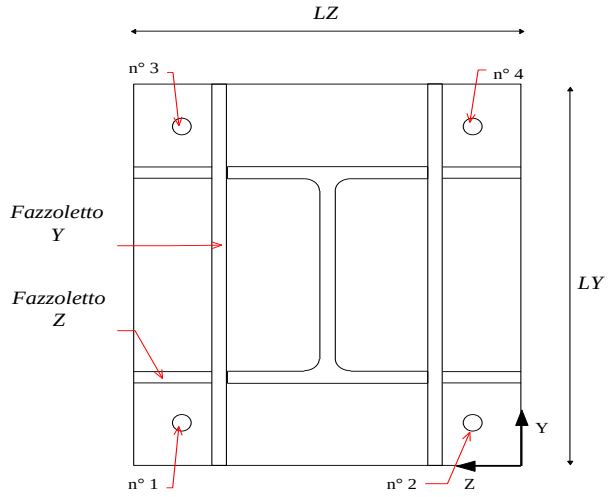
Verticali



Le saldature verticali vengono verificate con uno sforzo di taglio pari al massimo, in valore assoluto, fra lo sforzo normale agente e la risultante ottenuta applicando p alla zona di piastra esterna al profilo.

Stampa

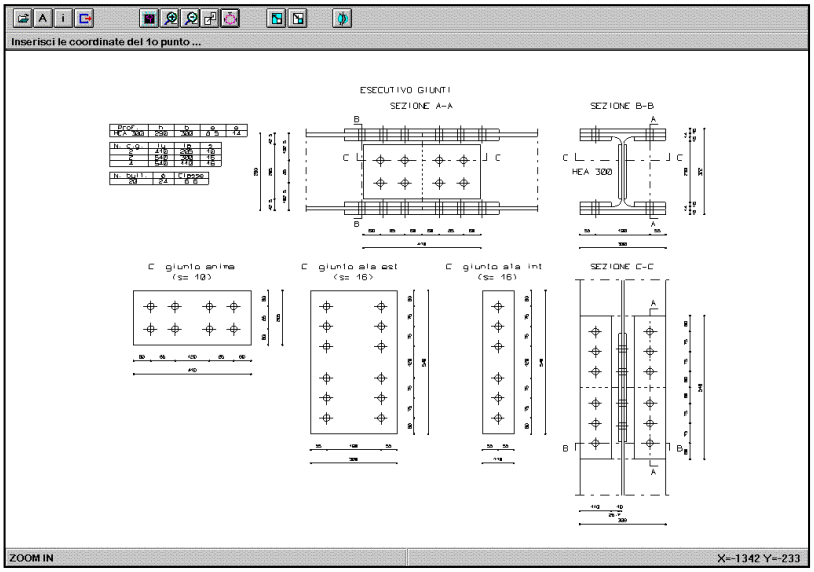
La relazione di calcolo fornisce alcune indicazioni sulla geometria del nodo (figura sottostante). In particolare sono descritte le principali misure del profilo utilizzato, della piastra (Lz, Ly, s), dei tirafondi, dei fazzoletti e delle saldature.



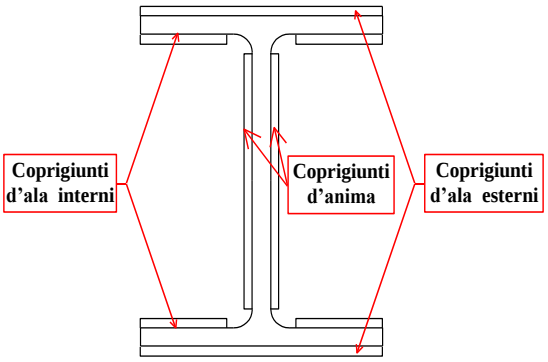
Per ogni saldatura sono indicati: nome, lunghezza e lato.
Alcune delle abbreviazioni utilizzate nella relazione di calcolo sono elencate qui di seguito, per le altre si rimanda al capitolo 4.3.2.

S_prp: $\sigma_\perp$ saldature;
Tau_pe: $\tau_\perp$ saldature.
Tau_pa: $\tau_{//}$ saldature;

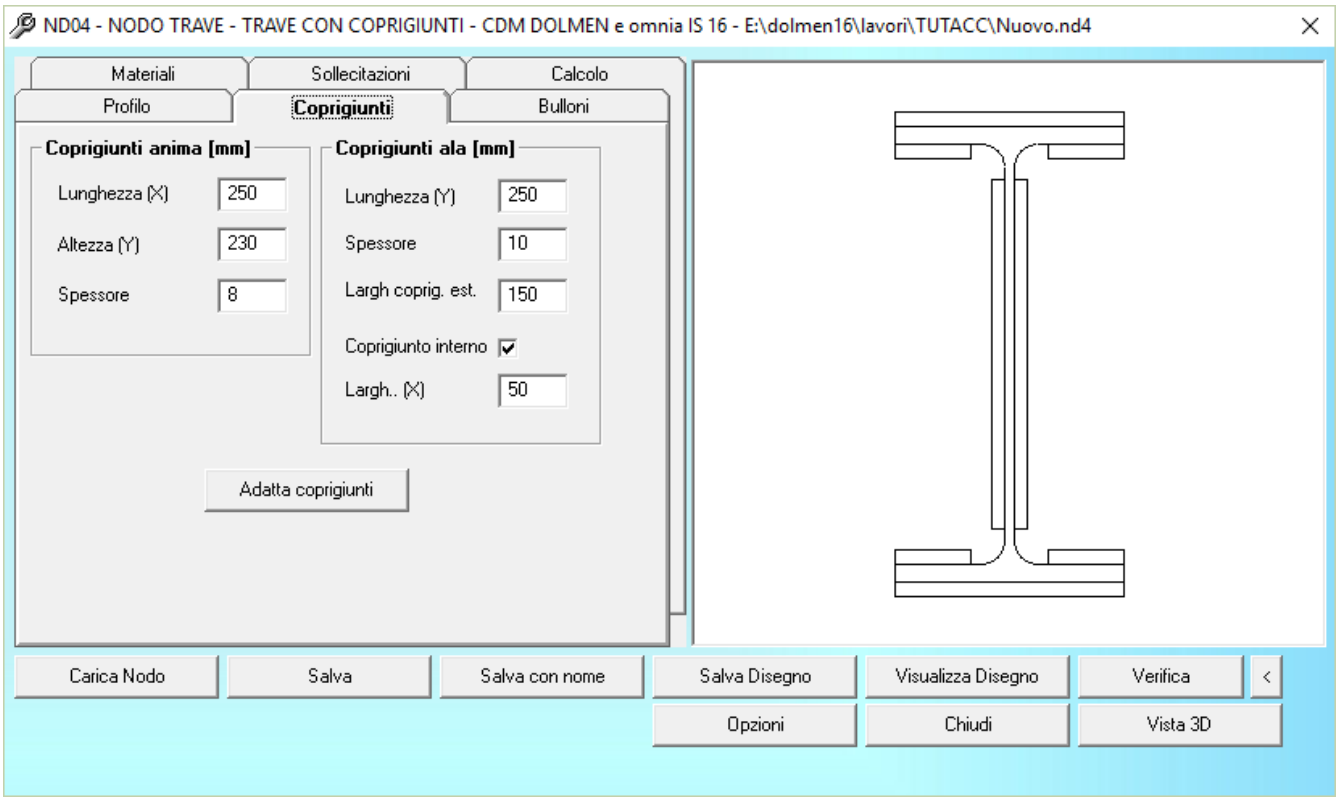
4.3.5 GIUNTO TESTA-TESTA BULLONATO (ND04)



Il modulo ND4 analizza un'unione testa-testa fra due profili a doppia T (trave-trave o colonna-colonna), identici tra loro, collegati con coprigiunti d'ala e d'anima bullonati.



È data all'utente la possibilità di prevedere un solo tipo di coprigiunti, applicati esternamente alle ali e perciò detti *esterni*, oppure applicati sia esternamente che internamente (*esterni* ed *interni*, vedi figura). La tipologia di nodo in questione permette il completo ripristino della sezione, pur rappresentando comunque un punto di minor resistenza a causa dei fori praticati. Pertanto l'unione viene verificata con tutti i tipi di sollecitazione interessanti la sezione; le convenzioni utilizzate sono quelle descritte nell'introduzione. Il modulo si presenta con l'interfaccia riportata nell'immagine seguente.

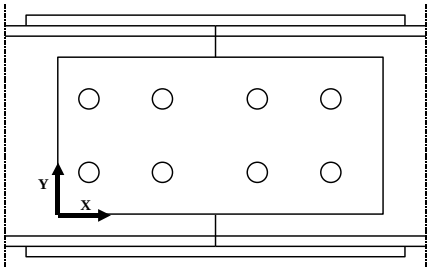


La finestra è divisa in due zone: a destra viene visualizzato un disegno schematico della sezione, a sinistra sono presenti sei linguette che indicano vari temi:

1. Profilo;
2. Coprigiunti;
3. Bulloni;
4. Materiali;
5. Sollecitazioni;
6. Calcolo.

Coprigiunti

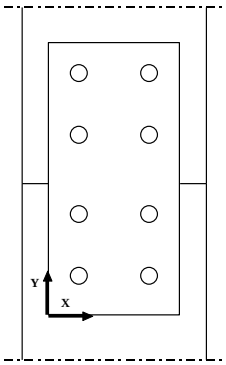
Coprigiunti d'Anima



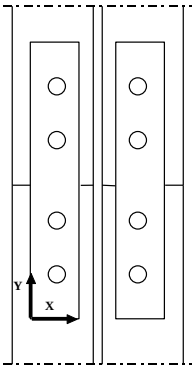
In questa zona è possibile definire geometricamente il coprigiunto d'anima, inserendo i valori di spessore, altezza (Y) e lunghezza (X). Gli assi ai quali fanno riferimento l'altezza e la lunghezza sono quelli indicati nella zona bulloni sul disegno relativo al coprigiunto d'anima e illustrati nella figura.

Coprigiunti d'Ala

In questa zona è possibile inserire le dimensioni dei coprigiunti d'ala. La lunghezza e lo spessore sono comuni ai coprigiunti interni ed esterni, la larghezza va invece inserita separatamente. L'utente ha la possibilità di inserire o meno i coprigiunti interni. Gli assi di riferimento locali sono quelli indicati nella zona bulloni sul disegno relativo al coprigiunto d'ala e illustrati nelle due figure seguenti.
Si ammette che i coprigiunti esterni ed interni siano allineati, pertanto il c.g. esterno viene centrato rispetto al profilo e il c.g. interno viene posizionato riferendosi al bordo del c.g. esterno.



Assi locali coprigiunto d'ala esterno



Assi locali coprigiunto d'ala interno

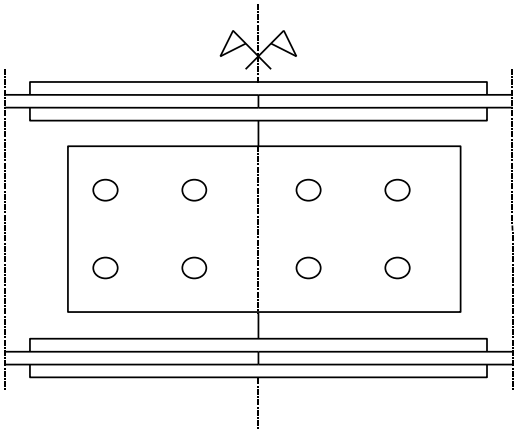
Premendo il tasto "*Adatta Coprigiunti*" il programma propone le massime misure geometricamente ammissibili elencate di seguito:

- Coprigiunti d'anima:
  Lunghezza: pari all'altezza del profilo.
  Altezza: ottenuta come altezza del profilo - (spessore delle ali + raggi di curvatura).
  Spessore: viene arrotondato al valore intero più prossimo.

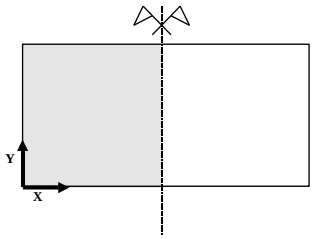
- Coprigiunti d'ala:
  Lunghezza: viene posta pari all'altezza del profilo.
  Larghezza c.g. esterno: viene posta pari alla larghezza del profilo.
  Larghezza c.g. interno: viene posta pari a (b - a - 2r) / 2.
  Spessore: nel caso siano previsti solo c.g. esterni viene posto pari allo spessore dell'ala (se intero) o all'intero immediatamente superiore. Nel caso siano previsti anche i c.g. interni lo spessore viene posto pari all'intero approssimante per eccesso la metà dello spessore d'ala.

Bulloni

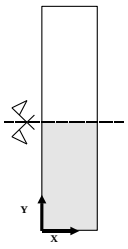
In questa zona è possibile inserire numero e posizione dei bulloni previsti nei coprigiunti di ala e di anima, le modalità di gestione e di inserimento sono analoghe a quelle descritte nel capitolo 4.3.2, al quale si rimanda. Il giunto analizzato è considerato simmetrico rispetto alla zona di congiunzione dei profili (vedi figura), pertanto l'inserimento dei bulloni sarà effettuato solamente per metà dei coprigiunti, venendo automaticamente esteso alla parte mancante. Nel caso dei coprigiunti d'ala si aggiunge poi un'ulteriore simmetria rispetto all'anima della trave.



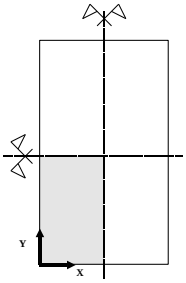
Zona di inserimento bulloni:



c.g. d'anima



c.g. interno d'ala



c.g. esterno d'ala

Qualora siano previsti i c.g. interni, sarà sufficiente inserire i bulloni in metà di un c.g. interno, qualora viceversa esistano solamente i c.g. esterni la parte di c.g. interessata dall'inserimento si ridurrà ad un quarto.

Disegno Schematico Sezione

In questa zona viene visualizzato un disegno schematico (privo dei fori dei bulloni) della sezione che l'utente sta dimensionando. Il disegno segue l'evoluzione del dimensionamento adattando, di volta in volta, la rappresentazione dell'elemento modificato. Qualora si modifichi una dimensione di un elemento, per aggiornare il disegno passare ad un'altra casella o premere <INVIO>.

Sollecitazioni

Le modalità di gestione e di inserimento delle sollecitazioni sono analoghe a quelle descritte nel capitolo 4.3.2, al quale si rimanda. Il tasto "*Max e min*" seleziona i gruppi di sollecitazioni comprendenti le sollecitazioni massime e minime per ogni categoria. Qualora esistano più gruppi comprendenti al loro interno la stessa sollecitazione massima o minima, verrà conservato solamente il primo gruppo trovato.

Imp. 3d

L'importazione delle sollecitazioni presenta una lieve differenza rispetto al modulo ND1: la prima casella della finestra di importazione richiede l'inserimento della distanza che separa il giunto dal nodo iniziale dell'asta. Qualora l'utente inserisca un solo valore di distanza, questo verrà attribuito a tutte le aste selezionate; se invece i valori inseriti sono più di uno, sarà necessario specificarne un numero pari a quello delle aste selezionate. Le distanze sono inserite in metri, per inserire un numero non intero usare come separatore decimale il punto, per separare una distanza dalla successiva utilizzare esclusivamente la virgola.

Verifica Geometrica

Premendo il tasto "*Verifica*", oltre alla verifica tensionale viene svolta una verifica sulla compatibilità geometrica degli elementi costituenti il nodo. I messaggi di avviso sono elencati qui di seguito:

- *Incompatibilità geometrica fra l'altezza del coprigiunto d'anima e la trave*: il coprigiunto d'anima è troppo alto e interferisce con il raggio di curvatura o con le ali della trave;
- *Incompatibilità geometrica fra la larghezza del coprigiunto interno d'ala e la trave*: il coprigiunto interno d'ala è troppo largo e interferisce con il raggio di curvatura o con l'anima della trave;
- *Incompatibilità geometrica fra la larghezza del coprigiunto esterno d'ala e la trave*: il coprigiunto esterno d'ala è più largo del profilo;
- *Dimensioni dei coprigiunti negative o nulle;*
- *Bulloni fuori dal coprigiunto d'anima;*
- *Bulloni fuori dal coprigiunto d'ala;*
- *Mancato rispetto delle distanze dai bordi e degli interassi minimi e massimi tra i bulloni (NTC 2008 – Tabella 4.2.XIII);*
- *Bulloni coincidenti sul coprigiunto d'anima.*

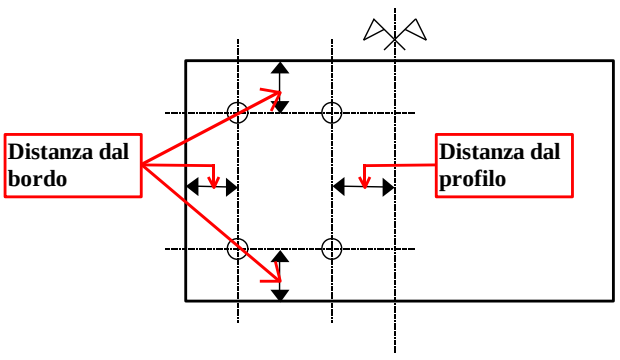
Messaggi equivalenti sono riferiti anche ai coprigiunti d'ala.

Verifica Sollecitazioni

Il nodo analizzato può resistere a tutte le sollecitazioni agenti: N, Ty, Tz, My, Mz, Mt. Gli elementi analizzati sono i seguenti: profili collegati, coprigiunti, bulloni.

Profili

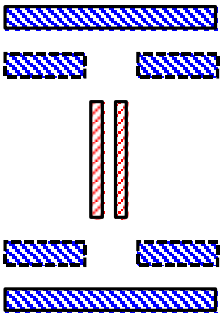
I profili collegati sono verificati considerando le loro caratteristiche meccaniche depurate dei fori. Le verifiche condotte sono a pressoflessione deviata, a torsione e a taglio, nella relazione di calcolo viene riportata la sigma ideale più alta riscontrata. Viene svolta inoltre una verifica a rifollamento, per ogni bullone passante per il profilo.



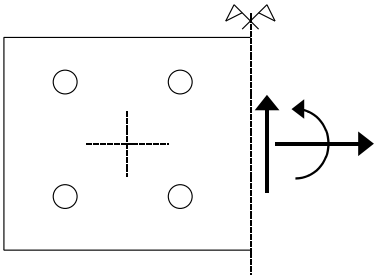
Distanze dei bulloni

Coprigiunti

La filosofia che deve guidare la realizzazione di un nodo come quello analizzato è quella di far sì che l'inserimento dei coprigiunti devi il meno possibile il flusso delle tensioni che si registrava nel profilo. La sezione composta dai soli coprigiunti deve pertanto ricopiare la sezione dell'elemento non solo in caratteristiche meccaniche e di resistenza ma anche nella distribuzione delle aree resistenti. La verifica dei c.g. viene pertanto eseguita attribuendo ai c.g. d'anima le sollecitazioni sopportate dall'anima dell'elemento e ai c.g. d'ala le sollecitazioni sopportate dalle ali.
Ogni verifica dei c.g. è effettuata depurando le sezioni dai fori dei bulloni. Viene effettuata anche la verifica a rifollamento.



Bulloni



I bulloni vengono verificati attribuendo loro le sollecitazioni derivanti dai c.g. relativi, applicate nella sezione di giunzione tra i profili e trasportate nel baricentro della distribuzione di bulloni. Operando in questo modo si tiene conto dell'effetto torcente che il taglio agente sui coprigiunti provoca sui bulloni.

Stampa

Nella relazione di calcolo sono utilizzate le seguenti sigle:

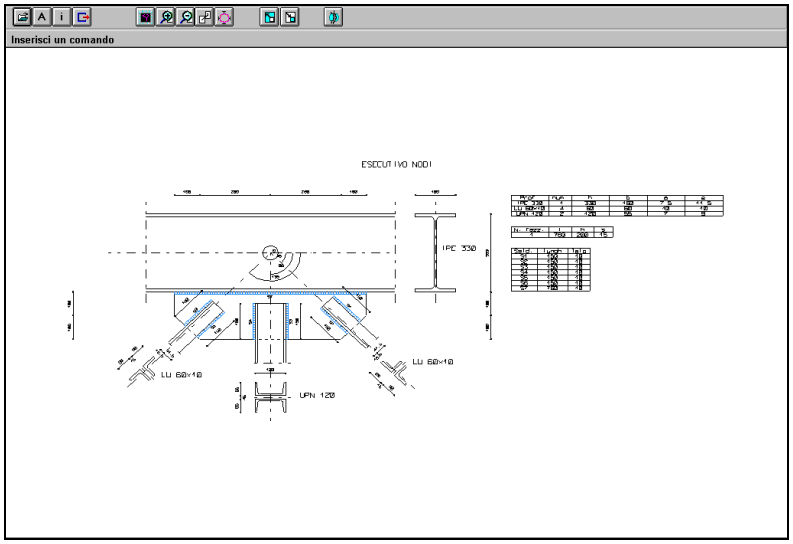
- lu: lunghezza del coprigiunto, è la misura parallela all'asse della trave (o colonna);
- la: larghezza del coprigiunto (altezza nel caso di c.g. d'anima);
- sp: spessore del coprigiunto;

Per ulteriori sigle presenti nella relazione di calcolo si faccia riferimento a 4.3.2.

Sono riportati la posizione geometrica e le sollecitazioni dei bulloni inseriti. Nel caso di c.g. d'anima si fa riferimento ai bulloni d'anima direttamente inseriti, e quindi alla metà del totale dei bulloni d'anima; nel caso di c.g. d'ala si fa riferimento alla metà del totale dei bulloni d'ala, i quali corrispondono al doppio dei bulloni d'ala inseriti.

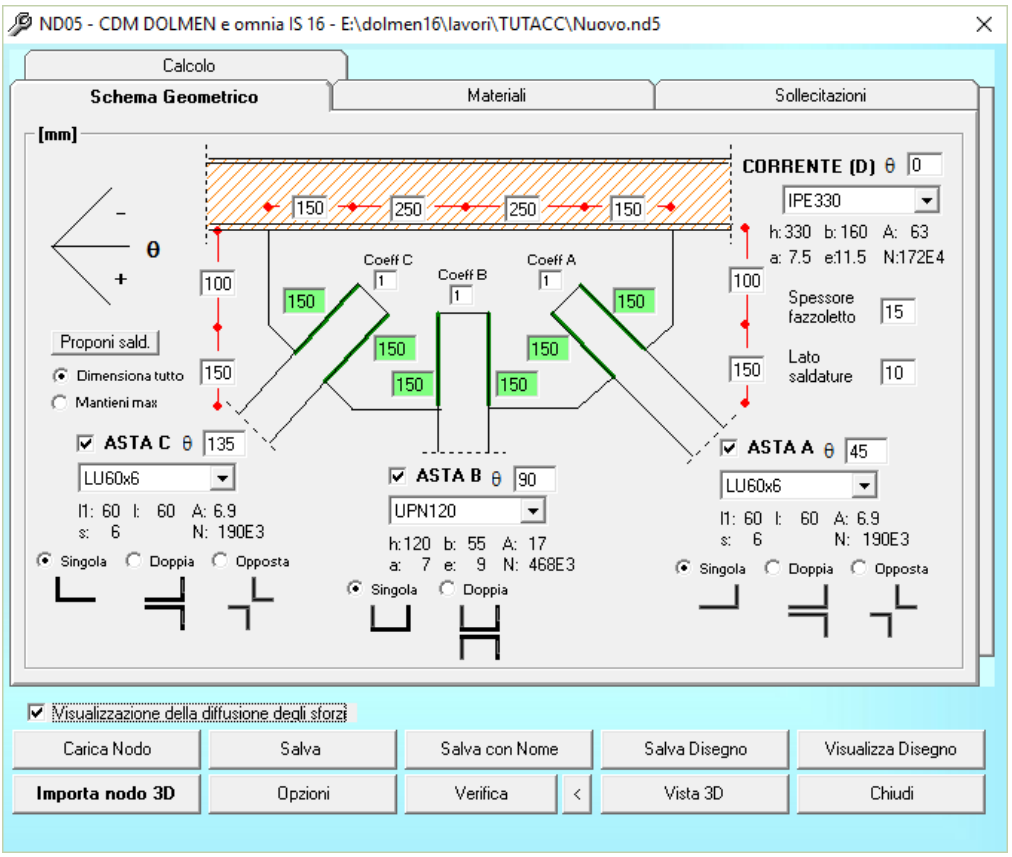
4.3.6 NODO DI TRAVATURA RETICOLARE SALDATO (ND05)

La tipologia analizzata da questo modulo (Figura sottostante) è un nodo di travatura reticolare realizzato con un corrente superiore continuo a doppia T comunque inclinato, al quale è possibile collegare fino a tre aste attraverso un fazzoletto.



Nd5, connessione fra corrente e aste: esecutivo quotato

Il fazzoletto può assumere una forma qualsiasi ed è connesso alle aste ed al corrente tramite saldature. Alle aste possono essere attribuite sezioni a L o ad U singole, doppie od opposte, orientate a scelta dell'utente. L'utente può definire, oltre al numero ed alla tipologia delle aste collegate, anche la loro inclinazione e le dimensioni delle saldature impiegate, aiutato da funzioni che permettono di importare i dati necessari dall'esterno o che agevolano i principali dimensionamenti. Il modulo propone una finestra di *Inserimento dati* (vedi figura seguente) che permette la definizione geometrica del nodo.

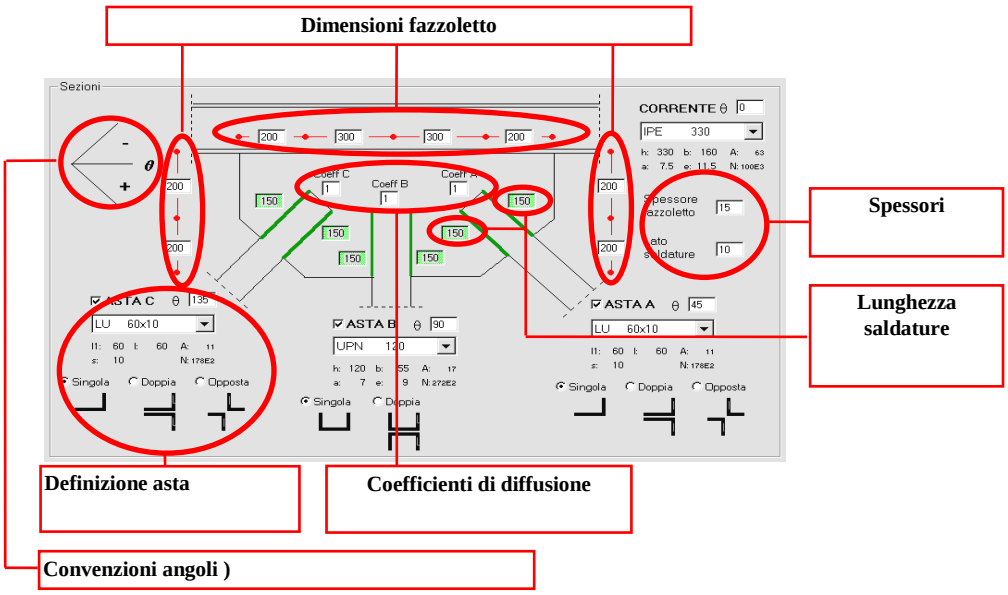


Le quattro linguette disponibili, permettono la visualizzazione dei seguenti parametri:

- Schema geometrico;
- Materiali;
- Sollecitazioni;
- Calcolo.

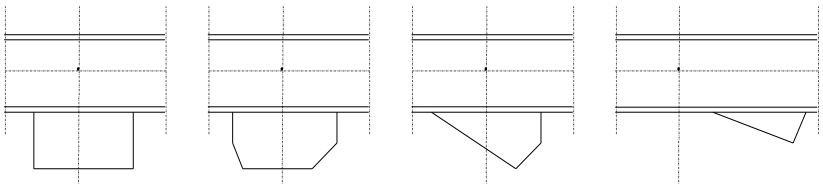
Schema geometrico

Questa finestra consente di definire totalmente la geometria del nodo, dimensionando corrente, aste, fazzoletto e saldature in ogni loro parte.



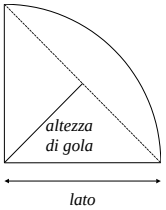
Dimensioni fazzoletto

Inserendo i valori desiderati (espressi in millimetri) nelle apposite celle è possibile definire le dimensioni geometriche del fazzoletto. Il fazzoletto ha un lato coincidente con il corrente, due lati ortogonali a quest'ultimo e tre lati comunque inclinati. Qualora si desideri eliminare uno o più lati è sufficiente porre a zero le dimensioni ad essi relative. Il fazzoletto può essere anche traslato lungo il corrente attribuendo valori negativi alle opportune dimensioni. La posizione del fazzoletto (sopra o sotto il corrente) è valutata in base alla posizione dell'ultima asta attivata.



Alcuni esempi di fazzoletto realizzabili

Spessori



In questa zona è possibile indicare lo spessore del fazzoletto e il lato delle saldature che si intendono realizzare. Il lato delle saldature si intende unico per tutte le saldature del nodo.

Lunghezza saldature

Per ogni asta è possibile indicare la lunghezza in millimetri delle saldature che la uniscono al fazzoletto; le celle relative alle saldature sono quelle caratterizzate dallo sfondo di colore verde. Per facilitare l'inserimento delle saldature sono disponibili alcune funzioni descritte nel capitolo *Utilità*.

Coefficienti di diffusione

Il programma verifica ogni asta attiva alla diffusione degli sforzi, utilizzando una larghezza di diffusione *beff* (vedi *Verifica*). Il calcolo di *beff* tiene conto delle reali dimensioni del fazzoletto che potrebbero limitarne l'effettiva estensione, senza rilevare però le eventuali zone di diffusione comuni a più aste. Gli effetti di questa sovrapposizione possono essere inseriti dall'utente nella verifica attraverso il *coefficiente di diffusione* il quale viene moltiplicato alla *beff* calcolata dal programma. Per una corretta valutazione del coefficiente può essere utile l'opzione *Visualizzazione della diffusione degli sforzi*.

Definizione asta

In questa zona è possibile definire la sezione dell'asta e la sua inclinazione rispetto all'orizzontale.

Attivazione

Questa opzione permette di attivare e disattivare l'asta. Se un'asta è disattivata non viene visualizzata nell'esecutivo, viene disabilitata nella definizione delle sollecitazioni agenti e non viene considerata nella verifica. Inoltre viene impedito all'utente di intervenire sul *tipo di profilo* e sul *tipo di sezione*.

Angolo di incidenza

Ad ogni asta ed al corrente deve essere attribuito un angolo di incidenza espresso in gradi e misurato rispetto all'orizzontale (vedere convenzioni angoli). La differenza di angolazione fra l'ultima asta attivata e il corrente determina la posizione del fazzoletto rispetto a quest'ultimo (sopra o sotto).

Tipo profilo

In questa zona si definisce il profilo utilizzato per realizzare l'asta. I profili disponibili sono a *doppia T* per quanto riguarda il corrente e a *L ed a U* per quanto riguarda le aste. L'elenco dei profili è contenuto in un file apposito che, all'occorrenza, può essere modificato dall'utente per inserire sezioni personalizzate. Per svolgere tale operazione potete contattare l'assistenza telefonica.

Informazioni

Per una più semplice valutazione del profilo selezionato sono disponibili alcune informazioni su di esso. In particolare nel caso di profili a doppia T ed a U vengono fornite:

- **h**: altezza del profilo;
- **b**: larghezza del profilo;
- **a**: spessore dell'anima;
- **e**: spessore delle ali.

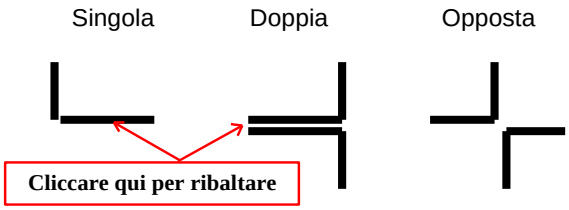
Nel caso di profili a L invece si avrà:

- **l1**: lato di dimensioni maggiori;
- **l**: lato di dimensioni minori;
- **s**: spessore.

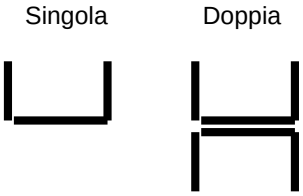
Completano le informazioni il valore **A** dell'area fornito in cm^2 e il valore **N** del massimo sforzo normale di trazione sopportabile dal profilo, fornito in daN.

Tipo sezione

Stabilito il tipo di profilo da utilizzare il programma fornisce diverse opzioni di assemblaggio (Figure sottostanti); il lato di maggiori dimensioni del profilo (l'anima nei profili a U) viene sempre posto sul fazzoletto. Esiste poi la possibilità nel caso di profili ad L di determinare da quale parte si voglia posizionare il lato di dimensioni inferiori semplicemente cliccando sul lato orizzontale del profilo.



Tipi di sezione ammessi per profili a L

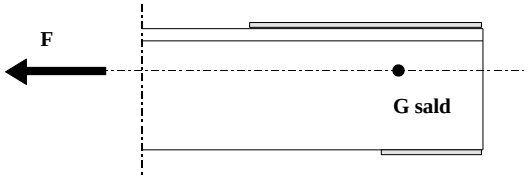


Tipi di sezione ammessi per profili a U

Questa opzione è attiva solo sul tipo di sezione selezionato in quell'istante.

Proponi sald.

È buona norma progettuale realizzare unioni saldate nelle quali il baricentro delle saldature sia allineato con il baricentro della sezione del profilo, al fine di sfruttare in uguale misura le saldature e di evitare flessioni parassite. La funzione "*Proponi sald.*" permette di automatizzare l'inserimento delle lunghezze di saldatura rispettando questo principio, relativamente alle sole aste attivate. Le lunghezze così calcolate sono approssimate ai 10 mm.



La funzione è disponibile con due opzioni: "*Dimensiona tutto*" e "*Mantieni max*".

Dimensiona tutto

Le saldature vengono dimensionate entrambe, assoggettandole ad uno sforzo pari all'80% dello sforzo di trazione massimo sopportabile dal profilo (area x S_{adm}).

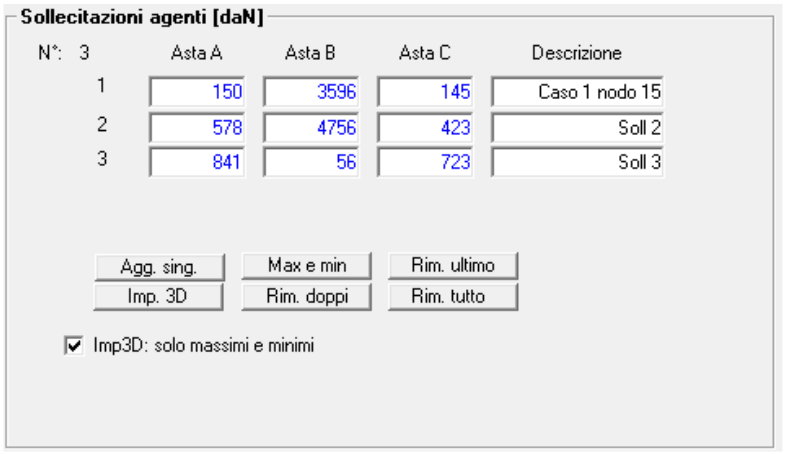
Mantieni max

Viene mantenuta fissa la saldatura di lunghezza massima presente sull'asta, mentre la rimanente saldatura è dimensionata in modo da centrare le saldature sul baricentro della sezione.

Convenzione angoli

Gli angoli di incidenza delle aste e del corrente si intendono misurati rispetto all'orizzontale, positivi se in senso orario.

Sollecitazioni



In questa zona è possibile stabilire con quali sollecitazioni operare la verifica del nodo, l'unica tipologia di sollecitazione prevista per le aste è quella di sforzo normale. Le sollecitazioni possono essere inserite direttamente dall'utente (seguendo le convenzioni di segno illustrate nell'introduzione), oppure importate dall'analisi della struttura generale.

Agg. singolo

Consente l'inserimento di un nuovo gruppo di sollecitazioni che viene inserito in coda ai gruppi preesistenti.

Imp. 3D

Permette di importare dalla struttura generale le sollecitazioni agenti sul tipo di nodo che si sta trattando

Inserimento nodi, Inserimento Asta A, Asta B, Asta C.

Al fine di permettere l'importazione delle sollecitazioni è necessario indicare a quali nodi della struttura fare riferimento e, relativamente a ciascun nodo, da quale delle aste convergenti prelevare le sollecitazioni. È possibile inserire queste informazioni indicando i singoli nodi (o aste) con i loro nomi separati da una virgola e/o indicando intervalli di nodi (o aste) separando due nomi con un tratto (Es. 1,2,3-5 significa dall'uno al cinque). È necessario che fra i nodi e le aste inseriti vi sia una assoluta corrispondenza, cioè che l'asta corrispondente al nodo converga effettivamente nel nodo stesso. Il procedimento deve essere effettuato per tutte le aste attive in quell'istante, se un'asta è disattivata risulta disabilitata la casella di inserimento relativa ad essa.

Casi di carico

È necessario indicare quali casi di carico considerare nell'importazione delle sollecitazioni. La modalità di inserimento risulta identica a quella illustrata per l'inserimento dei nodi e delle aste (par. 0). Premendo il tasto **"***Tutti***"** si effettua l'inserimento di tutti i casi di carico esistenti nel lavoro corrente, premendo il tasto **"***A***"** si cancella la digitazione eseguita.

Sestetti

La modalità di inserimento risulta identica a quella illustrata per l'inserimento dei casi di carico. Se nella casella dei sestetti compare solo il numero "0" il programma importerà tutti i sestetti esistenti.

Condizioni di carico

La modalità di inserimento risulta identica a quella illustrata per l'inserimento dei casi di carico.

Importa
Opera l'importazione delle sollecitazioni agenti nelle aste inserite, relativamente all'asta (A, B o C) ad esse associata, nelle sezioni corrispondenti ai nodi inseriti, relativamente ai casi, sestetti o condizioni inseriti. Le sollecitazioni agenti così importate verranno aggiunte a quelle eventualmente già presenti. Poiché le aste di una trave reticolare si intendono sollecitate solamente da sforzo normale, questo tipo di sollecitazione sarà l'unica ad essere importata.

Chiudi: Chiude la finestra *Importa sollecitazioni da 3D.*

Max e min: Riduce l'elenco di sollecitazioni agenti a tutti i gruppi comprendenti N_{max} e N_{min} per ogni tipo di asta (A, B, C).

Rim. Doppi: Consente di eliminare i gruppi di sollecitazioni agenti ripetuti più volte.

Rim. Ultimo: Permette di eliminare l'ultimo gruppo di sollecitazioni della lista.

Rim. Tutto: Consente di eliminare contemporaneamente tutti i gruppi di sollecitazioni inseriti. Prima di effettuare l'eliminazione l'utente dovrà inserire una conferma.

Origine
Serve per identificare il gruppo di sollecitazioni agenti. Se il gruppo è stato importato dalla struttura generale, *Origine* indicherà il caso (o la condizione) e il nodo di provenienza (per visualizzare l'informazione interessata cliccare una volta sull'*Origine* interessata e muoversi con il cursore). Se il gruppo è stato inserito dall'utente, *Origine* si compone di un prefisso *Soll* e di un numero che indica l'ordine di inserimento del gruppo. *Le origini sono modificabili dall'utente*, semplicemente sostituendo all'esistente la dizione desiderata. Nella relazione di calcolo il programma, per identificare la combinazione di sollecitazioni con la quale è stata effettuata la verifica, farà riferimento all'*Origine* della combinazione. Per operare la rimozione di un gruppo di sollecitazioni qualsiasi è sufficiente cliccare due volte sulla loro *Origine*.

Valori
In questa porzione di finestra sono visualizzati i valori (modificabili) delle sollecitazioni inserite. L'unità di misura utilizzata è il daN; per scorrere l'elenco di sollecitazioni utilizzare la barra di scorrimento verticale.

Tipi di casi di carico
È possibile selezionare, per ogni gruppo di sollecitazioni, il tipo di caso di carico al quale appartiene. La casella abilitata indica che è il caso di carico di origine del gruppo è di tipo II, la casella disabilitata indica un caso di carico di tipo I.

Materiali
In questa zona è possibile scegliere il tipo di acciaio da utilizzare. Le tipologie a disposizione dell'utente sono quelle elencate dalle *NTC 2008 § 11.3.4.1*. Nella parte inferiore del pannello sono riportate le tensioni ammissibili per il tipo di materiale selezionato, per i 2 tipi di casi di carico.

Comandi generici
Importa nodo 3D
È data all'utente la possibilità di importare *le sezioni delle aste e le loro inclinazioni* dalla struttura generale. Premendo "*Importa Nodo 3D*" viene lanciata la funzione "Cerca nodi" (vedi 4.3.1)
Il programma interrompe l'importazione con un messaggio d'avviso qualora si tenti di importare un profilo inadeguato al tipo di asta selezionato (ad esempio un profilo ad L per il corrente).

Visualizzazione della diffusione degli sforzi

Attivando questa opzione nell'esecutivo del nodo viene visualizzata la diffusione degli sforzi, assunta a 30°, dalle saldature al fazzoletto. In questo modo risulta più agevole valutare il valore da assegnare ai coefficienti di diffusione.

Verifica Sollecitazioni

Le verifiche effettuate dal programma sono le seguenti:

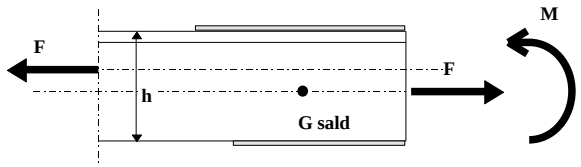
- Verifica saldature - Verifica diffusione sforzi - Verifica fazzoletto.

Verifica saldature

Le saldature possono essere sollecitate da tre tipi di tensioni: $\sigma_{\perp}$, $\tau_{//}$ e $\tau_{\perp}$. I criteri per valutare l'ammissibilità delle combinazioni di quest'ultime sono quelli illustrati nel capitolo 4.3.4.

Verifica saldature aste

Le saldature delle aste sono sollecitate da uno sforzo normale agente sul baricentro della sezione. Detto sforzo può essere pensato come uno sforzo nomale agente nel baricentro delle saldature sommato ad un momento flettente sul profilo che si trasforma in torcente sulle saldature, come visualizzato nella figura seguente:



Sollecitazioni sulle saldature

Le saldature rispondono con $\tau_{//} = \tau_F + \tau_M$ somma delle sollecitazioni derivanti da F e da M e quindi $\tau_{//i} = \frac{F}{l_{tot} g} \pm \frac{M}{h l_i g}$ dove:

l_{tot} = lunghezza totale delle saldature dell'asta analizzata;
g = altezza di gola delle saldature;
l_i = lunghezza della saldatura analizzata;
h = altezza del profilo.

Nel caso in cui la saldatura sia una sola, risponderà con $\tau_{//}$ alla forza F e con $\tau_{\perp}$ al momento torcente M.

Verifica saldatura fazzoletto

La saldatura del fazzoletto è sottoposta a N, M e T dovuti alle azioni sulle aste e viene verificata a taglio e a pressoflessione.

Verifica diffusione sforzi

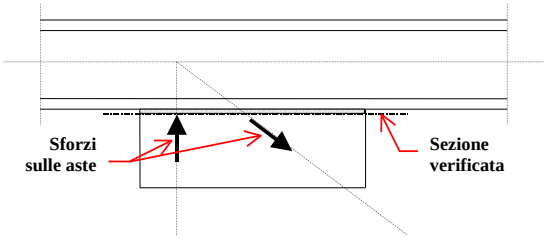
È necessario verificare che gli sforzi vengano diffusi dalle aste al fazzoletto. Convenzionalmente si impone che le linee di diffusione siano inclinate di 30° rispetto alle saldature e si verifica la sezione di fazzoletto di larghezza b_{eff}.

La larghezza b_{eff} viene calcolata tenendo conto delle reali dimensioni del fazzoletto, le eventuali sovrapposizioni delle zone di diffusione di aste diverse sono computate attraverso un coefficiente di diffusione $c \leq 1$ inserito dall'utente. Si avrà pertanto che la tensione sul fazzoletto sarà

$\sigma = \frac{N}{c b_{eff} s}$ dove *s* è lo spessore del fazzoletto.

Verifica fazzoletto

Il fazzoletto viene verificato nella sezione di attacco al corrente, che risulta sottoposta a taglio e pressoflessione.



Stampa

Nella stampa della relazione di calcolo sono riportati tutti i dati utili a ricostruire la geometria del nodo e a descrivere lo stato tensionale riscontrato in esso. I dati sono organizzati secondo le categorie descritte qui di seguito.

GEOMETRIA DEL NODO**:**

- Caratteristiche delle aste: vengono forniti i dati relativi a tutte le aste attive per quanto riguarda i profili utilizzati, gli angoli di incidenza e i coefficienti di diffusione.
- Fazzoletto: vengono forniti lo spessore e gli ingombri massimi in larghezza e in altezza.
- Saldature: ogni saldatura viene identificata con un nome e vengono forniti lunghezza e lato.

MATERIALI:

È indicato il tipo di acciaio utilizzato e le tensioni ammissibili ad esso relative, a seconda dei tipi di casi di carico e degli spessori dei profili.

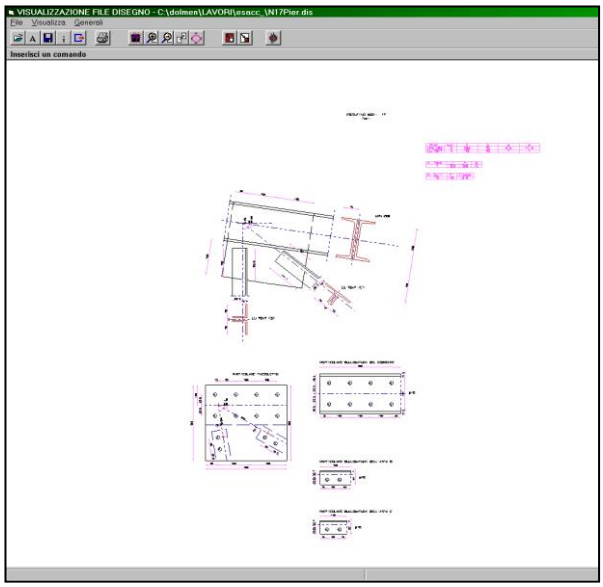
TENSIONI CALCOLATE:

- Diffusione: per ogni gruppo di sollecitazioni è fornito il valore della tensione riscontrata nel fazzoletto all'attacco di ogni asta.
- Saldature: per ogni gruppo di sollecitazioni e per ogni saldatura sono stampati i valori di $\sigma_{\perp}$, $\tau_{//}$ e $\tau_{\perp}$ calcolati e la percentuale che la peggior verifica da effettuare ha raggiunto rispetto alla sigma ammissibile.
- Attacco al corrente: viene stampato il valore della tensione massima riscontrata nel fazzoletto nella sezione di attacco al corrente.

Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2.

4.3.7 NODO DI TRAVATURA RETICOLARE BULLONATO (ND06)

La tipologia analizzata da questo modulo (Figura sottostante) è un nodo di travatura reticolare realizzato con un corrente superiore continuo con sezione a C doppia oppure U doppia comunque inclinato, al quale è possibile collegare fino a tre aste attraverso un fazzoletto.



Nd6, connessione fra corrente e aste: esecutivo quotato

Il fazzoletto può assumere una forma qualsiasi ed è connesso alle aste ed al corrente tramite bulloni. Alle aste possono essere attribuite sezioni a L o ad U singole, doppie od opposte, orientate a scelta dell'utente. L'utente può definire oltre al numero ed alla tipologia delle aste collegate, anche la loro inclinazione ed il tipo di bullonatura, aiutato da funzioni che permettono di importare i dati necessari dall'esterno.
Il modulo propone una finestra di *Inserimento dati* molto simile a quella del nodo 5, pertanto si rimanda al capitolo 4.3.6 per la descrizione delle varie sezioni. Vengono descritte solo le funzioni che presentano differenze rispetto al nodo 5.

Lunghezza della porzione di asta all'interno del fazzoletto

Per ogni asta è possibile indicare la lunghezza in millimetri della porzione all'interno del fazzoletto. La lunghezza è intesa come dimensione minima della zona bullonabile, calcolata sull'asse dell'asta. Se, per la conformazione del fazzoletto, la lunghezza dei lati dell'asta interni a quest'ultimo è insufficiente a garantire la dimensione precisata, il programma modificherà l'affondamento del profilo in fase di disegno.

Coefficienti di diffusione

Il programma esegue una verifica locale del fazzoletto in prossimità di ogni asta attiva calcolando le tensioni in una sezione determinata da una diffusione degli sforzi secondo un angolo di 30°(vedi *Verifica*). Il calcolo della larghezza effettiva di tale sezione non tiene conto delle reali dimensioni del fazzoletto che potrebbero limitarne l'estensione e non rileva le eventuali zone di diffusione comuni a più aste. Gli effetti di questa sovrapposizione possono essere inseriti dall'utente nella verifica attraverso il *coefficiente di diffusione* il quale viene moltiplicato alla *beff* calcolata dal programma.

Verifica Sollecitazioni

Le verifiche effettuate dal programma sono le seguenti:

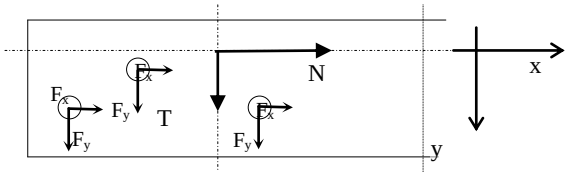
- Verifica a tranciamento dei bulloni;
- Verifica delle distanze tra i bulloni;
- Verifica a rifollamento della parti collegate;
- Verifica del fazzoletto con diffusione degli sforzi.

Verifica a tranciamento dei bulloni

Per la determinazione dell'azione sui bulloni sono prese in conto la sollecitazione di sforzo normale, la sollecitazione di taglio e l'eventuale presenza di eccentricità tra l'asse del profilo ed il baricentro dei bulloni stessi. In generale, i bulloni delle aste dovranno assorbire sforzo normale e momento torcente, mentre i bulloni del corrente sopportano uno sforzo normale, un taglio ed un momento torcente. Ogni bullone risulta comunque sollecitato solamente a taglio.

Per la distribuzione dello sforzo normale e del taglio si considera una quota di sforzo uguale per ogni bullone. Se *n* è il numero dei bulloni, mentre N e T sono rispettivamente lo sforzo normale ed il taglio agenti, lo sforzo su ogni bullone sarà dato dalla composizione vettoriale dei due valori:

$$F_x = \frac{N}{n} \qquad F_y = \frac{T}{n}$$

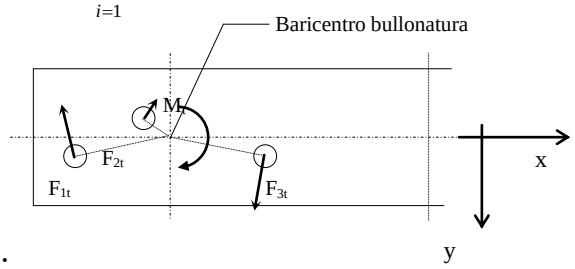


Schema della distribuzione delle azioni di sforzo normale e taglio sui bulloni

La distribuzione del momento torcente che nasce in seguito all'eccentricità esistente tra il baricentro dell'azione e quello della bullonatura è ottenuta ipotizzando che l'unione sia costituita da lamiere infinitamente rigide e da bulloni perfettamente elastici. Di conseguenza la rotazione dei centri dei fori è comune a ciascuno di questi e la forza agente sui bulloni è proporzionale alla distanza degli stessi dal centro di rotazione, coincidente con il baricentro della bullonatura. In formule:

$$F_{xit} = \frac{M_t}{\sum_{i=1}^{n}(x_i^2 + y_i^2)} x_i \qquad F_{yit} = \frac{M_t}{\sum_{i=1}^{n}(x_i^2 + y_i^2)} y_i \qquad F_{it} = \sqrt{(F_{xit}^2 + F_{yit}^2)}$$

Schema della distribuzione del momento torcente sui bulloni:



L'azione totale sui bulloni risulta quindi:

$$F_{xi} = \frac{N}{n} + \frac{M_t}{\sum_{i=1}^{n}(x_i^2 + y_i^2)} x_i \qquad F_{yi} = \frac{T}{n} + \frac{M_t}{\sum_{i=1}^{n}(x_i^2 + y_i^2)} y_i \qquad F_i = \sqrt{(F_{xi}^2 + F_{yi}^2)}$$

Le sollecitazioni così ottenute sono confrontate con i valori resistenti calcolati secondo quanto indicato dalle *NTC 2008 § 4.2.8.1.1*.

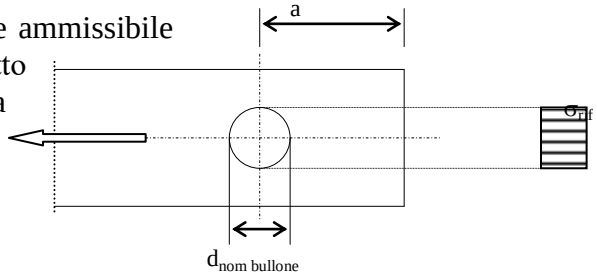
L'area resistente (A_{res}) è determinata sulla base del diametro nominale del bullone: attivata l'opzione "*Riduzione area bullone per filettatura*" nel pannello "Opzioni", verrà ridotta rispetto all'area nominale per tenere conto della zona filettata.

Verifica delle distanze tra i bulloni

Vengono anche effettuati dei controlli sulla posizione dei bulloni per verificare che vengano rispettati le distanze dai bordi e gli interassi minimi e massimi tra i bulloni *(NTC 2008 – Tabella 4.2.XIII).* Nel caso di verifica condotta alle Tensioni Ammissibili, questi controlli fanno riferimento alle prescrizioni delle CNR 10011.

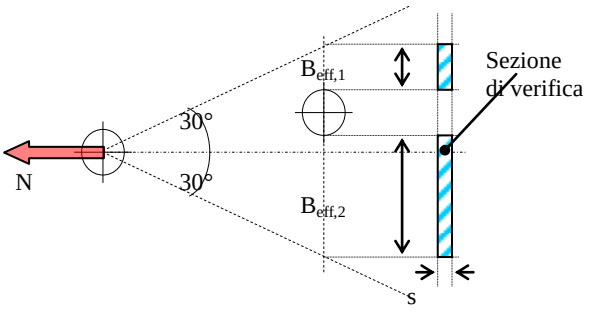
Verifica a rifollamento delle parti collegate

La verifica del collegamento agli Stati Limite, prevede l'utilizzo della formula *4.2.61* delle *NTC 2008* per quanto riguarda il rifollamento.
Se il calcolo viene svolto alle Tensioni Ammissibili, la verifica a rifollamento è fatta sulla base degli sforzi calcolati sui bulloni come descritto al punto precedente.
La pressione è determinata sulla sezione rettangolare che ha per altezza lo spessore del profilo o del fazzoletto e per base il diametro del bullone.
La tensione normale è confrontata con la pressione ammissibile dell'acciaio di cui è costituito il fazzoletto moltiplicata per un coefficiente che dipende dalla posizione del foro sul profilo o sul fazzoletto e più precisamente:



$$\sigma_{amm,rif} = \sigma_{amm} \cdot \alpha$$

con:
$\alpha = 3$ se i piatti lavorano a compressione;
$\alpha = \alpha(a)$ secondo tabella seguente, se i piatti lavorano a trazione (a: distanza dal bordo libero nella direzione della forza). Per ulteriori approfondimenti relativi a questo procedimento si veda "Strutture in acciaio"- G. Ballio, F. Mazzolani.



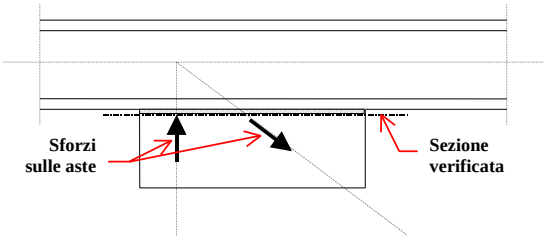
Condizione	α
a ≥ 3d	2.5
3d > a ≥ 2d	2.0
2d > a ≥ 1.5d	1.4
1.5d > a ≥ 1.2d	1.0

Verifica del fazzoletto

Il fazzoletto viene verificato in alcune sezioni in prossimità di ciascuna asta di parete e nella sezione rappresentata dal filo del corrente "interno" allo stesso. Lo sforzo che ogni bullone trasmette al fazzoletto viene diffuso nel fazzoletto con un angolo di 30°: la sezione di verifica è quindi rettangolare con altezza pari allo spessore del fazzoletto e base variabile in funzione della distanza del foro dalla sezione stessa. Il programma verifica la sezione determinata in corrispondenza di ogni bullone, depurando la sezione stessa dai fori che vengono interessati (vedi figura).
La larghezza b_{eff} viene calcolata senza tenere in conto le reali dimensioni del fazzoletto; le eventuali sovrapposizioni delle zone di diffusione di aste diverse possono essere computate attraverso un coefficiente di diffusione $c \le 1$ inserito dall'utente. Si avrà pertanto che la tensione sul fazzoletto sarà (s=spessore del fazzoletto):

$$\sigma = \frac{N}{c\sum_{i=1}^{n} b_{eff,i} s}$$

Il fazzoletto viene infine verificato nella sezione “sotto” (o “sopra”) il corrente, che risulta sottoposta a taglio e pressoflessione (vedi figura sottostante).



Sezione di sotto al corrente

Stampa

Nella stampa della relazione di calcolo sono riportati tutti i dati utili a ricostruire la geometria del nodo e a descrivere lo stato tensionale riscontrato in esso. I dati sono organizzati secondo le categorie descritte qui di seguito.

*GEOMETRIA DEL NODO***:**

- Caratteristiche delle aste: per tutte le aste attive sono forniti i profili utilizzati, gli angoli di incidenza e i coefficienti di diffusione.
- Fazzoletto: vengono forniti lo spessore e gli ingombri in larghezza e in altezza.
- Saldature: vengono forniti sigla, lunghezza e lato di ogni saldatura.

MATERIALI:

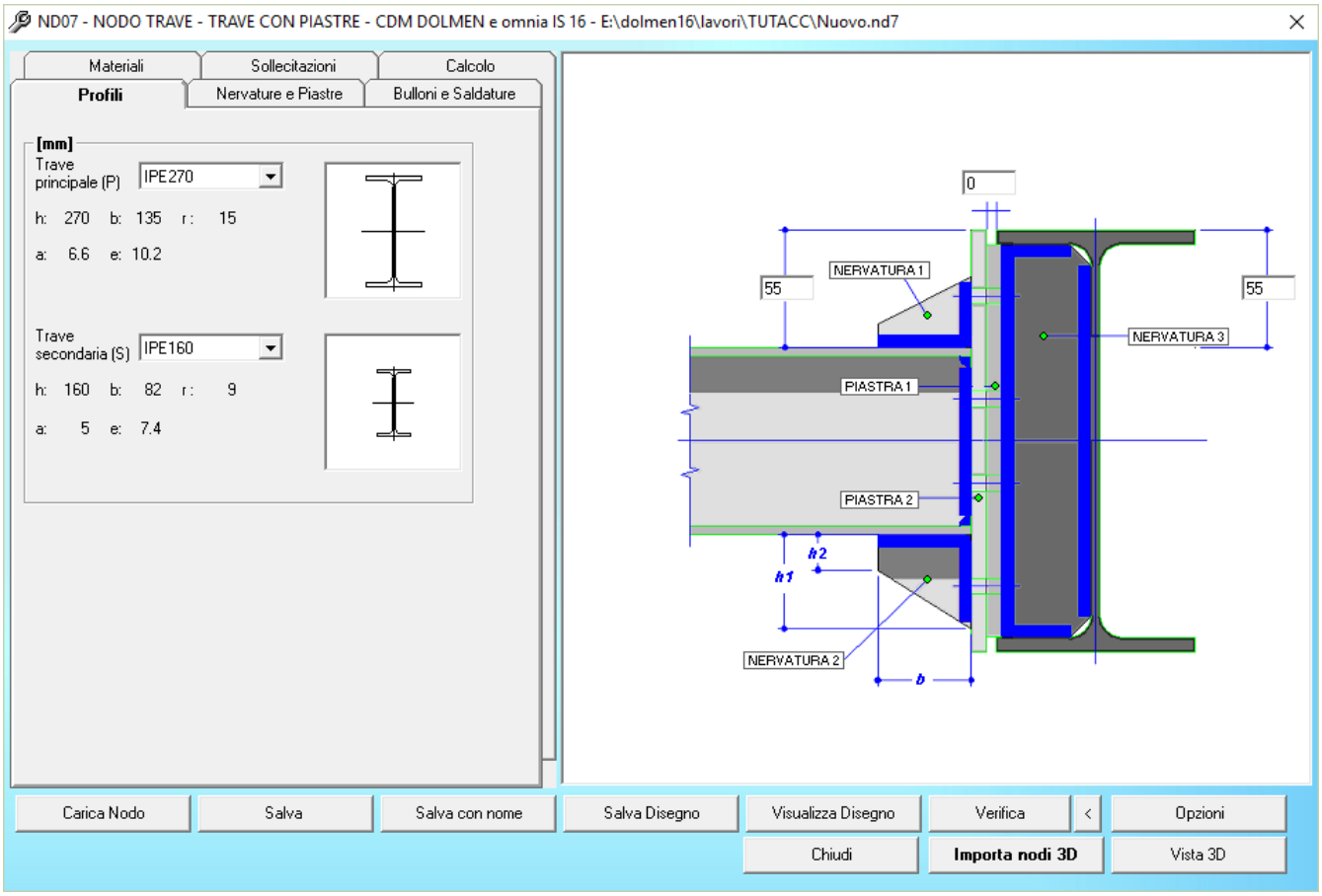
E’ indicato il tipo di acciaio utilizzato e la classe delle viti con le tensioni ammissibili relative, a seconda dei tipi di casi di carico e degli spessori dei profili.

TENSIONI CALCOLATE:

- Diffusione: per ogni gruppo di sollecitazioni è fornito il valore della tensione massima riscontrata nel fazzoletto in corrispondenza dell’attacco di ogni asta.
- Sezione sotto corrente: viene stampato il valore della tensione massima riscontrata nel fazzoletto nella sezione sotto o sopra il corrente
- Verifica a rifollamento**:** viene stampata, per ogni asta e per il corrente, la tensione di rifollamento massima riscontrata in corrispondenza di ogni bullone, sul profilo o sul fazzoletto.
- Verifica bulloni**:** Vengono stampati i valori della tensione di tranciamento per ogni bullone di ciascun collegamento.
- Verifica profili**:** Viene riportata, per ogni asta, la tensione massima riscontrata nelle diverse sezioni depurate dai fori.

Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2.

4.3.8 NODO TRAVE-TRAVE CON PIASTRE (ND07)



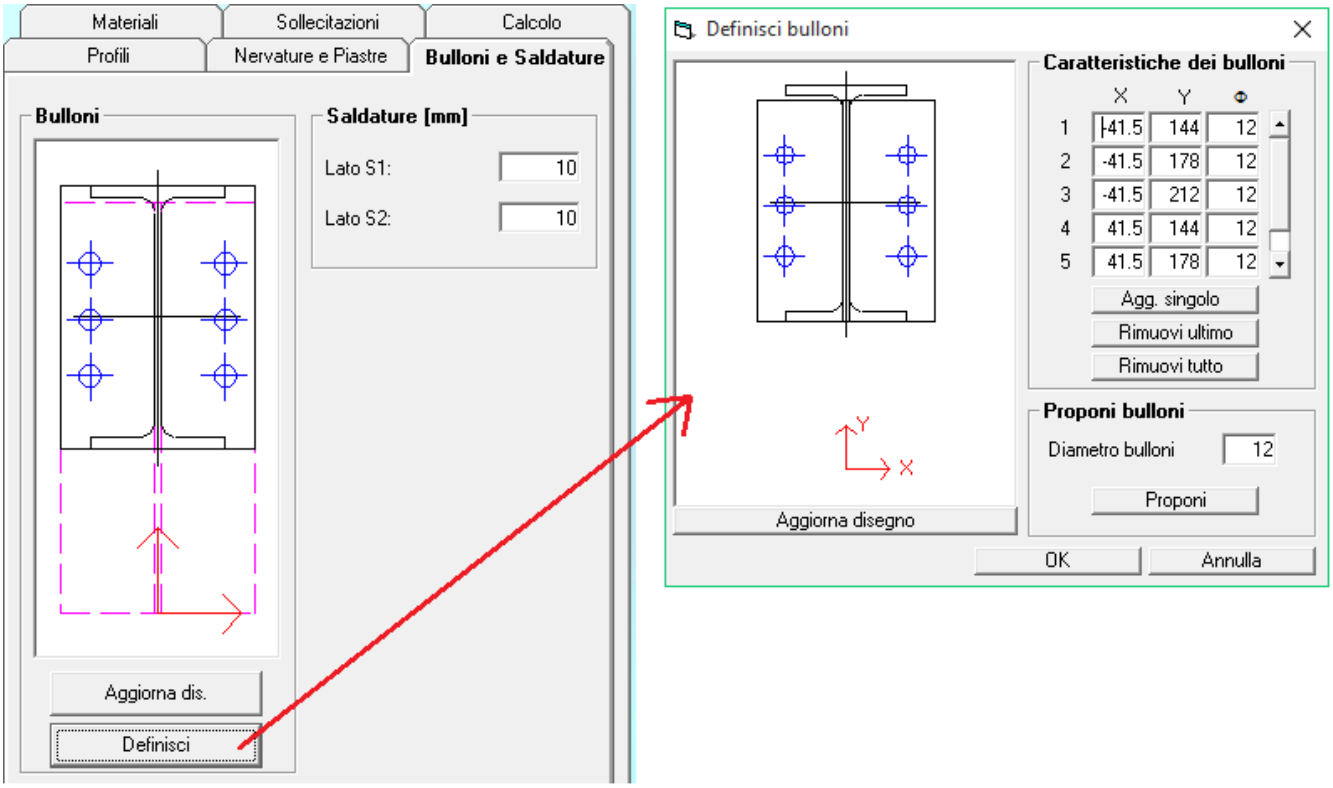
La tipologia di nodo analizzata da questo programma è l'unione trave-trave con piastre di collegamento. L'unione prevede la presenza di una trave, detta principale, sulla quale si innesta la trave secondaria. Il tipo di nodo in esame è individuato dall'estensione *nd7*, staticamente schematizzabile con un incastro, ed è in grado di sostenere tutte le sei componenti di sollecitazione (taglio, torsione e flessione).

Molte delle caratteristiche e dei dati richiesti sono i medesimi dei nodi precedenti, specialmente del nodo trave-trave con squadrette (vedi 4.3.2). Si rimanda inoltre ai capitoli precedenti per le seguenti funzioni:

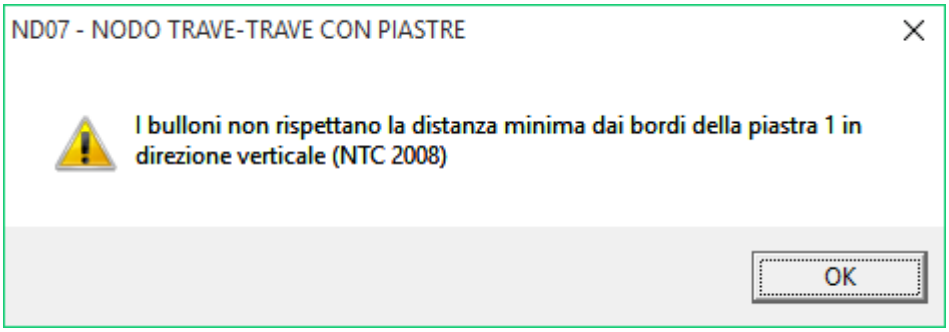
- Importa nodi da 3D
- Sollecitazioni
- Tipi di casi di carico
- Materiali

Bulloni

Una piccola differenza rispetto ai nodi precedenti è rappresentata dalla modalità di inserimento bulloni. Nel caso del nodo 7 e di altri nodi successivi, la linguetta "Bulloni e saldature" riporta il tasto "Definisci" il quale causa l'apertura di un'apposita finestra di definizione della geometria dei bulloni (vedi immagine seguente). Tale finestra è dotata della funzione "Proponi" che, a partire dal diametro scelto, definisce una configurazione coerente con i limiti di normativa. Un altro parametro che influenza questo inserimento semi-automatico è lo "Spazio minimo disponibile intorno al foro" che viene definito aprendo la finestra di Opzioni del nodo e scegliendo la voce "Geometria nodo e calcolo".

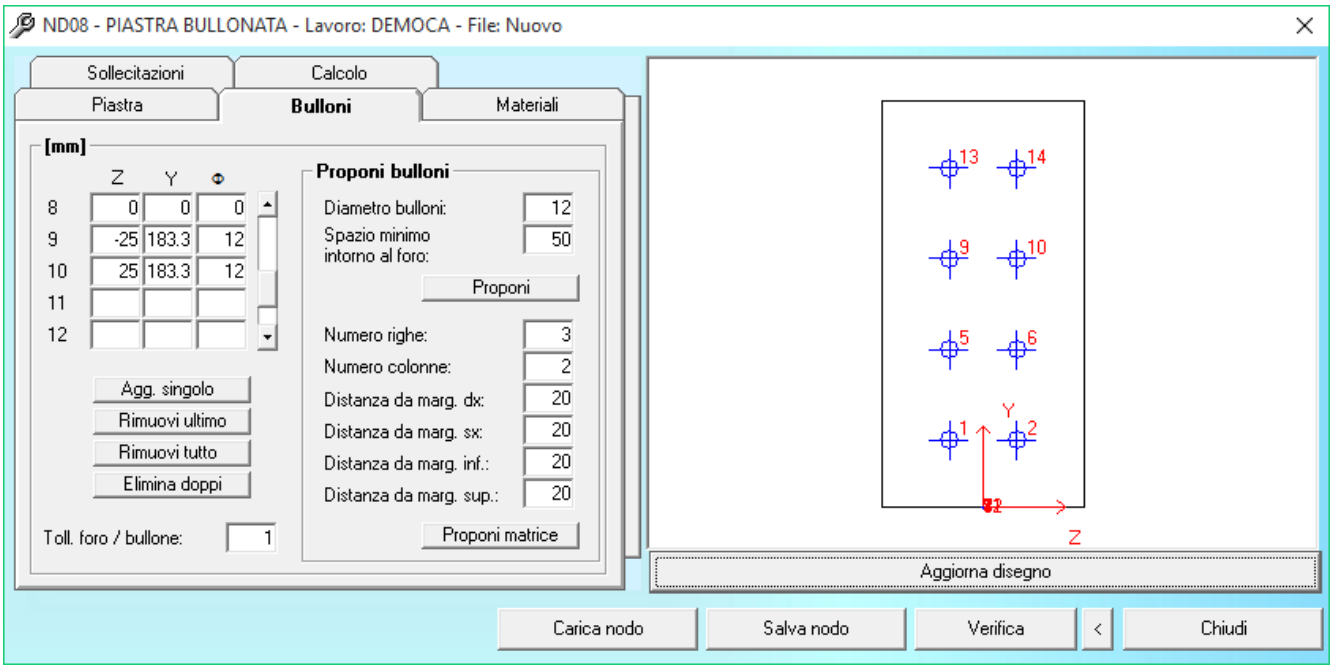


In accordo con quanto indicato nelle NTC 2008, i bulloni devono rispettare limiti inferiori e superiori di distanza tra loro e dai bordi della piastra secondo la tabella 4.2.XIII.
Nel caso in cui tali limiti non siano rispettati il programma permette comunque l'inserimento, ma al momento dell'esecuzione delle verifiche fornisce messaggi d'errore simili a quello riportato di seguito.



Per poter proseguire con la verifica del nodo è necessario modificare la geometria di piastre o bulloni per soddisfare i requisiti di normativa.

4.3.9 NODO PIASTRA BULLONATA (ND08)



La tipologia di nodo analizzata da questo programma è una generica unione bullonata, su piastra di collegamento. I dati di input sono:

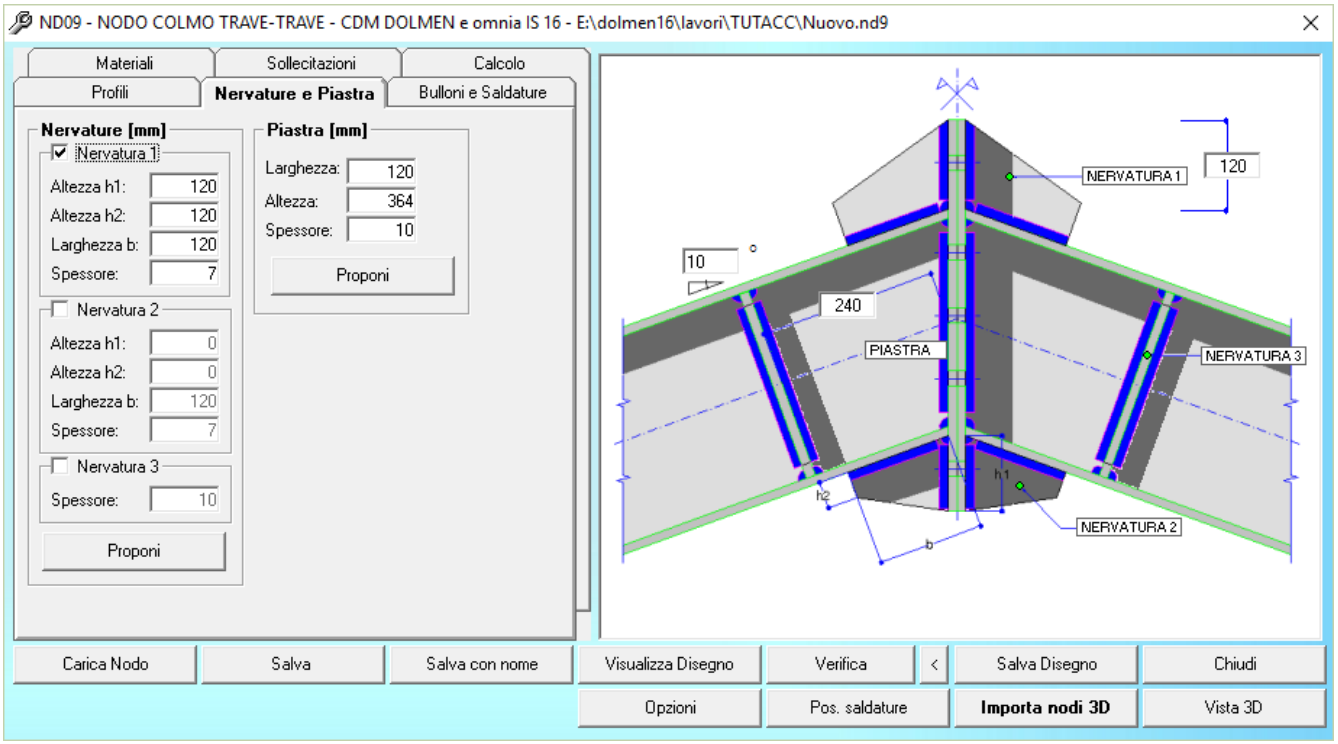
- disposizione dei bulloni e dimensioni della piastra;
- caratteristiche del materiale;
- sei valori di sollecitazione con relativo punto di applicazione sulla piastra.

La disposizione dei bulloni può essere indicata tramite il riquadro "Proponi Bulloni" oppure utilizzando la tabella di coordinate e il pannello grafico a sinistra (fermando il mouse in un punto della finestra vengono evidenziate le coordinate corrispondenti).

NB: se vengono effettuate "prove" di inserimento, ricordarsi di cancellare le precedenti disposizioni col tasto Rimuovi tutto.

La restituzione avviene con un tabulato di verifica della bullonatura e della piastra di base.

4.3.10 NODO DI COLMO TRAVE-TRAVE (ND09)



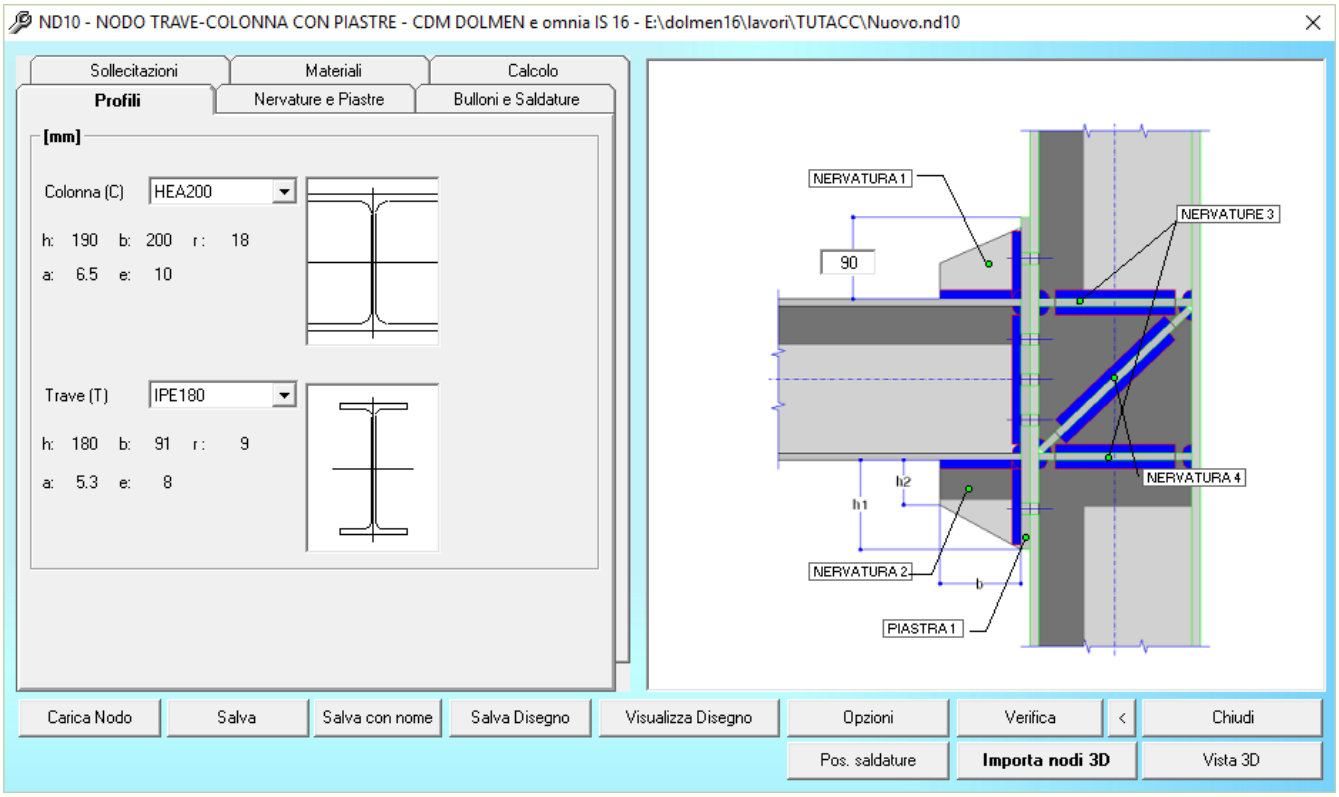
La tipologia di nodo analizzata da questo programma è l'unione di colmo tra due travi costituenti una copertura e aventi un'inclinazione data.
L'unione prevede la presenza di un profilo a I identico per entrambi i lati. Il tipo di nodo in esame è individuato dall'estensione *nd9*, staticamente schematizzabile con un incastro, ed è in grado di sostenere tutte le sei componenti di sollecitazione (taglio, torsione e flessione).
Per l'operatività di questo nodo si rimanda alle definizioni ed alle procedure già descritte per i nodi precedenti.

Verifica Sollecitazioni

Le verifiche effettuate dal programma sono le seguenti:

- Verifica a tranciamento dei bulloni;
- Verifica delle distanze tra i bulloni;
- Verifica a rifollamento della parti collegate;
- Verifica a flessione delle piastre di collegamento;
- Verifica delle saldature.

4.3.11 NODO COLONNA TRAVE CON PIASTRA (ND10 – ND11)



La tipologia di nodo analizzata da questo programma è l'unione trave su pilastro con piastre di collegamento. Il tipo di nodo in esame è individuato dall'estensione *nd10 (o nd11* per l'incastro sull'anima del pilastro), ed è staticamente schematizzabile con un incastro: è in grado perciò di sostenere tutte le sei componenti di sollecitazione (taglio, torsione e flessione).
Le ipotesi di base nell'uso di questo nodo sono le seguenti:

- la "Nervatura 3" è utile per evitare l'instabilità dell'anima della colonna in zona compressa o il distacco dall'ala in zona tesa;
- la "Nervatura 4" incrementa la resistenza a taglio dell'anima della colonna;
- premendo due volte il tasto "Proponi piastra" si otterrà la prima volta una larghezza pari alla larghezza della trave, e la seconda volta pari alla larghezza della colonna.

Sul lato trave sono eseguite le seguenti verifiche:

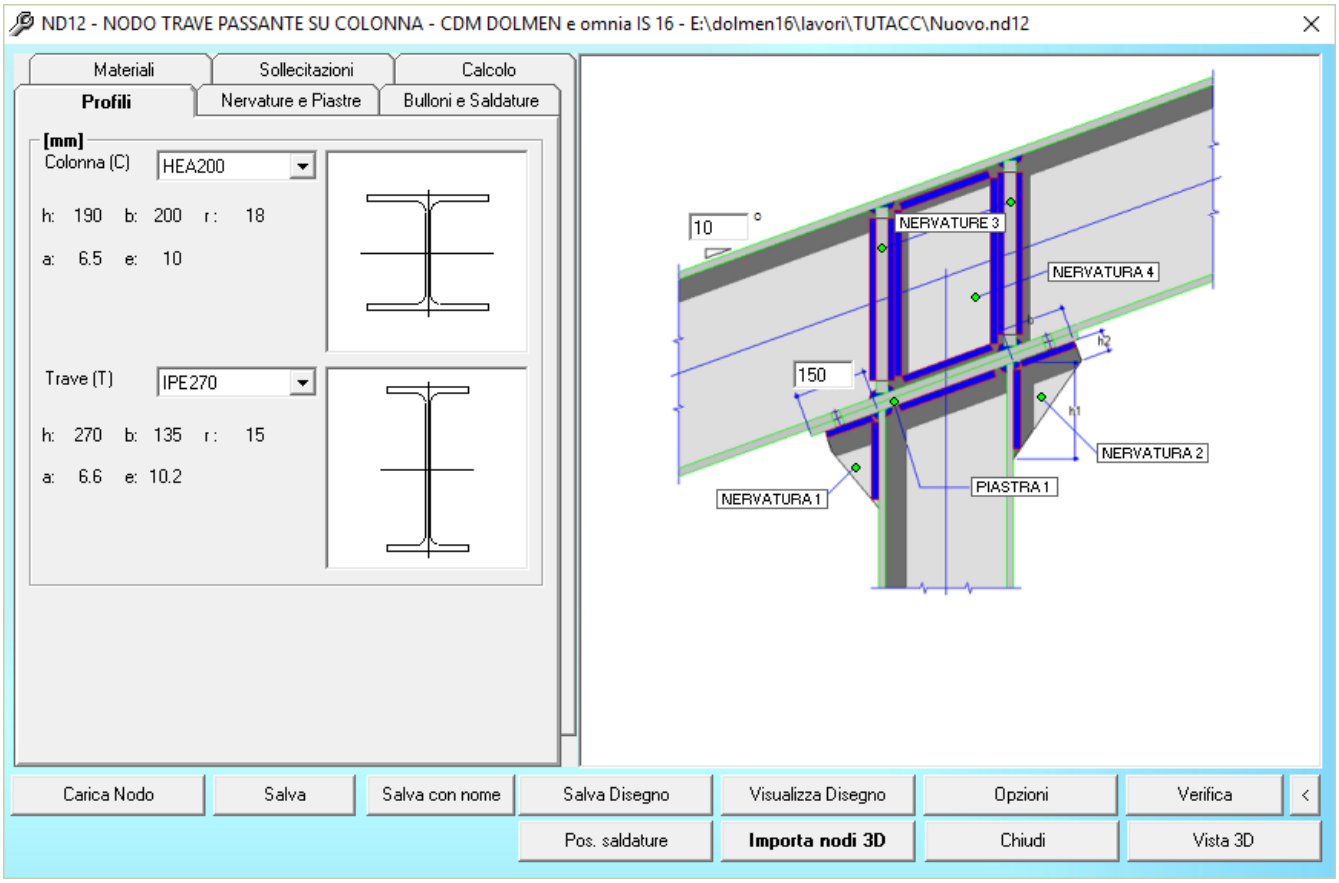
- bullonatura per T, Mt, Mz, My su sezione parzializzata;
- rifollamento sulla piastra e sull'ala;
- pressione sull'ala della colonna;
- saldature.

Per le verifiche sul lato colonna si considera la trave completamente snervata. Di conseguenza sul lato colonna il nodo è a completo ripristino. Le verifiche effettuate sono:

- resistenza ala e anima zona compressa;
- instabilità anima zona compressa;
- resistenza ala e anima zona tesa;
- resistenza a taglio anima;
- saldature.

Per ulteriori dettagli si rimanda al testo "Strutture in acciaio"- G. Ballio, F. Mazzolani.
A causa della difficoltà di esecuzione pratica del nodo a incastro con attacco sull'anima del pilastro, le viti posizionate tra le ali del profilo trave vanno saldate alla piastra lato colonna *prima* di fissare quest'ultima, lasciando la testa "all'interno".
Molte delle caratteristiche e dei dati richiesti sono i medesimi dei nodi precedenti). Si rimanda inoltre ai capitoli precedenti per le seguenti funzioni: Importa nodi da 3D, Bulloni, Sollecitazioni, Tipi di casi di carico, Materiali.

4.3.12 NODO TRAVE PASSANTE SU COLONNA (ND12)



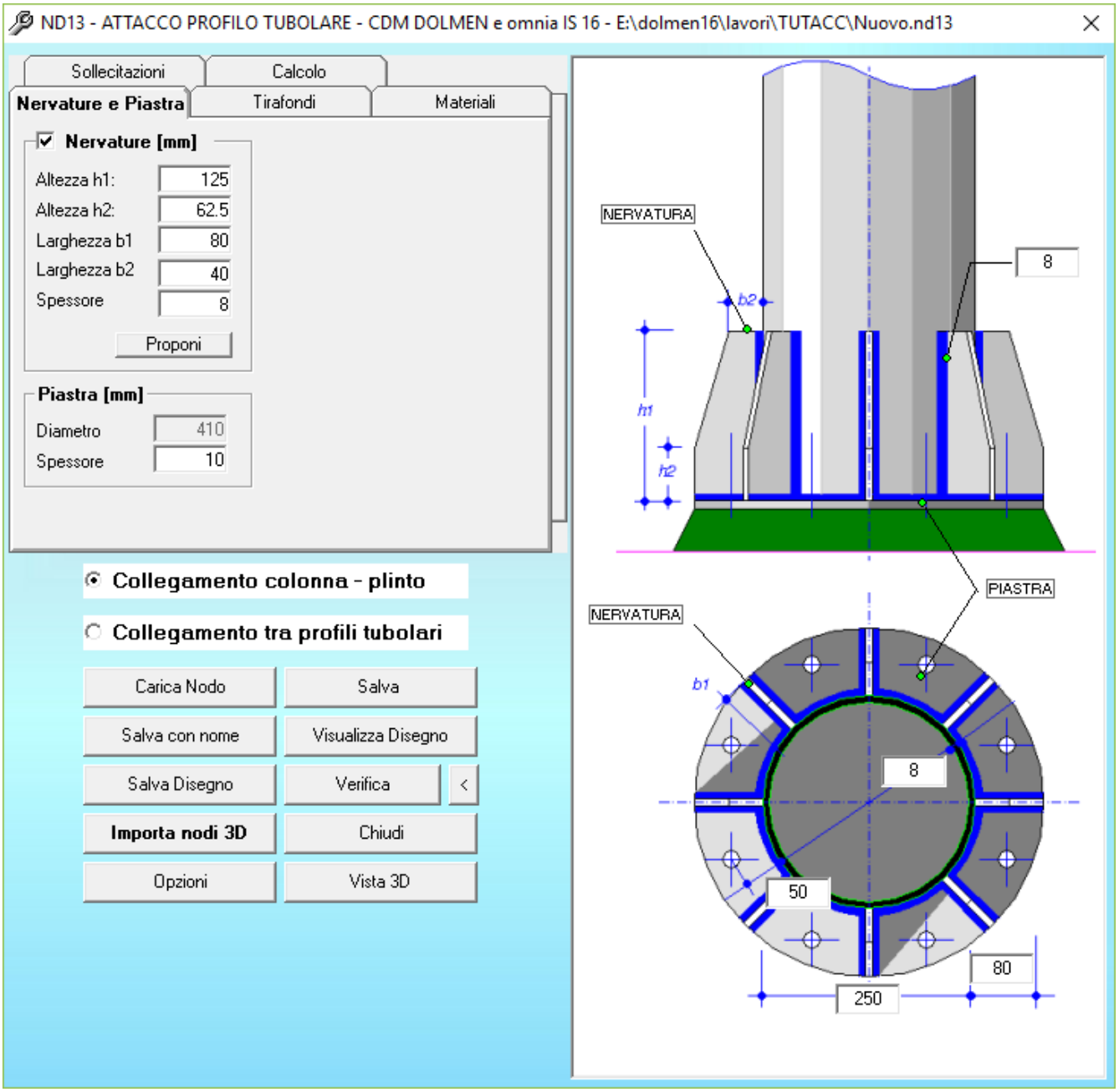
Per l'operatività di questo nodo si rimanda alle definizioni ed alle procedure già descritte per i nodi precedenti.

Per quanto riguarda l'inserimento dei bulloni, si precisa che l'area disponibile per la bullonatura è definita dal contatto tra la piastra di collegamento e la flangia inferiore della trave. In caso di difficoltà nella definizione della bullonatura, cliccare sul tasto "Opzioni" presente nella zona inferiore del pannello e verificare il valore inserito alla voce "Geometria nodo e calcolo" – "Spazio minimo disponibile intorno al foro".

È possibile effettuare la verifica del nodo imponendo le regole di gerarchia delle resistenze e quindi controllando che si tratti di un nodo a completo ripristino. Per attivare questa funzionalità bisogna cliccare sul tasto "Opzioni", poi "Geometria nodo e calcolo" e selezionare la voce "Attiva verifiche di completo ripristino". Il software controllerà che il momento resistente di progetto del nodo sia maggiore del massimo momento resistente della colonna e anche del doppio del massimo momento resistente della trave, secondo quanto indicato dall'*EC3-1-8 par 5.2.3.3*. Nel dettaglio, il software controlla:

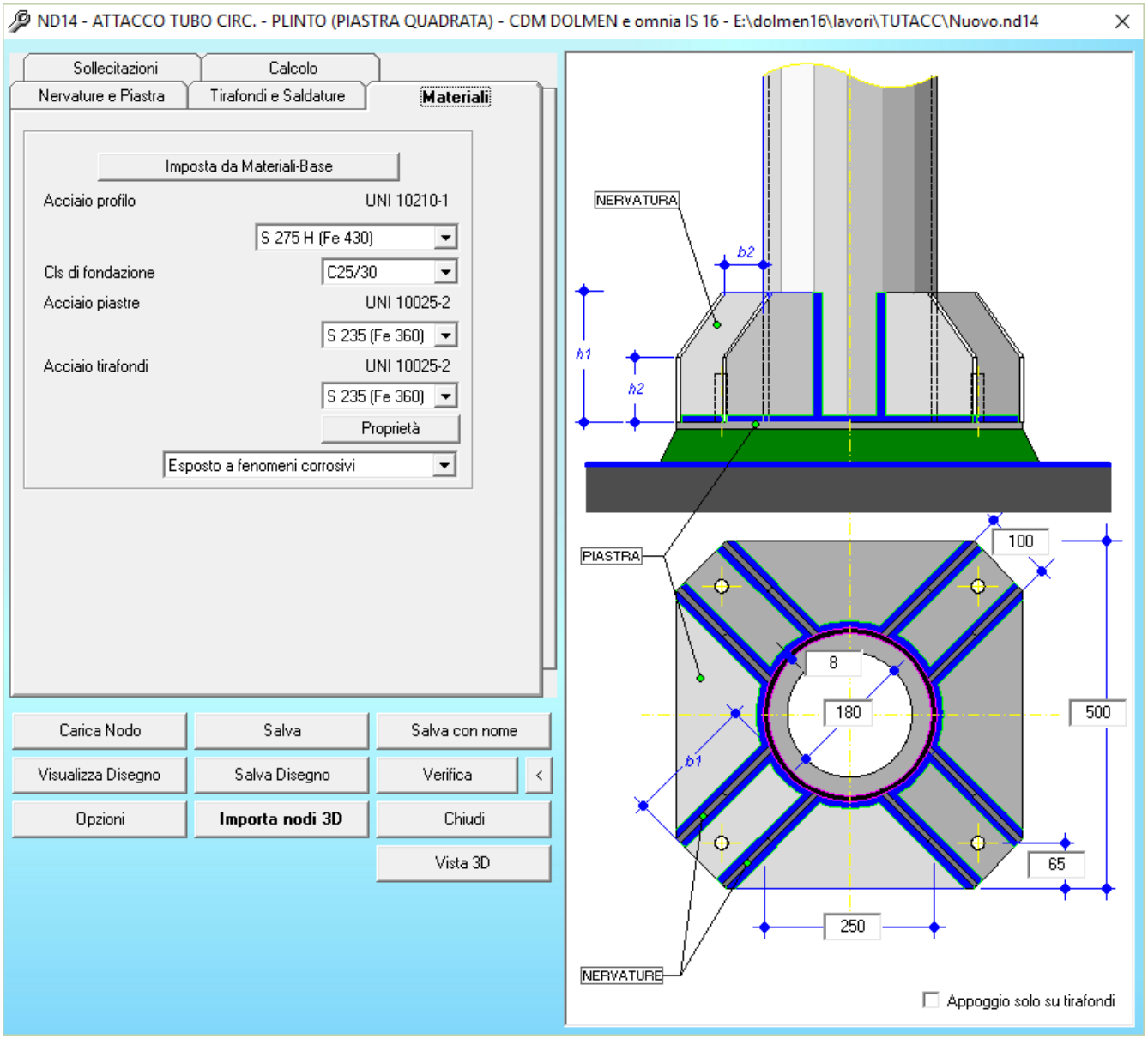
- la resistenza dell'anima della trave (in modo diverso a seconda che siano presenti le nervature 3 e 4 oppure no);
- la resistenza all'imbozzamento dell'anima della trave;
- la resistenza della flangia della trave soggetta agli sforzi che derivano dal massimo momento resistente della colonna trasmessi tramite i bulloni.

4.3.13 NODO COLONNA TUBOLARE – PLINTO o TUBO –TUBO (ND13)



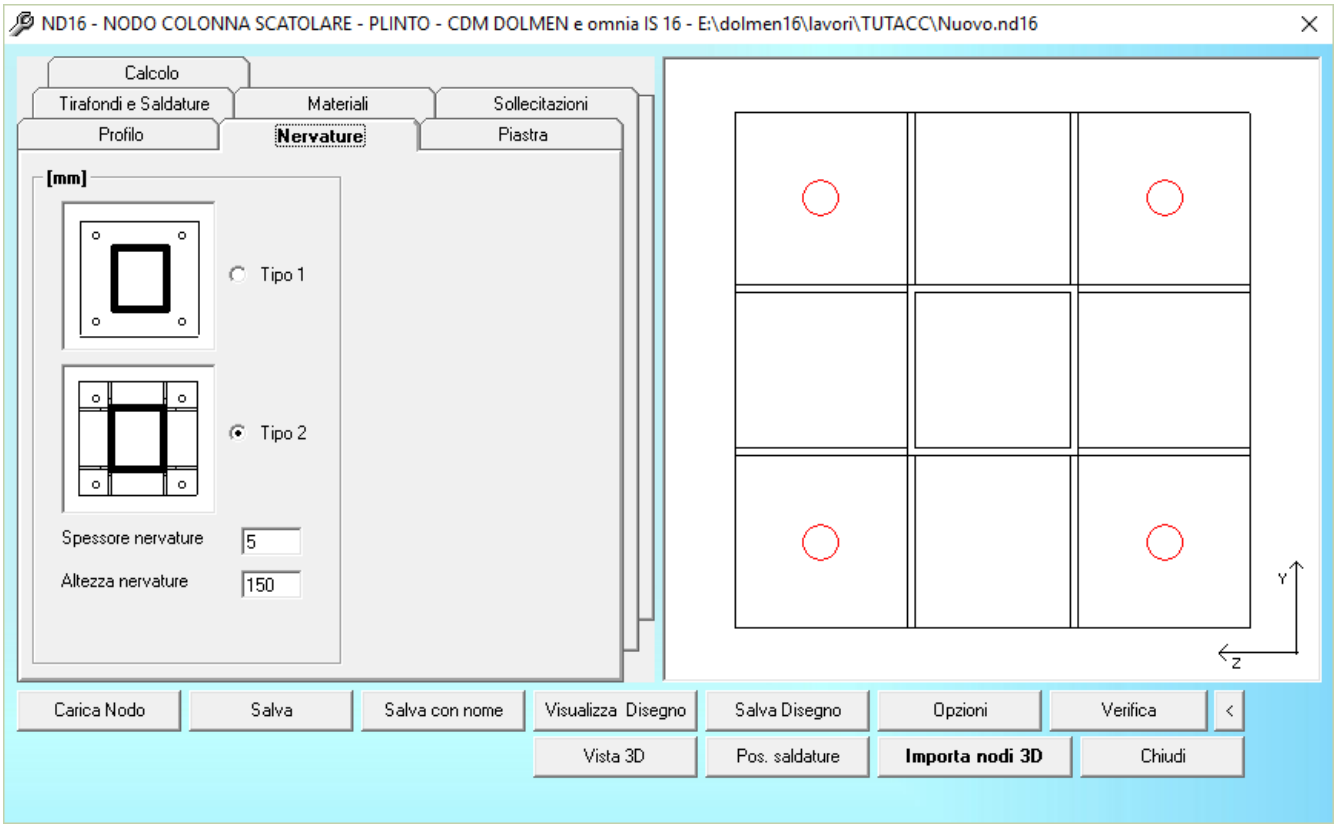
Questo nodo prevede che all'avvio del programma si scelga tra due tipi di collegamento: colonna tubolare con plinto di fondazione oppure due profili tubolari collegati tra loro con piastre circolari e bulloni.
In funzione della tipologia scelta, il software guida l'impostazione dei materiali e il dimensionamento dei bulloni o dei tirafondi. In particolare, scegliendo "Collegamento tra profili tubolari" il tasto per il dimensionamento dei tirafondi viene disattivato e si attiva la casella per l'inserimento manuale del diametro.
Per quanto riguarda l'importazione delle sollecitazioni, a prescindere dalla tipologia scelta è sufficiente indicare un'asta dalla quale importare. Ad esempio, per il caso di collegamento tra due tubolari è sufficiente selezionare l'asta superiore. In automatico verranno importate le sollecitazioni agenti calcolate con il CAD 3D struttura di Dolmen.
Al termine della fase di input dei dati, si preme il tasto verifica per ottenere la relazione di calcolo. Anch'essa viene personalizzata a seconda del tipo di nodo impostato, così come il disegno esecutivo che può essere visualizzato con il tasto Visualizza disegno e salvato in formato .dxf oppure in .grb.

4.3.14 COLLEGAMENTI CON PROFILI TUBOLARI (ND14-15)



Per l'operatività di questi nodi si rimanda alle definizioni ed alle procedure già descritte per i nodi precedenti.
Il nodo 14 prevede la presenza di una piastra di collegamento quadrata che presenta un foro in corrispondenza del profilo. L'impiego di questo tipo di collegamento è legato, in particolare, alle strutture in acciaio utilizzate nei piazzali in alta tensione che si trovano in prossimità delle sottostazioni elettriche.
Il nodo 15 permette la verifica dell'attacco di un profilo tubolare con una piastra a quattro ali.

4.3.15 NODO COLONNA SCATOLARE – PLINTO (ND16)



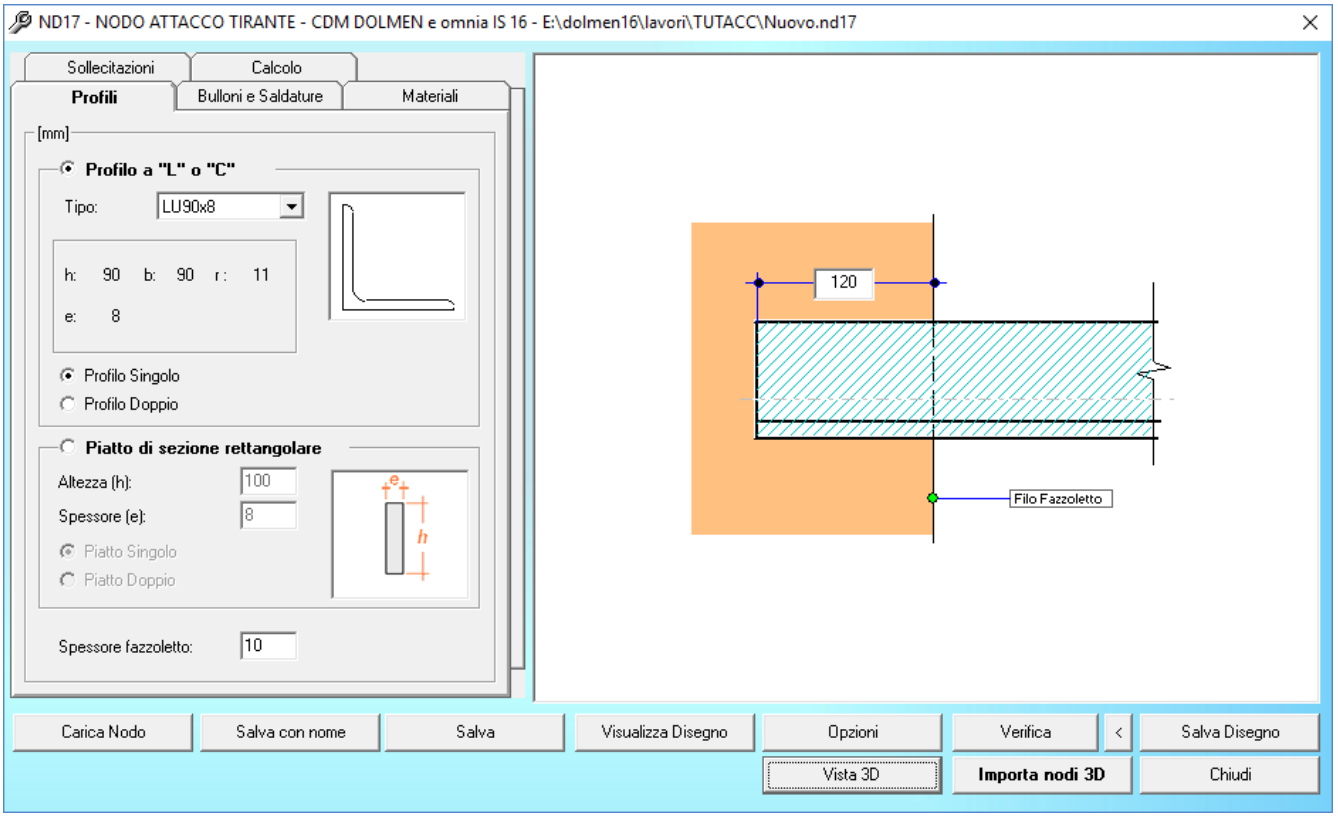
Questo nodo verifica il collegamento di un profilo scatolare ad una piastra quadrata con o senza nervature di irrigidimento. La maggior parte delle funzioni di questo nodo sono analoghe a quelle descritte per il nodo 3, pertanto si rimanda a tale capitolo.

Verifica Sollecitazioni

Le verifiche effettuate dal programma sono le seguenti:

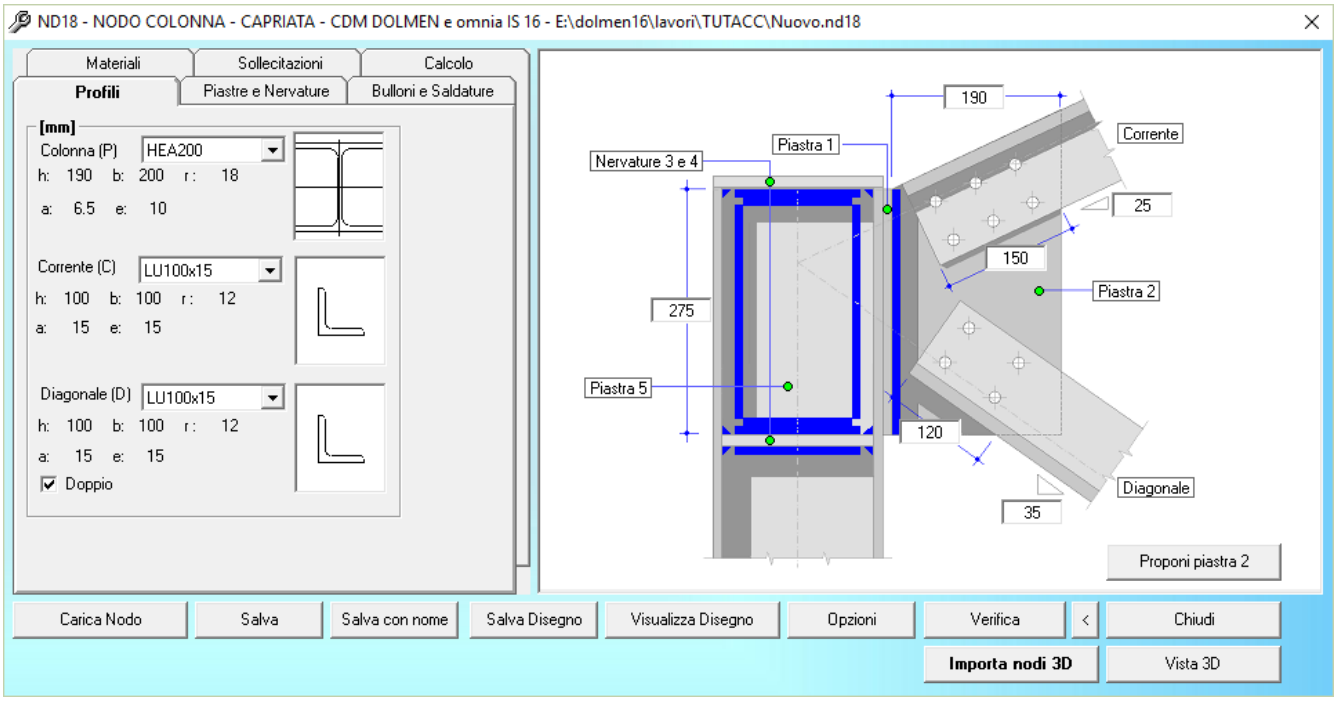
- Verifica della piastra di base (con o senza nervature);
- Verifica dei tirafondi;
- Verifica del calcestruzzo del plinto;
- Verifica delle nervature di irrigidimento (se presenti);
- Verifica delle saldature.

4.3.16 NODO DI ATTACCO DI UN TIRANTE (ND17)



Questo modulo è pensato per verificare l'attacco di un tirante costituito da un profilo a L o C oppure da un piatto di sezione rettangolare.
La sollecitazione di sforzo normale si considera applicata nel baricentro del tirante, che naturalmente dipende dalla sezione dello stesso. Pertanto se tale punto d'applicazione non coincide con il baricentro della bullonatura o delle saldature, su questi elementi nascono delle sollecitazioni dovute ai momenti di trasporto. Inoltre, se il tirante è costituito da un profilo singolo anche il fazzoletto di collegamento è soggetto ad una sollecitazione di compressione oltre che di trazione.
Per l'operatività del programma si rimanda alle definizioni ed alle procedure già descritte per i nodi precedenti.

4.3.17 NODO COLONNA-CAPRIATA (ND18)



Questo modulo è pensato per verificare l'attacco di una capriata ad una colonna. Nella sezione *Piastre e Nervature* è possibile scegliere se inserire le nervature 3 e 4 e la piastra 5. Il software assume che il corrente sia sempre formato da due profili accoppiati, mentre il diagonale può essere costituito da un profilo singolo oppure da due accoppiati a seconda della scelta indicata con il checkbox "Doppio" presente nell'area relativa alla scelta del diagonale.

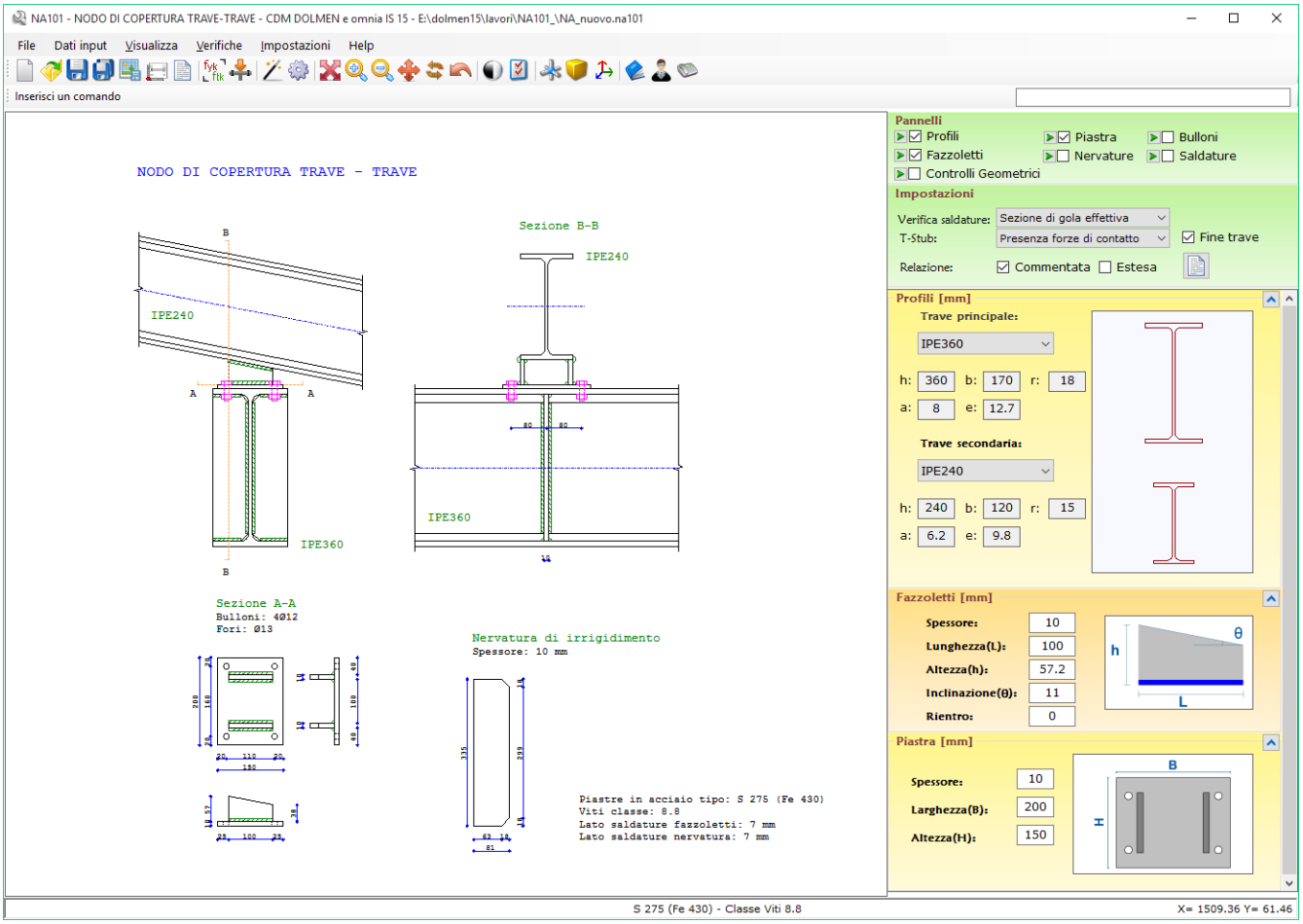
Verifica Sollecitazioni

È possibile effettuare la verifica del nodo imponendo le regole di gerarchia delle resistenze e quindi controllando che si tratti di un nodo a completo ripristino. Per attivare questa funzionalità bisogna cliccare sul tasto "Opzioni", poi "Geometria nodo e calcolo" e spuntare la voce "Attiva verifiche di completo ripristino". Il software controllerà che la colonna sia in grado di resistere agli sforzi agenti su di essa che derivano dal massimo sforzo normale di compressione del corrente e dal massimo sforzo normale di trazione del diagonale. In particolare, si assume che il taglio sulla colonna sia assorbito dall'anima (eventualmente rafforzata dalla piastra 5); mentre il momento flettente è assorbito dalla flangia e dalle nervature 3 e 4 (se presenti).

Per l'operatività del programma si rimanda alle definizioni ed alle procedure già descritte per i nodi precedenti.

4.3.18 NODO TRAVE SU TRAVE (NA101)

La tipologia di nodo analizzata da questo programma è l'unione tra due travi a sostegno di una copertura. La prima trave è orizzontale poggiante su colonne, la seconda può essere inclinata oppure no ed è disposta in direzione ortogonale rispetto alla prima. Il collegamento è realizzato mediante una piastra, bullonata alla flangia superiore della trave principale, alla quale sono saldati due fazzoletti verticali a loro volta saldati alla flangia inferiore della trave secondaria.
Il programma presenta una finestra di disegno contenente il disegno esecutivo del nodo, aggiornato secondo gli input forniti, e un pannello a destra suddiviso in varie sezioni dedicate all'inserimento dei dettagli necessari per il collegamento (bulloni, saldature, piastra, ecc).



La sezione *Pannelli* permette di gestire la visualizzazione delle varie sezioni sottostanti attraverso il segno di spunta (che attiva o disattiva il singolo riquadro) oppure tramite la freccia verde (che isola il riquadro selezionato disattivando tutti gli altri).
L'utilizzo delle singole sezioni è molto semplice e ogni casella di input è dotata di un messaggio di aiuto visualizzabile posizionando il mouse su di essa.
La sezione *Controlli geometrici* si differenzia dalle altre perché rappresenta un primo output fornito dal software. Si tratta di un controllo immediato sulla posizione dei bulloni e sulla dimensione delle saldature che permette di correggere subito eventuali incongruenze con le richieste di normativa.

Finestra dei materiali

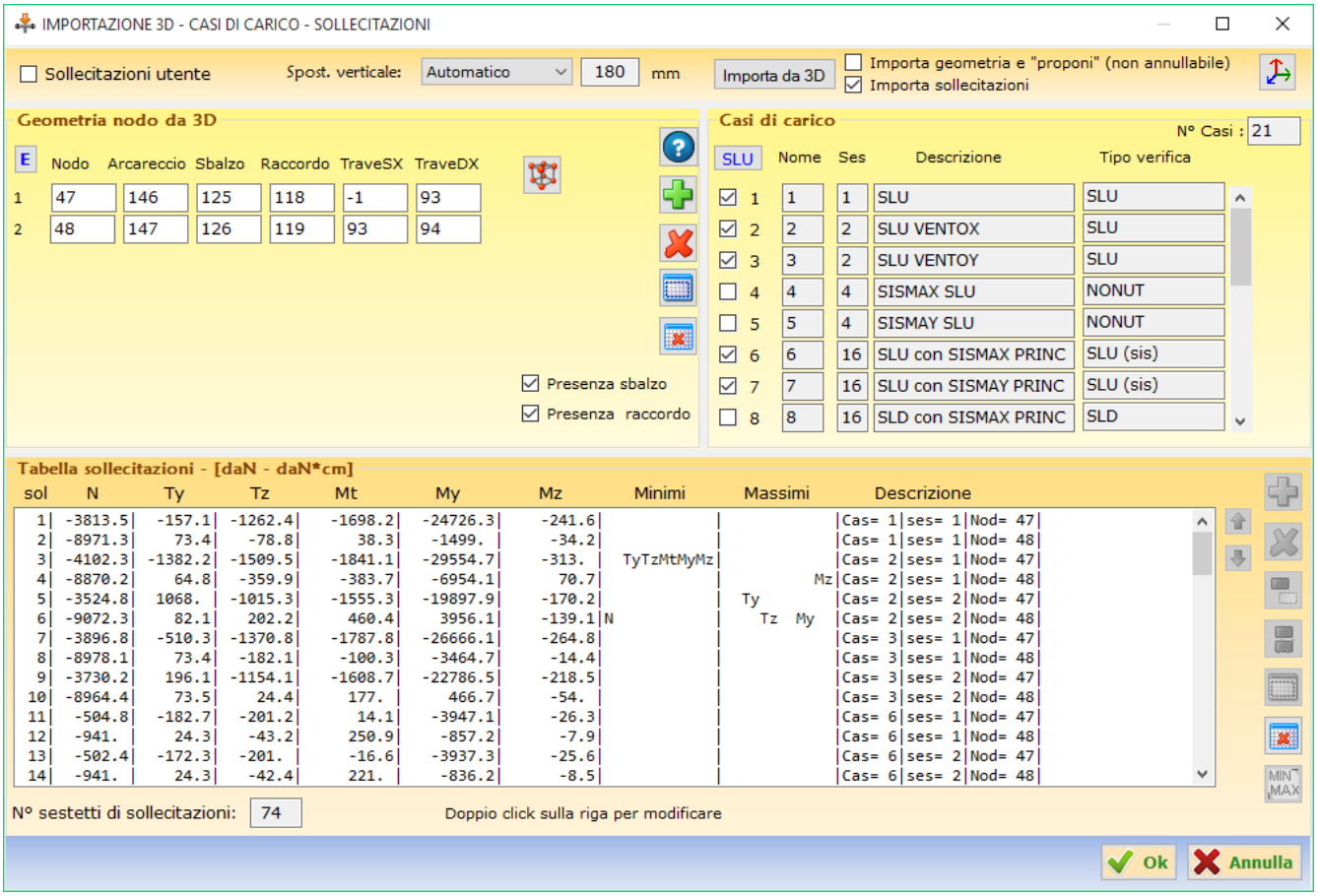
La scelta del tipo di acciaio per i profili e della classe delle viti avviene tramite una finestra dedicata che può essere aperta con la voce di menù *Dati input – Materiali* oppure con l'icona.



Come risulta evidente dall'immagine, la finestra è divisa in due sezioni che contengono le caselle di scelta e mostrano le proprietà del materiale scelto. I riferimenti normativi sono indicati tra parentesi quadre, inoltre le icone con il simbolo di "informazione" permettono la visualizzazione delle tabelle di riferimento.
Il tasto *Imposta da materiali base* imposta il tipo di acciaio secondo quanto definito nella sezione *Materiali base* del menu principale di DOLMEN.

Finestra delle sollecitazioni – casi di carico – importazione dal 3D

Il programma NA101 può essere utilizzato in modo autonomo inserendo manualmente tutti gli input richiesti, oppure può essere lanciato direttamente dall'ambiente tridimensionale di DOLMEN. Questa scelta deve essere esplicitata nella finestra riportata nell'immagine seguente.



La voce in alto a sinistra *Sollecitazioni utente* indica che le sollecitazioni sono state importate dal CAD 3D STRUTTURA quando il segno di spunta è assente. In questo caso le icone presenti a destra della tabella delle sollecitazioni sono disattivate.
Per eseguire l'importazione da 3D si utilizza il riquadro denominato *Geometria nodo da 3D* e si compiono i seguenti passi:

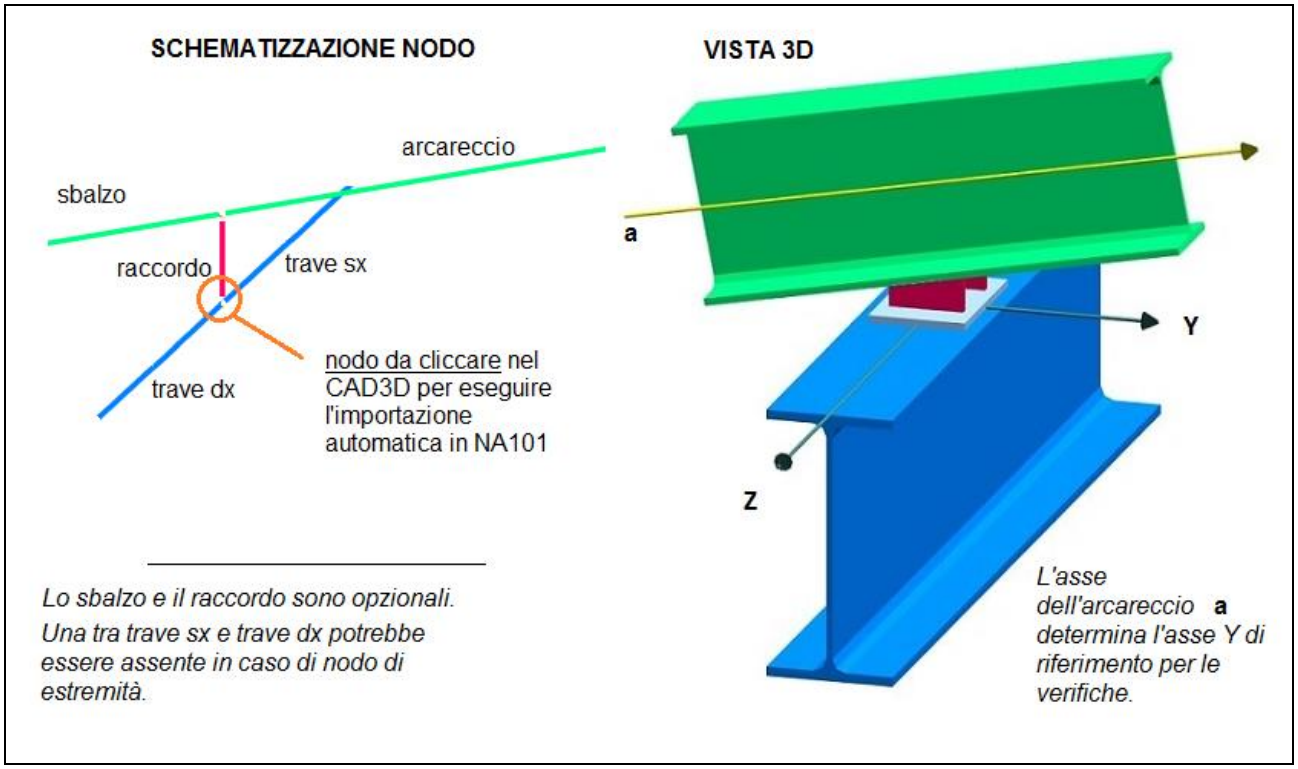
- si inserisce il nome dei nodi da importare nella prima colonna;

- si preme l'icona di riconoscimento delle aste da 3D;
- si imposta la presenza di sbalzo e raccordo tramite i flag presenti in basso a destra;
- si scelgono i casi di carico da importare utilizzando il riquadro *Casi di carico*;
- si sceglie che cosa importare (geometria e sollecitazioni);
- si clicca sul tasto *Importa da 3D* presente nella barra superiore della finestra.

A sinistra di tale tasto si trova la scelta relativa allo *Spostamento verticale* da considerare nella fase di importazione delle sollecitazioni dal 3D. Scegliendo l'opzione *Assente* il software effettuerà l'importazione senza applicare alcun trasporto, come se la posizione del nodo del modello 3D in cui vengono lette le sollecitazioni corrispondesse alla posizione del sistema di riferimento del nodo. Al contrario, selezionando *Automatico* oppure *Assegnato* il programma effettuerà un trasporto delle sollecitazioni lungo l'asse X (verticale), verso l'alto in caso di valore positivo. Nel caso di spostamento *Automatico*, il valore viene assunto pari alla metà dell'altezza della trave principale; nel caso di *Assegnato* è possibile inserire manualmente il valore.
È possibile verificare contemporaneamente solo nodi aventi la medesima configurazione geometrica in termini di presenza di sbalzo e raccordo. L'assenza dell'asta denominata *Trave DX* oppure *Trave SX* è esplicitata con il valore "-1" nella casella relativa.
Nel caso in cui il riconoscimento automatico delle aste non andasse a buon fine a causa di eventuali incongruenze tra il modello e le ipotesi di base del programma, è possibile importare le sollecitazioni a partire dall'ambiente tridimensionale mediante l'inserimento manuale dei nomi di nodi e aste. Un esempio di incongruenza è rappresentato dal caso in cui trave o arcareccio abbiano sezioni diverse da profili a I.
Attivando la modalità *Sollecitazioni utente,* è possibile copiare la tabella per esportarla in un file .txt o in un foglio di calcolo o compiere altre azioni. Per conoscere la funzione di ciascuna icona è sufficiente posizionare il mouse su di essa e far apparire la descrizione.
Per l'utilizzo del software senza importazione dal 3D di DOLMEN, si utilizza direttamente la tabella delle sollecitazioni con le relative icone.

Schemi accettati dall'importazione automatica dal 3D

Il modo migliore per schematizzare il nodo 101 nell'ambiente tridimensionale di Dolmen è quello mostrato nell'immagine seguente.



A partire da questa configurazione di aste, è possibile lanciare la verifica del nodo eseguendo "*Acciaio – Verifica nodi – Nodo acciaio 101*" e cliccando sul nodo inferiore del raccordo (incrocio tra asta rossa e blu nell'immagine).
L'asta di raccordo ha una duplice funzione:

1- simulare l'effettiva posizione delle travi tra loro;
2- permettere di modellare il collegamento come una cerniera, tipo di vincolo più naturale per il nodo in questione.

Pertanto essa non deve essere verificata dal programma "Verifica aste". I fazzoletti di collegamento vengono verificati dal programma "Nodo 101".
Quindi, la corretta schematizzazione del collegamento prevede la presenza di un'asta di raccordo che può, ad esempio, avere la stessa sezione della trave, ma essa potrebbe anche essere assente. In quest'ultimo caso il nodo oggetto di verifica risulterà quello posto all'intersezione delle due travi e la modellazione a cerniera verrà persa. Inoltre, in assenza del raccordo l'importazione automatica avviene soltanto se l'arcareccio ha un minimo di inclinazione rispetto all'orizzontale perché in caso contrario il programma non può distinguere le travi dall'arcareccio in modo automatico. Pertanto, in caso di arcareccio non inclinato, sarà necessario eseguire l'importazione inserendo manualmente il nome delle aste nell'apposita tabella presente nel pannello *Geometria nodo da 3D.*
Un altro controllo condotto dal programma in fase di importazione automatica dal *CAD3D struttura*, riguarda l'ortogonalità tra l'asse della trave e l'asse dell'arcareccio. Per questo aspetto il software prevede una tolleranza di ±10°.

Funzione *Proponi*

Il programma è dotato di una funzione che ipotizza un dimensionamento di bulloni, saldature, piastre e fazzoletti a partire dai profili scelti per le due travi. Tale funzione può essere lanciata dal menù *Dati input – Proponi* oppure premendo l'icona.
Nel caso di importazione dal 3D a partire dal menù *Acciaio – Verifica nodi,* il *Proponi* viene eseguito automaticamente; se l'importazione avviene in modo manuale la funzione *Proponi* può essere utilizzata o meno.

Verifiche di resistenza

Le verifiche di resistenza effettuate dal programma sono le seguenti.

- Resistenza a taglio e trazione dei bulloni *[N.T.C. 2008 - (4.2.8.1.1)]*
- Resistenza a rifollamento e punzonamento della piastra e delle flange dei profili
- Resistenza dei cordoni di saldatura
  I cordoni di saldatura sono verificati in accordo con le *[N.T.C. 2008 - (4.2.8.2.4)]*. La sezione di gola è considerata nella sua effettiva posizione oppure in posizione ribaltata secondo quanto impostato nella sezione *Impostazioni* della finestra principale del programma. Il confronto tra tensione agente e tensione resistente viene condotto nei quattro punti più esterni dei cordoni di saldatura.
- Resistenza a pressoflessione dei fazzoletti di collegamento
  Sui fazzoletti di collegamento viene condotta un'analisi tensionale in campo elastico, secondo quanto previsto dalle *[N.T.C 2008 - (4.2.4.1.2)]*. Le tensioni agenti derivano da un'analisi in pressoflessione deviata condotta in sei diversi punti dei fazzoletti e sono confrontate con la tensione resistente del materiale scelto ridotta con il coefficiente indicato dalle norme.
- Resistenza a compressione e trazione dell'anima della trave principale
  Le verifiche effettuate sull'anima della trave sono differenti a seconda di presenza o assenza di nervature di irrigidimento.
  Se non sono presenti nervature, il nodo in esame viene assimilato ad un nodo trave - colonna: la trave principale rappresenta la colonna mentre i fazzoletti di collegamento sostituiscono le ali della trave. Le resistenze a compressione e trazione sono calcolate come descritto nella *UNI EN 1993-1-8 - (6.2.6.2)* e *(6.2.6.3).* Questa verifica viene svolta per un solo sestetto di sollecitazioni: quello che produce lo sforzo normale maggiore (sia di trazione che di compressione).

Se è presente una nervatura, si analizza la sezione a croce costituita dall'anima della trave e dalle due nervature di irrigidimento. Il tratto di anima considerato nella verifica è calcolato secondo la formula *6.11* della *UNI EN 1993-1-8* in analogia con il caso in assenza di nervature. Per la verifica di resistenza si considerano i 5 punti più sollecitati della sezione (centro e quattro estremi dei bracci della croce).
Se sono presenti due nervature, la verifica di resistenza sull'anima della trave non viene effettuata perché si assume che le nervature, disposte in corrispondenza dei fazzoletti, assorbano la maggior parte dello sforzo di compressione.

- Resistenza a flessione della flangia della trave principale
  La resistenza della flangia della trave è calcolata considerando un elemento a T equivalente e applicando il metodo riportato nella norma *[UNI EN 1993-1-8 - (6.2.4 e 6.2.5)]*. Il calcolo della lunghezza efficace è condotto in modo differente a seconda della presenza o assenza delle nervature, nel primo caso si segue il prospetto 6.5 e nel secondo caso il prospetto 6.4.

Al termine del calcolo, il programma mostra una finestra che riassume l'esito delle verifiche effettuate: il segno di spunta verde significa verifica soddisfatta, la croce rossa rappresenta il contrario. Accanto ad ogni simbolo è riportato anche il peggior fattore di sicurezza ottenuto per la relativa verifica. Inoltre, a fianco alla voce *Flangia trave principale inflessa*, è presente un'icona di informazioni che permette di visualizzare una schematizzazione grafica dei possibili meccanismi di collasso considerati per il calcolo. Ogni schema è contrassegnato da un numero che corrisponde a quello indicato nella relazione di calcolo. Il tasto *Mostra dettagli* permette di espandere la finestra e visualizzare le tabelle riassuntive relative alle singole verifiche.



Files di output

I files forniti in output dal programma sono i seguenti:

- relazione di calcolo;
- disegno esecutivo in formato *.grb*;
- immagini catturate dallo schermo.

La relazione di calcolo può essere generata con il comando da menù *File – Crea relazione* oppure utilizzando l'icona dedicata. In entrambi i casi il programma esegue il calcolo prima di generare la relazione. I formati previsti per tale file sono *.rtf* e *.txt*. E' possibile personalizzare la relazione scegliendo di inserire brevi commenti ai vari paragrafi e alcune immagini selezionando l'opzione *Commentata* nel pannello principale del software. Accanto a questa possibilità si trova anche la scelta *Estesa*, con la selezione di tale opzione si richiede al programma di riportare tutti i sestetti di sollecitazioni analizzati per tutti i casi di carico scelti. La versione ridotta invece riporta soltanto i sestetti che hanno generato i fattori di sicurezza peggiori e/o gli sforzi agenti maggiori.
Il disegno esecutivo viene prodotto con il comando *File – Salva disegno* e può essere visualizzato con il modulo DOLMENPLAN che permette di salvarlo in formato *.dxf*.

Come descritto in precedenza, la finestra principale del programma contiene una visualizzazione aggiornata dell'esecutivo del nodo. Il contenuto di tale finestra, anche se modificato mediante uno zoom, può essere catturato come immagine tramite il comando *File-Salva immagine*.

Menu impostazioni

Il menu impostazioni permette di personalizzare sia aspetti tecnici relativi al calcolo che aspetti grafici legati all'esportazione del disegno esecutivo. Il comando *Impostazioni – Parametri* provoca l'apertura della finestra dei parametri, nella quale è possibile modificare le impostazioni di default relative alle verifiche strutturali e altre caratteristiche del software.
La voce *Sfondo N/B* modifica il colore di sfondo della finestra di disegno.
Gestione font permette di impostare i font per i testi e le quote utilizzati dalla finestra di visualizzazione nel caso di esecuzione del programma in modalità disgiunta da DOLMENPLAN (opzione modificabile in *Impostazioni – Parametri)*. In caso contrario, le finestre di gestione dei font risulteranno di sola lettura; le modifiche agli stili potranno quindi essere effettuate da DOLMENPLAN.
A partire da questo nodo, l'esportazione in DOLMENPLAN richiede la presenza di stili di testo e di quota dedicati e identificati dalle descrizioni "*NAT-titolo*", "*NAT-etichetta*", "*NAT-normale*". All'apertura del programma viene effettuata una verifica della presenza di tali stili, in caso di assenza essi vengono creati appositamente. Inseguito alla creazione degli stili richiesti, è possibile modificarne le caratteristiche accedendo alle *schede stili* da DolmenPlan. È importante non modificare le descrizioni per evitare che le schede vengano create nuovamente al momento della successiva esecuzione del nodo.

4.4 DISTINTA PROFILI

Il programma permette di generare automaticamente la distinta delle sezioni associate alle aste presenti nella struttura. La tabella ottenuta contiene molte altre informazioni, quali la lunghezza dell'asta, il suo peso, il suo volume e la superficie laterale (utile per valutare l'entità di una verniciatura o di una zincatura dei pezzi), il numero di pezzi analoghi, ecc. Il disegno della tabella è in formato "*DIS*", modificabile con "*DOLMEN PLAN*", stampabile direttamente con il "*VISUALIZZATORE DISEGNI*" ed in ogni caso convertibile in formato DXF. Il programma mette a disposizioni diverse opzioni per la personalizzazione del risultato, a partire dai colori delle linee e dei testi, dalla dimensione di questi ultimi fino naturalmente al contenuto della tabella. In particolare è possibile includere le seguenti informazioni:



Progressive: rappresenta il numero d'ordine della riga della tabella;
Sezioni: nella generica casella viene rappresentata fuori scala la sezione dell'asta, se comune a tutte le aste descritte nella riga;
Descrizione: rappresenta la descrizione della sezione (es. rett. 30x40, T 50x20, ecc.);
Materiale: è il numero della scheda di materiale associata all'asta oppure, se presente, la descrizione data nella stessa scheda nell'"*AMBIENTE GRAFICO*";
Peso per lunghezza: è il peso dell'asta per unità di lunghezza, se la sezione è comune a tutti gli elementi rappresentati nella riga;
Lunghezza per pezzo: è la lunghezza dell'asta, se comune a tutte le aste nella riga;
Peso per pezzo: è il peso di una singola asta, se comune a tutte le aste nella riga;
Volume per pezzo: è il volume di un'asta, se comune a tutte le aste nella riga;
Superficie per pezzo: è la superficie di un'asta, se comune a tutte le aste nella riga;
N° di pezzi: è il numero di pezzi rappresentati nella riga;
Lunghezza totale: è il valore della lunghezza totale delle aste descritte nella riga;
Peso totale: è il peso complessivo delle aste descritte nella riga;
Volume totale: è il volume complessivo delle aste descritte nella riga;
Superficie totale: è la superficie complessiva delle aste descritte nella riga.

Qualora il valore di una casella non possa essere calcolato, il programma inserirà una descrizione generica, modificabile nelle "*Impostazioni*", come spiegato più avanti. Se si vuole includere nella tabella un numero ristretto di aste è possibile utilizzare la funzione "*Cerca*", con la quale viene richiamato il modulo di ricerca degli elementi strutturali, (vedi par. 2.10).
Per annullare una selezione precedente e specificare nuovamente tutte le aste è sufficiente rimuovere ogni elemento dalla selezione con la funzione apposita del modulo di ricerca.

SEZIONE “Colonne attive”:

Permette di includere o escludere una colonna dell’elenco precedente dalla tabella; il tasto “*Tutte*” attiva automaticamente tutte le colonne disponibili.

SEZIONE “Criteri di raggruppamento”:

Contiene i criteri secondo i quali le aste vengono raggruppate in una sola riga, e più precisamente:

- *Sezioni uguali*: le aste sono incluse nella stessa riga se sono associate alla stessa scheda di sezione;
- *Materiali uguali*: le aste sono incluse nella stessa riga se sono associate alla stessa scheda di materiale;
- *Lunghezze uguali*: le aste sono incluse nella stessa riga se hanno la stessa lunghezza.

Salvo specifiche esigenze, per non ottenere tabelle molto lunghe, conviene disattivare il controllo “*Lunghezze uguali*”: si otterranno così righe che descrivono aste con la stessa sezione e dello stesso materiale, ma con lunghezze diverse.

È bene tenere presente che, unendo in una stessa riga aste che hanno caratteristiche diverse, alcune delle informazioni della tabella non sono definibili. Ad esempio, se si disattiva il criteri relativo alle lunghezze, non sarà possibile inserire un valore per “*Lunghezza per pezzo*”, “*Peso per pezzo*”, “*Volume per pezzo*”, “*Superficie per pezzo*”; tali valori saranno sostituiti da una descrizione generica del tipo “Lunghezza variabile”, “Peso variabile” e così via (vedi “*Impostazioni*”).

SEZIONE “Salva impostazioni”:

Salva le impostazioni relative ai pannelli “*Lunghezze aste…*” ed “*Impostazioni*” per il lavoro corrente e, se attivato il controllo “*Salva le impostazioni anche per i successivi lavori*”, anche per i lavori futuri.



TASTO “Reimposta default”:

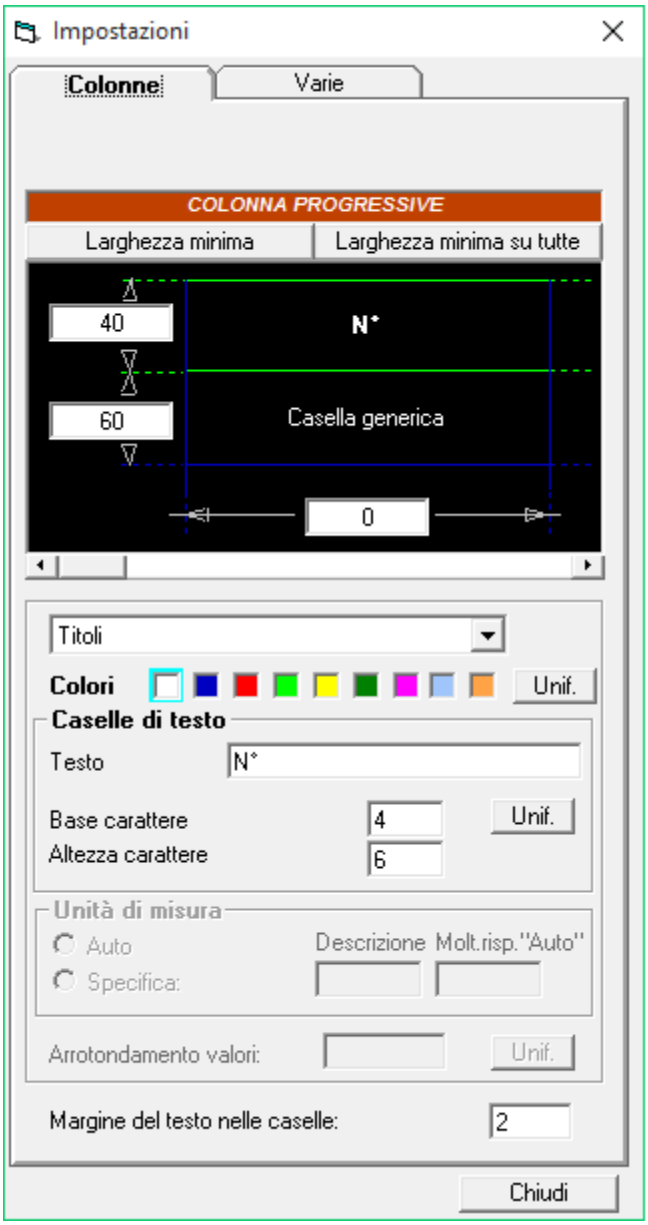
Carica le opzioni di default riguardanti i pannelli “*Lunghezze aste…*” ed “*Impostazioni*” salvate in precedenza o fornite con il programma al momento dell’installazione. Le opzioni possono essere salvate per il lavoro corrente ed essere valide solo per questo, oppure diventare valide anche per tutti i lavori futuri (opzioni di default). Questa funzione si può usare qualora si siano modificate le opzioni nel lavoro corrente e si voglia tornare alle impostazioni di base.

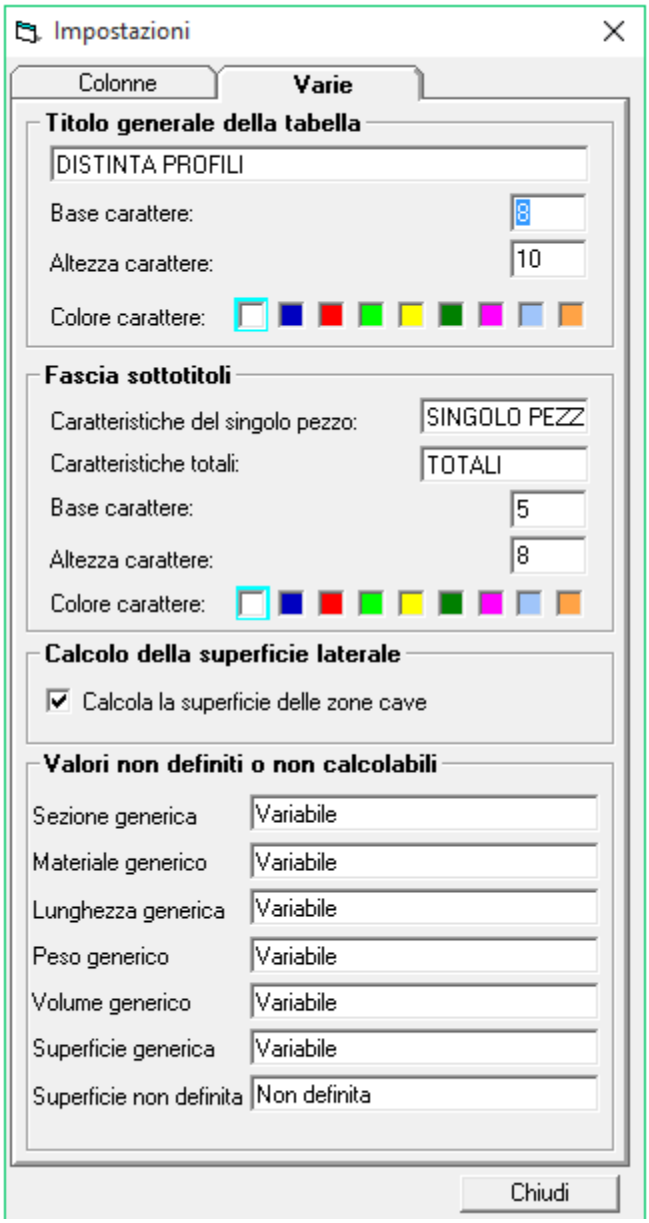
TASTO “Lunghezze aste …”:

La lunghezza dei singoli pezzi è calcolata con riferimento allo schema strutturale inserito tramite l’”*AMBIENTE GRAFICO*”. E’ possibile impostare un valore, variabile da asta ad asta, da sommare alla lunghezza “teorica” in modo da tenere in conto le eventuali lunghezze delle zone di collegamento. Tali valori sono definibili nel pannello che appare scegliendo la funzione “*Lunghezze aste…*”. Il pannello riporta l’elenco di tutte le aste selezionate nella struttura, ciascuna accompagnata dalla variazione di lunghezza impostata. È possibile definire la variazione asta per asta, oppure assegnare una variazione per gruppi. Nella sezione “*Assegna per gruppi*” è possibile specificare un insieme di aste, conoscendone il nome o utilizzando la funzione “*Cerca*”, ed il valore della variazione di lunghezza. Il tasto “*Assegna*” attribuirà ad ogni asta presente nell’elenco il valore dato.
“*Assegna default …*” permette di assegnare un valore comune a tutte le aste, valido nel caso specifico e, se salvato, per tutti i lavori successivi; per uscire dal pannello senza applicare il valore di default premere sulla tastiera “*ESC*”.

TASTO “Impostazioni”:

Permette di specificare le opzioni relative alla generazione della tabella. Le opzioni riguardano i colori delle linee, i colori e le dimensioni dei testi, la dimensione delle celle della tabella, i titoli delle colonne ed altri parametri. La finestra è divisa in due pannelli: “*Colonne*” e “*Varie*”. Nel pannello “*Colonne*” la barra di scorrimento orizzontale permette di scegliere la colonna di cui specificare le caratteristiche, mentre la finestra nera riporta uno schema della colonna; è possibile scegliere con il tasto sinistro del mouse un elemento (titolo, casella generica, liee orizzontali, ecc.).





Le caratteristiche delle colonne sono:

- altezza delle righe dei titoli e delle caselle generiche;
- larghezza di ogni colonna: è possibile richiedere, con gli appositi tasti, la larghezza minima affinché il contenuto possa essere scritto nella casella, per la singola colonna o per tutte le colonne;
- dimensioni e colore del testo dei titoli e delle caselle generiche (i tasti “*Unif.*” attribuiscono il valore agli elementi di tutte le colonne);
- colori delle linee di divisione fra le celle;
- titoli delle colonne;
- unità di misura delle singole colonne: scegliendo “*Unità automatica*” verranno usate le unità di misura impostate in “*Modulo base - Dati generali*” sul pannello di DOLMEN; scegliendo “*Specifica*” si deve invece precisare la descrizione dell’unità (verrà riportata nel titolo della colonna)

e il fattore di conversione dall'unità automatica; "*Arrotondamento valori*" permette di dare un minimo comun divisore per tutti i valori della colonna attiva; il tasto "*Unif.*" assegna a tutte le colonne lo stesso valore di arrotondamento;
- margine minimo intorno al testo nelle caselle.

Le altre opzioni (varie) sono:
- titolo generale della tabella con dimensioni del carattere di scrittura e suo colore;
- caratteristiche della fascia dei sottotitoli: nome da dare ai raggruppamenti delle "*Caratteristiche del singolo pezzo*" e delle "*Caratteristiche totali*", dimensioni e colore del carattere;
- calcolo della superficie laterale si può chiedere di conteggiare o no la superficie interna delle zone cave, qualora presenti.

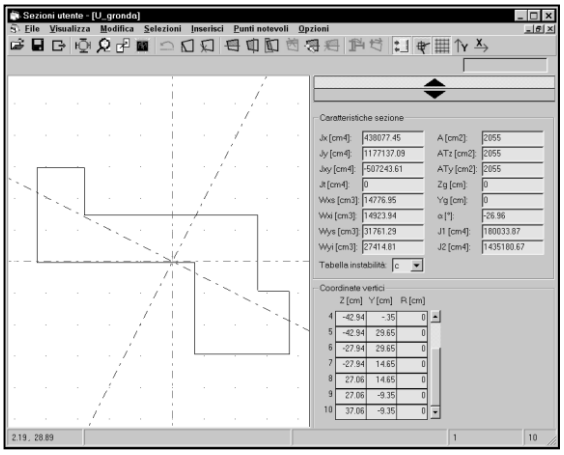
I valori che non possono essere calcolati vengono indicati con una stringa che può essere specificata; i valori indicati come generici non possono essere determinati univocamente perché diversi da asta ad asta; "*Superficie non definita*" è invece utilizzato per sezioni di cui non si può calcolare la superficie laterale perché non è nota la loro forma (sezioni "*Definite per inerzie*").

TASTO "Genera tabella":
Genera la tabella di distinta dei profili e la visualizza in anteprima. Spuntando la casella "*Genera anche in formato XLS*", la tabella viene salvata anche in un formato apribile con Microsoft Excel.

TASTO "Chiudi": Chiude il programma.

4.5 SEZIONI UTENTE

Tramite questo modulo l'utente può definire una sezione qualunque, non presente tra quelle già previste da Dolmen (rettangolari, a T, ecc.) per il suo utilizzo nel calcolo a telaio e successiva verifica della sezione in calcestruzzo o in acciaio. Normalmente per inserire una sezione del tutto irregolare conviene disegnarla in DolmenPlan (vedi par. 5.5) e importarla in Sezioni Utente a partire da quell'ambiente. L'utilizzo diretto del modulo Sezioni Utente è riservato invece a sezioni definibili per "aggregazione" di profili già esistenti (UPN accoppiati, IPE incrociate, ecc.) o per composizione a partire da forme semplici, con manipolazioni grafiche non eccessive. Il pannello del programma ha una barra laterale (attivabile dal menù OPZIONI) che contiene le seguenti informazioni, dall'alto verso il basso:



- caratteristiche inerziali della sezione
- tabella di riferimento per i coefficienti **ω.**
- coordinate dei vertici della sezione
- caratteristiche statiche della regione attiva usata per il calcolo dei punti notevoli (vedi oltre)
- coefficienti di taglio dei punti notevoli

Di seguito vengono riportate le spiegazioni delle singole funzioni di menù, la maggior parte delle quali è duplicata nella barra delle icone.

4.5.1 MENÙ FILE

Nuovo:
annulla la sezione attualmente inserita e cancella lo schermo, previa conferma.

Apri:
Apre il pannello di inserimento sezione *esistente*: può essere caricata, attivando l'opzione corrispondente, una sezione già presente in uno dei seguenti archivi:

- *Archivio Utente Generale*: le sezioni di questo archivio sono visibili da tutti i lavori di Dolmen; costituisce perciò una sorta di profilarlo personalizzato sempre a disposizione;
- *Archivio Utente Locale*: questo archivio è visibile solo dal lavoro in corso; le sezioni introdotte in questo file non sono visibili dagli altri lavori;
- *Profilario*: contiene la lista dei profilati standard in commercio.

Se era già stata inserita precedentemente un'altra forma, quella attuale può andare *in sostituzione* o *in aggiunta*. In quest'ultimo caso è possibile posizionare la forma appena caricata muovendola sullo schermo, ruotandola, cambiando il vertice di riferimento ed eventualmente facendo coincidere questo vertice con uno della forma già presente a video.
Nel caso si stia caricando da profilario un UPN o un angolare, è possibile attivare le opzioni di "Accoppiamento sezione", che permettono di creare automaticamente le classiche sezioni composte da profili accoppiati in vario modo e a varia distanza.

Salva / Salva con nome
La memorizzazione della sezione può avvenire nell'Archivio Utente Generale o Locale (non nel Profilario, che è di sola lettura). Il programma aggiunge automaticamente al nome della sezione il prefisso con "G_" se è stato richiesto l'archivio utente generale, oppure "L_" per l'archivio utente locale.

Salva Disegno:
Crea un disegno in formato DIS della forma a video.

Copia per DolmenPlan
Copia negli Appunti di Dolmen il disegno della forma a video. Il corrispondente "Incolla" deve avvenire in DOLMENPLAN.

Elimina: permette di cancellare una sezione dall'archivio.

Esci: chiude il programma, previa conferma da parte dell'utente.

4.5.2 MENÙ VISUALIZZA

Ottimizza / Zoom / Sposta / Ridisegna
Sono le funzioni grafiche generali di visualizzazione. Possono essere richieste anche premendo il tasto destro del mouse nell'area di disegno.

4.5.3 MENÙ MODIFICA

Annulla: annulla l'ultima operazione di modifica (cancellazione o spostamento). Acceleratore di tastiera: Ctrl-U

Sposta Vertice
E' una funzione di stiramento: può avvenire in senso orizzontale, verticale o per due punti generici. Per imporre la direzione verticale od orizzontale premere l'icona corrispondente sulla barra dei comandi oppure le chiavi F8 (orizz.) - F9 (vert.).

Elimina vertice
Cancella uno o più vertici della sezione. Acceleratore di tastiera: Ctrl-X

Elimina Vertici Coincidenti
Funzione da scegliere se si sposta un vertice fino a farlo coincidere con un altro.

Ruota Sezione
Dopo aver caricato una sezione già esistente (Apri) o aver inserito una sezione standard (Inserisci) , prima di posizionarla sullo schermo essa può essere ruotata, in modo da cambiarne l'orientamento. Ad ogni richiesta di rotazione l'orientamento viene *incrementato* di 90° in senso orario. Acceleratore di tastiera: F6

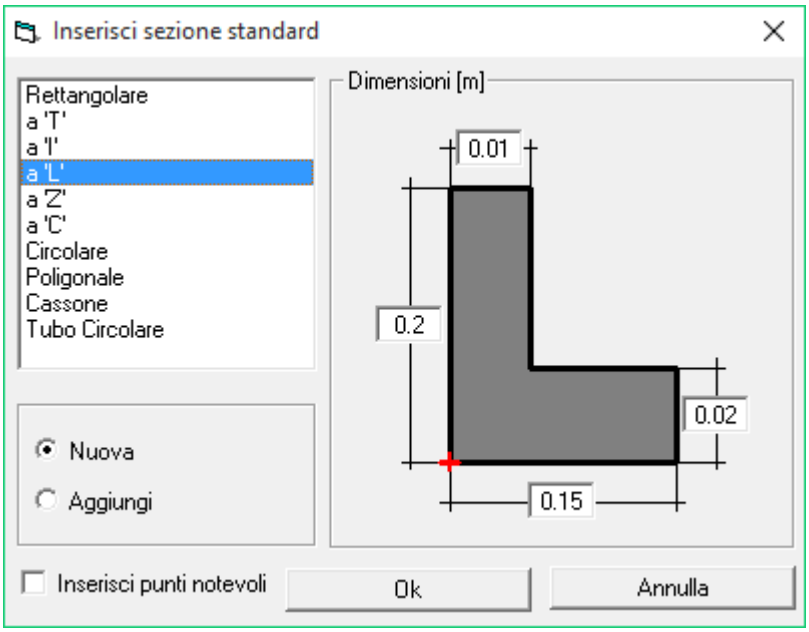
Cambia Vertice (F7)
Quando si inserisce una forma sullo schermo il cursore corrisponde ad un vertice di riferimento: premendo ripetutamente F7 questo vertice viene spostato di una posizione alla volta, fino al riferimento desiderato. Le posizioni prese in conto, oltre ai vertici della sezione, sono anche i punti medi dei lati.

4.5.4 MENÙ SELEZIONI

Finestra / Nome / Tutto
Le selezioni sono eseguibili cliccando direttamente sugli elementi desiderati, o aprendo finestre grafiche per includere più elementi alla volta. Tramite questo menù è possibile inoltre selezionare vertici tramite il loro *nome*, o ancora *tutti* gli elementi contemporaneamente.

4.5.5 MENÙ INSERISCI

Sezione STANDARD
Aggiunge sullo schermo una delle forme classiche, specificandone le dimensioni. L'inserimento può avvenire *aggiungendo* la forma alla sezione già presente a video, o *sostituendola* completamente. Il vertice di riferimento è evidenziato da una crocetta rossa, e può essere cambiato cliccando su un altro vertice.



NB: la sezione Poligonale può essere usata per l'inserimento di una sezione generica con "n" vertici, le cui coordinate potranno essere ridefinite nella barra laterale attivata dal Menù Opzioni.

Incolla da DOLMENPLAN
Legge il contorno generico disegnato in DolmenPlan ed esportato dalla funzione "Copia per Ambiente".

4.5.6 MENÙ CALCOLO

Determina caratteristiche sezione
Forza il calcolo delle caratteristiche statiche della sezione o della regione attiva, per annullare eventuali modifiche manuali operate nella barra laterale.

Inerzia torsionale
Attiva il sottomenù delle funzioni dedicate al calcolo dell'inerzia torsionale della sezione. E' necessario scegliere il tipo di calcolo tra i seguenti:

- sezione aperta a pareti sottili;
- sezione chiusa con uno o più fori. In tal caso dovrà essere definita, con gli opportuni comandi di questo menù, la linea media di circuitazione delle τ.

4.5.7 MENÙ PUNTI NOTEVOLI

I "punti notevoli" sono punti della sezione coincidenti o meno con i vertici, ma interessanti per particolari necessità di verifica, come il baricentro della sezione, l'attacco ala-anima, ecc. In particolare, nelle membrature in acciaio, se l'utente non ha definito punti notevoli la verifica della sezione potrà essere effettuata solo a presso flessione deviata, ma non a taglio. Normalmente per definire un punto notevole è sufficiente specificare la corda orizzontale o verticale rispetto alla quale calcolare momento statico, larghezza, ecc.

Definisci regione per semipiano superiore
Cliccando un punto qualunque il programma calcolerà le caratteristiche della regione superiore all'orizzontale del punto cliccato e determinerà i coefficienti per ottenere la τx e τy causate da taglio verticale.

Definisci regione per semipiano sinistro
Cliccando un punto qualunque il programma calcolerà le caratteristiche della regione a sinistra della verticale del punto cliccato e determinerà i coefficienti per ottenere la τx e τy causate da taglio orizzontale.

Definisci regione per poligono
La regione di cui calcolare le caratteristiche viene definita cliccando manualmente una sequenza generica di vertici.

Elimina regione: annulla la regione attiva

Inserisci punto notevole
Inserimento manuale di un punto notevole in una posizione generica: i coefficienti per il calcolo di τx e τy dovranno essere inseriti manualmente

Inserisci punti nei vertici: definisce ogni vertice come punto notevole

Elimina punto notevole: annulla il punto notevole cliccato

4.5.8 MENÙ OPZIONI

Barra Laterale
Attiva / disattiva il pannello laterale in cui vengono riportate le caratteristiche inerziali, le coordinate dei vertici, ecc. Tutte le caselle numeriche sono modificabili manualmente.

Trappola
Attiva / disattiva la "cattura" di coordinate preferenziali tramite il cursore. Sono riconosciuti dalla trappola:

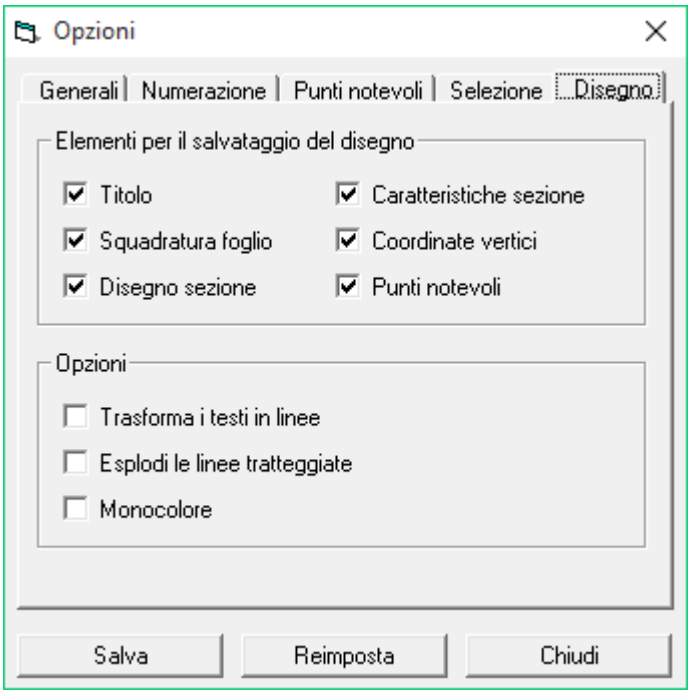
- Punti di griglia
- Intersezioni di linee (cursore "X")
- Mezzeria dei lati (cursore "Δ")
- Punto generico sul lato (cursore "=")

Griglia: attiva / disattiva il disegno della griglia di supporto.

Verticale (F8) / Orizzontale (F9)
Negli spostamenti dei vertici premendo F8 / F9 si forza il movimento in direzione rigorosamente verticale / orizzontale.

Sfondo Bianco: inverte il colore di fondo dello schermo

Opzioni
La tabella opzioni permette di impostare svariati parametri utilizzati del programma.



Salva memorizza i parametri su disco;

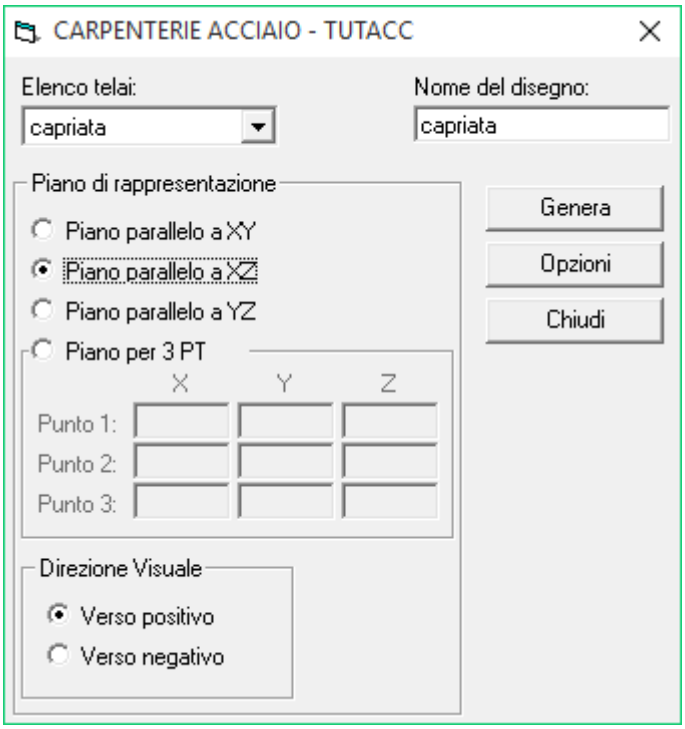
Reimposta annulla le variazioni e rilegge dall'ultimo salvataggio effettuato;

Chiudi chiude il pannello, adottando le variazioni.

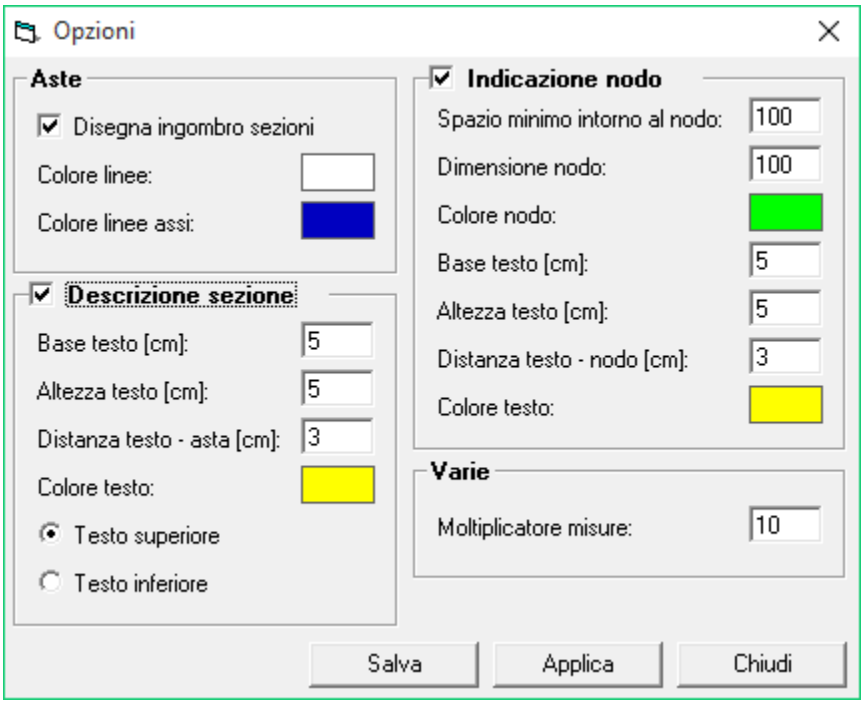
Le schede di impostazione sono le seguenti.
Generali: colori degli elementi del disegno.
Numerazione : dimensioni e colore dei vertici e dei punti notevoli.
Punti notevoli: caratteristiche varie di calcolo.
Selezione: dimensioni della griglia e del cursore.
Disegno: elementi da far comparire sullo schermo.

4.6 DISEGNO TELAIO

Questo modulo è utilizzato in associazione con il comando Ambiente Grafico > Acciaio > Carpenterie ed ha lo scopo di produrre il disegno di membrature definite come "telai", anche non piani. Il disegno avviene *proiettando* il telaio su un piano di rappresentazione, che perciò deve essere almeno approssimativamente parallelo al telaio stesso. Nel pannello di input (vedi figura) è necessario definire questo piano, oltre al nome del telaio prescelto ed al nome del disegno in uscita (formato DIS).



Nelle Opzioni è possibile definire colori e dimensioni dei testi.
Se non viene attivato "Disegna ingombro sezioni" si otterrà un semplice disegno unifilare con l'indicazione dei tipi di sezione.
"Indicazione nodo" produce una zona vuota in prossimità dell'intersezione delle aste, per consentire l'inserimento di particolari e dettagli nodali.



CAPITOLO 5

ESECUTIVI

INDICE CAPITOLO 5

5 DOLMEN PLAN 3

5.1 Introduzione 3

5.2 FILE 5

5.3 GEOMETRIA 9

5.4 ARMATURE 16

5.5 GENERALI 19

5.6 TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE: 20

5.7 C.A. 22

5.8 MACRO 31

5.9 SEZIONE 39

5.10 SELEZIONI 40

5.11 PROPRIETÀ 41

5.12 VISUALIZZA 42

5.13 OPZIONI 43

5.14 PARAMETRI ESECUTIVI 44

5.15 ESECUTIVI TRAVATE 45

5.16 ESECUTIVI PILASTRATE 45

5.17 CARPENTERIE DI PIANO 45

5 DOLMEN PLAN

I comandi contenuti all'interno di questo capitolo hanno lo scopo di consentire la generazione e la personalizzazione degli esecutivi di cantiere. Si consiglia fortemente l'uso dell'estensione .GRB, lasciando l'estensione .DIS per le installazioni prive del Dolmen Plan.

5.1 INTRODUZIONE

Dolmen Plan è un CAD bidimensionale dedicato che permette di creare, visualizzare e modificare gli elaborati grafici realizzati durante il progetto delle strutture. Tale strumento è utilizzato, in generale, per compiere le seguenti operazioni:

- Visualizzazione e modifica di file in formato *DIS* o *GRB* creati durante il progetto delle strutture in C.A;
- Visualizzazione e modifica di file in formato *DIS* creati durante il progetto delle strutture metalliche;
- Visualizzazione e modifica di file in formato *DIS* creati durante il progetto delle armature dei gusci;
- Visualizzazione e modifica di file in formato *DXF*;
- Disegno e cakciki di elementi strutturali quali scale, travi continue, travetti, plinti, travi rovesce per mezzo di funzioni contenute nel menù "*C.A.*";
- Creazioni ex novo di solai a pignatte, posizionamento di fori e rompitratta attraverso funzioni contenute nel menù "*C.A.*";
- Creazione di sezioni interamente definite dall'utente, con calcolo delle caratteristiche geometriche.

In apertura di DOLMEN PLAN viene sempre caricato un MODELLO di partenza: questo è un file .GRB che deve trovarsi nella cartella "CUSTOM", e chiamarsi **Cad2Dmodello.GRB**. Le informazioni che vengono estratte dal modello sono le seguenti:

- Scala;
- Unità di misura;
- Stili testi;
- Stili tratteggi;
- Stili quote;
- Stili armature;
- Distinte;
- Livelli.

I parametri di default sono i seguenti:

- Scala 1:50;
- Unità di misura cm.

Quando viene caricato un file di disegno con scala diversa da quella attualmente impostata, il programma pone l'opzione **"Usa rapporto di scala".** Se la risposta è:

SI: il nuovo disegno appare effettivamente ingrandito o rimpicciolito: alle quote del disegno di diversa scala caricato come successivo viene associato un fattore di scala diverso da 1;

NO: lunghezze uguali in dimensioni reali appaiono uguali nel disegno.

L'opzione di default è NO per il primo file caricato, SI per i successivi.

La finestra principale di Dolmen Plan è visibile nella figura seguente.



LEGENDA

A) Riga dei comandi;
B) Barra degli strumenti;
C) Suggerimento per l'input dei dati;
D) Barra di selezione veloce comandi GEOMETRIA;
E) Visualizzazione dei dati di input inseriti da tastiera (qualora debbano essere inseriti più valori, questi devono essere separati da una virgola);
F) Selezione del colore, tipo di linea, punto e pattern da utilizzare nel disegno. Utilizzando diversi tipi di colore e di linea possono essere definiti in diverso modo segmenti ed aste;
G) Pannello delle funzioni di assistenza, attivabile cliccando sul tasto destro del mouse su una finestra
H) Suggerimento del comando attivo;
I) Coordinate rispetto agli assi X, Y, Z.

All'avvio del programma la trappola è attiva nell'ordine su:
1) vertici di segmenti e punti;
2) intersezioni griglia (se essa è attiva);
3) intersezioni linee.



Nella barra delle icone, dopo i tasti di salvataggio e caricamento file, si trovano i tasti per attivare la trappola: questa può consistere nel classico "snap" grafico del cursore, o in una granularità del mouse.



E' possibile specificare la dimensione in pixel dello snap, oppure il passo di granularità per far muovere il mouse lungo un reticolo di passo costante.

Di seguito vengono analizzati i contenuti di ciascun menù.

5.2 FILE

Il menù FILE gestisce il salvataggio ed il caricamento dei file di disegno, come pure degli stili di default per i nuovi disegni (il "MODELLO").

5.2.1 NUOVO

Azzera gli oggetti, le schede degli gli stili e dei contenitori, e riparte col modello di default, ridefinendo anche scala e unità di misura.

5.2.2 APRI

Carica gli oggetti, accoda le nuove schede di stile e di distinta. Ogni apertura di un file con estensione GRB è preceduta da un pannello di opzioni:

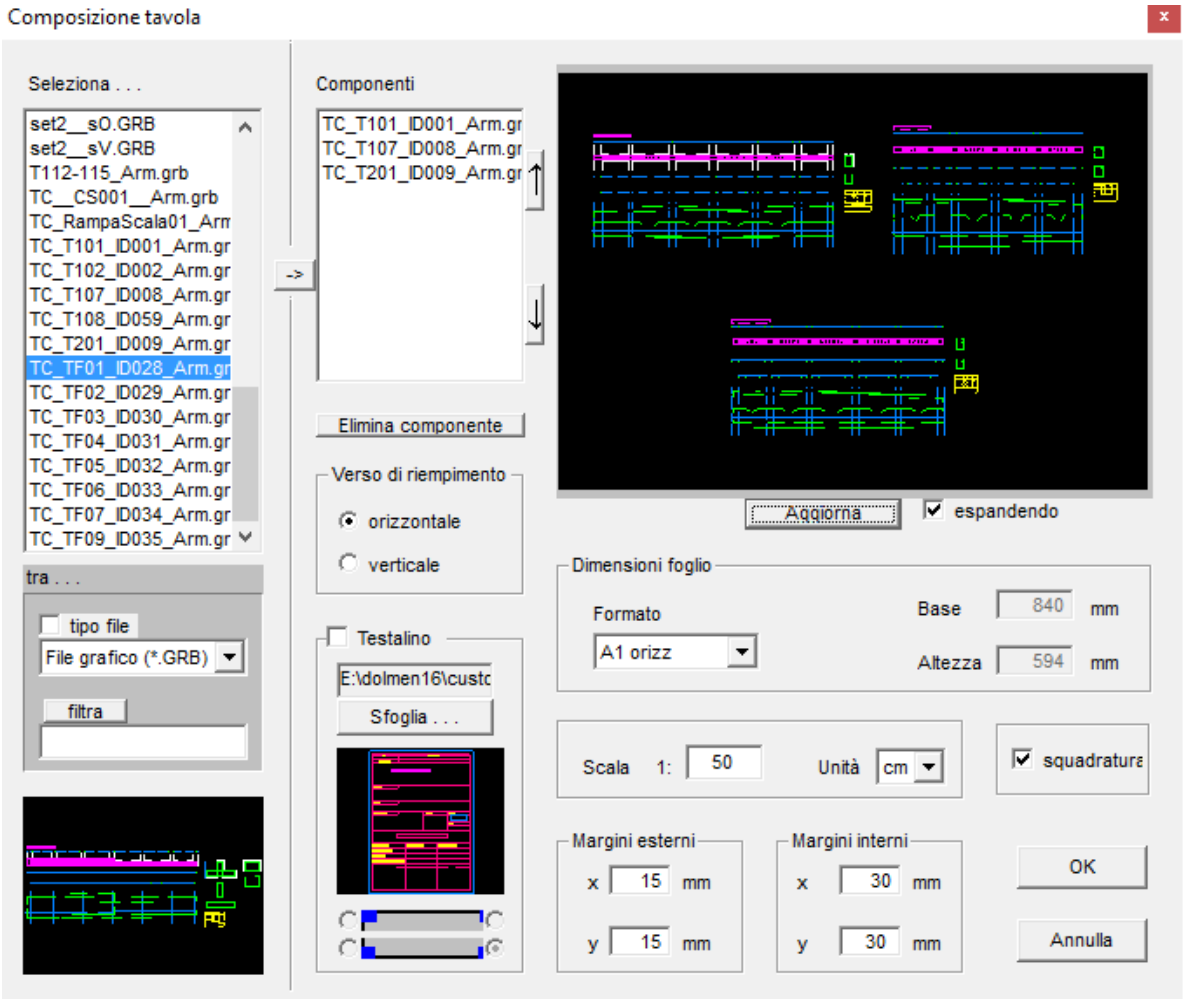
a) usa rapporto di scala si/no;
b) ingloba (per numero o per descrizione)/accoda livelli.

I disegni in formato DIS vengono inglobati nell'ambiente e tutti i suoi oggetti vengono assegnati al livello corrente.
I disegni in formato DXF vengono tradotti rispettando la suddivisione in livelli; inoltre quote e tratteggi rimangono tali, con l'aspetto più simile possibile agli originali.

5.2.3 COMPOSIZIONE TAVOLA

Consente l'apertura contemporaneo di più file nell'ambiente grafico DOLMENPLAN: i formati riconosciuti dalla procedura di composizione sono il formato nativo GRB, il formato di interscambio interno DIS, e il formato DXF. I singoli disegni vengono disposti in una tavola di **dimensioni foglio** assegnate.
La **scala** e le **unità di misura** che si assegnano in fase di composizione diventeranno quelle di default dell'ambiente grafico DOLMEN PLAN, e influenzano soprattutto l'importazione dei file DIS e DXF. Dal momento infatti che il formato GRB contiene già al suo interno delle informazioni di scala e di unità di misura, queste prevalgono su quelle assegnate per la tavola: ciò consente di lavorare separatamente su particolari destinati ad essere stampati in un'unica tavola con scale fra loro diverse, mantenendo per ognuno di essi l'ambiente impostato con la scala e le unità più consone; sarà compito di DOLMEN PLAN, in fase di assemblaggio dei singoli disegni, creare gli stili di quota o armatura con gli adeguati fattori di scala.

Per quanto concerne i disegni in formato DIS, si ammette che le coordinate presenti in esse siano in dimensioni reali, e generalmente espresse in cm, tranne che per i DIS generati dai programmi di verifica nodi in acciaio, le cui coordinate sono espresse in mm: i DIS entreranno a far parte del disegno globale con la scala assegnata per la tavola.
Infine, i file in formato DXF si ammettono in dimensioni reali, con coordinate sempre espresse in cm.
La procedura presenta per la scelta la **lista dei file** di formato GRB, DIS e DXF che ha individuato all'interno della cartella di lavoro corrente, ordinati in ordine alfabetico. È possibile visualizzare solo parte di essi agendo sui due **filtri** disponibili.



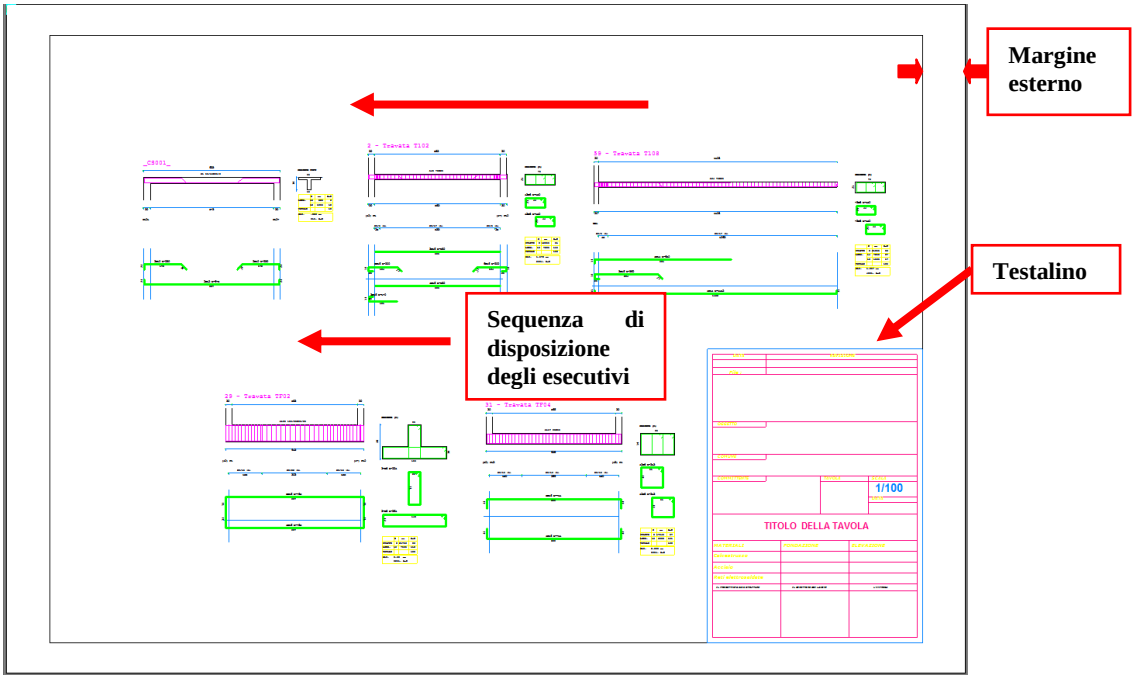
Il primo filtro, se attivato, rende visibili solo i file di un unico formato: il secondo, premendo il tasto "filtra", rende visibili solo i file aventi nomi rispondenti alla regola scritta nell'apposito campo sotto il tasto (ad es., scrivendo *ESEC*.* si rendono visibili i soli esecutivi, siano essi in formato GRB, DIS o DXF). I file visualizzati nella lista sono, fra quelli dei formati grafici riconosciuti da DOLMEN PLAN, l'intersezione di quelli consentiti da ciascuno dei due filtri.

All'interno della lista dei possibili componenti della tavola è possibile selezionare un file alla volta: il file selezionato è rappresentato schematicamente nella finestrella di anteprima. Premendo il tasto "→" si inserisce il file selezionato nella **lista dei componenti** della tavola. La procedura cercherà di inserire i file componenti all'interno dello spazio reso disponibile dal formato della tavola, disponendoli man mano, nell'ordine in cui sono elencati nella lista dei componenti, prima per righe o per colonne a seconda che il **verso di riempimento** richiesto sia orizzontale o verticale. Ne consegue che l'aspetto finale della tavola è influenzato dall'ordine con il quale i file sono elencati nella lista dei componenti: potrebbe addirittura verificarsi che lo spazio non sia sufficiente. A motivo di ciò, è possibile spostare il file selezionato nella lista dei componenti verso l'alto o verso il basso dell'elenco usando le apposite **frecce**. E' inoltre ovviamente possibile eliminare un file dall'elenco dei componenti la tavola usando il tasto "**Elimina componente**".

Alla tavola è possibile aggiungere un **testalino,** che verrà posizionato ad uno degli angoli della tavola stessa: la procedura propone un testalino di default, che può essere sostituito tramite il comando "**Sfoglia …** " da un qualunque file GRB, DIS o DXF presente nella cartella "CUSTOM" o in altre cartelle. La **squadratura** è opzionale ed è interna ai confini della tavola, distando da essi di quantità pari ai **margini esterni**.

Premendo il tasto "**Aggiorna**" vicino all'anteprima della tavola senza attivare l'opzione **"espandendo"** è possibile capire come il programma sfrutta lo spazio disponibile previsto per inserire i singoli file, ed è anche semplice capire se è possibile inserire nuovi file, o mutare l'ordine di inserimento per ottenere un complessivo di miglior impatto estetico: i singoli disegni vengono "accumulati" a partire dall'angolo

in alto a sinistra o dall'angolo in cui è posizionato il testalino, e distano l'uno dall'altro di quantità almeno pari ai **margini interni**. Se si attiva l'opzione "espandendo" i singoli disegni vengono disposti sfruttando tutto lo spazio disponibile.



Quando si preme "**OK**" la tavola complessiva viene caricata in DOLMEN PLAN.
Le impostazioni di default per la composizione della tavola sono riportate nel file **c2_tabstandard.txt** della cartella "CUSTOM", che può essere modificato per personalizzare le impostazioni di default.

5.2.4 SALVA E SALVA CON NOME

Salva nel formato desiderato (GRB, DIS o DXF) il disegno a video.

5.2.5 ESPORTA STRUTTURA

Lancia la funzione utile per l'esportazione della struttura.

5.2.6 MODELLO > NUOVO MODELLO

Funziona solo a DataBase vuoto: apre un file GRB come modello, modifica scala e unità e sostituisce gli stili invece di accodarli.

5.2.7 MODELLO > CARICA SCHEDE

Legge da un file GRB esistente solo i nuovi stili e i contenitori, accodandoli ai preesistenti. Non influisce su scala e unità e ingloba i livelli per descrizione.

5.2.8 MODELLO > SALVA MODELLO

Salva il file con il nome **Cad2Dmodello.GRB**, dopo aver chiesto conferma. Non modifica il nome corrente del file nella barra del titolo.

5.2.9 MODELLO > COMPATTA SCHEDE

Cancella le schede di stile (testo, quota, tratteggio) non utilizzate.

5.2.10 IMPOSTA PLOTTAGGIO

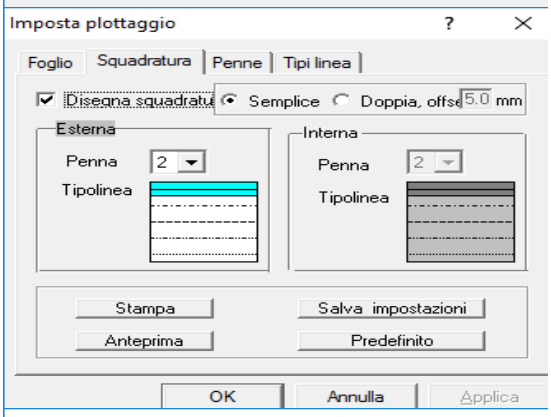
Visualizza il pannello in cui vengono impostati i parametri di plottaggio. Tutte le schede presenti (*Foglio, Squadratura, Penne, Tipi linea*) hanno in comune i seguenti tasti:

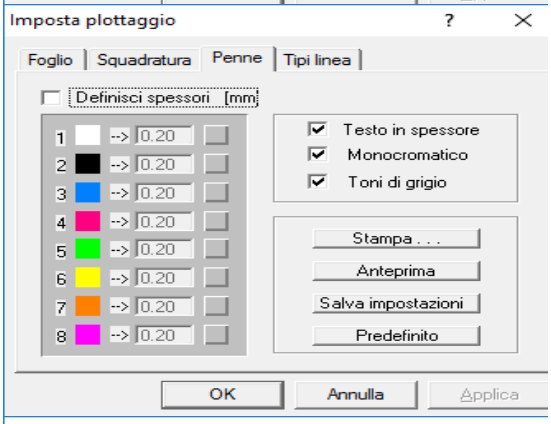
Stampa: invia i dati alla stampante;
Anteprima: visualizza il disegno come apparirà poi sul foglio;
Salva impostazioni: memorizza su disco i dati correnti. Per caricarli automaticamente nelle successive sessioni di plottaggio, salvare come "**c2_standard.txt**";

Predefinito: legge da disco i parametri di default (**\dolmen\custom\ c2_standard.txt**);
OK: chiude il pannello *senza* inviare i dati alla stampante;
Annulla: come sopra, ma annulla anche le modifiche non memorizzate;
Applica: processa le variazioni effettuate. L'effetto sarà visibile sul foglio oppure tramite l'anteprima di stampa.



Le singole schede hanno l'aspetto della figura a fianco:
"**Foglio**": Contiene la scala di plottaggio, i margini da rispettare sul foglio, l'orientamento del disegno e la posizione del disegno nella pagina. Tutti questi parametri hanno valori di default (per esempio la scala di default è la massima possibile sul foglio), ma possono essere modificati liberamente. **NB**: il loro effetto sarà preso in conto solo dopo la pressione del tasto "Applica"**.**
"**Squadratura**": contiene i parametri di un eventuale riquadro da far comparire sul foglio: spessore linea, colore (espresso come numero di penna) e tipo di linea.
"**Penne**": permette di specificare lo spessore della linea da associare a ciascun colore e se il disegno su foglio sarà a colori, in bianco e nero (monocromatico) o in toni di grigio. Nel primo caso è possibile fare in modo che ai colori standard di Dolmen ne corrispondano altri su foglio, da scegliere nella tavolozza di Windows.
"**Tipi linea**": permette di specificare le dimensioni dei singoli trattini nel caso di linee tratteggiate, tratto-punto, ecc. Le misure si intendono in mm *sul foglio*.







5.2.11 AREA DI STAMPA

Specifica la zona del disegno da mandare in stampa. "*Tutto*" corrisponde all'intero disegno; "*Visualizzato*" alla finestra visualizzata in quel momento sul video: "*Finestra*" richiede di cliccare due punti in modo da definire una sotto-area rettangolare.

5.2.12 ANTEPRIMA

Visualizza l'anteprima di stampa.

5.2.13 IMPOSTA STAMPANTE

Seleziona il dispositivo grafico dove inviare i dati.

5.2.14 STAMPA

Invia i dati alla stampante.

5.2.15 ORDINA DATABASE

Riordinamento dei dati inseriti, allo scopo di velocizzare i tempi di esecuzione dei comandi. Si faccia attenzione che questa opzione annulla la possibilità di recuperare dati tramite il comando "Undo" della barra degli strumenti.

5.2.16 ELIMINA DOPPI

Cancella tutti gli elementi sovrapposti, della stessa lunghezza e dello stesso colore.

5.2.17 ESCI

Uscita dal CAD 2D (scorciatoia di tastiera: ALT+F4).

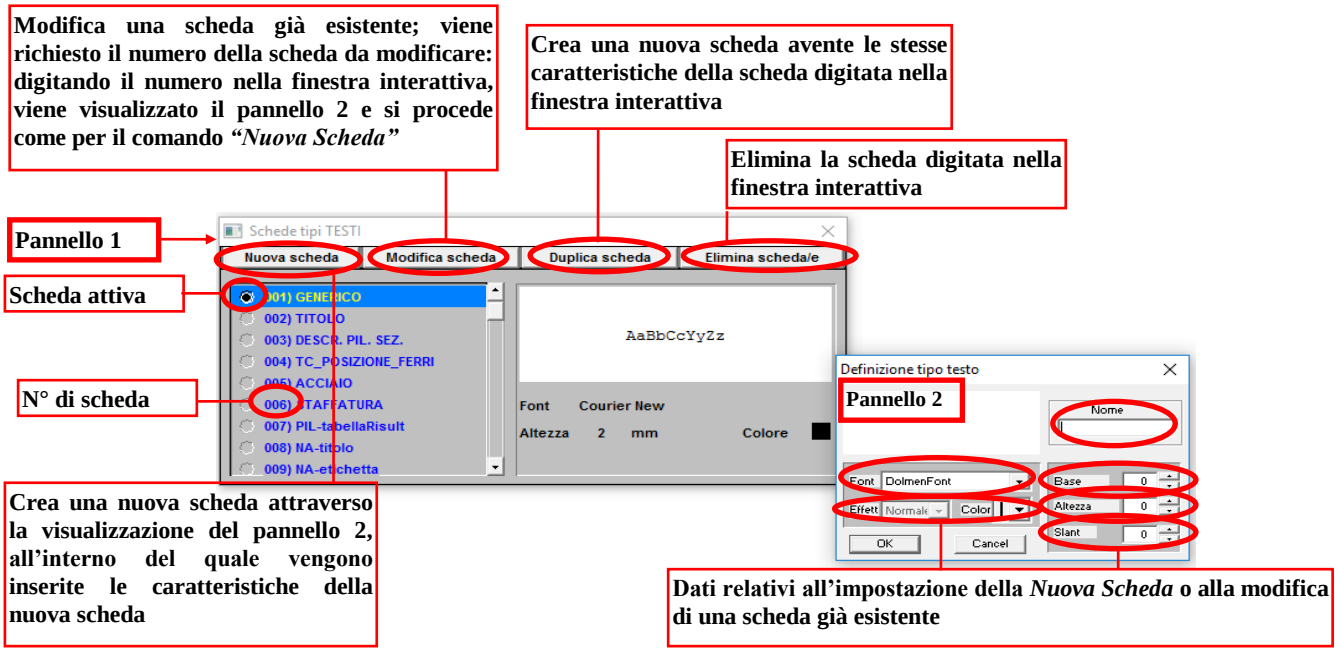
Se dopo l'apertura del CAD 2D l'utente ha selezionato comandi di menù suscettibili di apportare modifiche al DataBase, viene visualizzata una finestra di messaggio che richiede conferma della richiesta e propone il salvataggio su file del contenuto attuale del DataBase.

5.3 GEOMETRIA

In questo menù sono contenute le funzioni che generano nuove primitive di disegno.

Descrizione dei Comandi di un Pannello Tipo

Tutte le operazioni relative alla modifica o all'aggiornamento delle schede vengono fatte utilizzando i comandi di testa del *Pannello 1*.



Non è possibile eliminare schede già utilizzate in altre applicazioni (cioè quando le informazioni contenute in una scheda sono già state attribuite alla struttura, ad es. uno stile di testo già utilizzato); in questo caso appare il messaggio di errore "*SCHEDA REFERENZIATA".* Non è analogamente possibile eliminare schede attive (con pallino nero a fianco del numero della scheda).

5.3.1 DISEGNO > PUNTO > CREA PUNTI.

DETTAGLIO DEL COMANDO: inserire un punto tramite il mouse o dandone numericamente le coordinate;

5.3.2 DISEGNO > SEGM. > SEGMENTO DUE PT.

Crea segmenti per due punti.
DETTAGLIO DEL COMANDO:

a) Inserire il primo vertice cliccando sullo schermo o scrivendo le sue coordinate;
b) Inserire il secondo vertice cliccando sullo schermo o scrivendo le sue coordinate.

5.3.3 DISEGNO > SEGM. > SEGM. ORIZZ./VERT.

Crea segmenti orizzontali o verticali.
DETTAGLIO DEL COMANDO:

a) Inserire il primo vertice;
b) Inserire il secondo vertice, oppure inserire direttamente la lunghezza del segmento (positiva a destra/in alto, negativa a sinistra/in basso).

5.3.4 DISEGNO > SEGM. > SEGM. OFFSET

Crea segmenti paralleli ad altri precedentemente disegnati.

DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire la distanza da tastiera o selezionare il segmento di cui si vuole creare il parallelo;
b) – in caso di inserimento di distanza da tastiera, selezionare il lato del segmento dove va creato il parallelo;
   – in caso di selezione diretta del segmento, cliccare sul video la posizione del parallelo.

5.3.5 DISEGNO > SEGMENTO > RETTANGOLO

Crea rettangoli costituiti da quattro segmenti.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il primo vertice cliccando sullo schermo o scrivendo le sue coordinate;
b) Inserire l'ultimo vertice vertici cliccando sullo schermo o scrivendo le sue coordinate;

5.3.6 DISEGNO > SEGMENTO > POLIGONO

Crea segmenti consecutivi.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il primo vertice cliccando sullo schermo o scrivendo le sue coordinate;
b) Inserire i prossimi vertici cliccando sullo schermo o scrivendo le loro coordinate;
c) Per terminare, cliccare due volte il tasto destro del mouse sull'ultimo vertice del segmento creato.

5.3.7 DISEGNO > CERCHIO > PER TRE PUNTI

Crea un cerchio passante per tre punti inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire graficamente il primo punto o digitare le sue coordinate nel piano;
b) Inserire graficamente il secondo punto o digitare le sue coordinate nel piano;
c) Inserire graficamente il terzo punto o digitare le sue coordinate nel piano.

5.3.8 DISEGNO > CERCHIO > CENTRO E RAGGIO

Crea un cerchio sulla base del centro e del raggio inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire numericamente il valore del raggio del cerchio;
b) Inserire graficamente il punto relativo al centro del cerchio o digitare le sue coordinate nel piano.

5.3.9 DISEGNO > CERCHIO > CENTRO E PUNTO

Crea un cerchio sulla base del centro e di un punto della circonferenza inseriti dall'utente.

5.3.10 DISEGNO > CERCHIO > TG. 2 RETTE E RAGGIO

Crea un cerchio sulla base del centro e di un punto della circonferenza inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire numericamente il valore del raggio del cerchio;
b) Selezionare graficamente il primo segmento di tangenza del cerchio;
c) Selezionare graficamente il secondo segmento di tangenza del cerchio.

5.3.11 DISEGNO > ARCO > PER TRE PUNTI

Crea un arco sulla base di tre punti inseriti dall'utente (il primo e il terzo punto coincidono rispettivamente con il punto iniziale e finale dell'arco).
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire graficamente il primo, secondo e terzo punto relativo all'arco o digitare le sue coordinate.

5.3.12 DISEGNO > ARCO > CENTRO, PUNTO INIZIALE, PUNTO FINALE

Crea un arco sulla base di tre punti: 1) centro del cerchio che sarebbe ottenuto dal completamento dell'arco; 2) punto iniziale dell'arco; 3) punto finale dell'arco
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire graficamente il centro dell'arco o digitare le sue coordinate nel piano;
b) Inserire graficamente il punto iniziale dell'arco o digitare le sue coordinate;
c) Inserire graficamente il punto finale dell'arco o digitare le sue coordinate.

5.3.13 DISEGNO > ARCO > RACCORDO E RAGGIO

Raccorda due segmenti con un arco di cerchio di raggio dato.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire numericamente il valore del raggio dell'arco;
b) Selezionare graficamente il primo ed il secondo segmento.

5.3.14 DISEGNO > GRIGLIA PUNTI/GRIGLIA LINEE

Crea un reticolo di punti o di linee.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il numero di passi sull'asse x;
b) Inserire tanti valori quanti sono i passi sull'asse x;
c) Inserire il numero di passi sull'asse y;
d) Inserire tanti valori quanti sono i passi sull'asse y;
e) Puntare graficamente l'origine del reticolo su una vista bidimensionale.
Una volta dati tutti i passi si possono creare n reticoli puntando più punti di origine.
Si rammenta che il numero di passi è coincidente con il numero di suddivisioni del segmento, da non confondere con la dimensione della suddivisione.

Costruzioni

Le linee ed i cerchi derivanti dal sottomenu "*Costruzioni*" si differenziano dai segmenti ed i cerchi del sottomenu "*Disegni*" in quanto queste funzionano come "costruzioni di appoggio" e non vengono plottate.

5.3.15 COSTRUZIONI > LINEE > PER DUE PUNTI

Crea linee di costruzione per due punti.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il primo punto graficamente o dandone le coordinate;
b) Inserire il secondo punto graficamente o dandone le coordinate.

5.3.16 COSTRUZ. > LINEE > ORIZZ./VERT

Crea linee di costruzione orizzontali o verticali.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Puntare i punti in cui si vogliono far passare le rette.

5.3.17 COSTRUZIONI > LINEE > PARALLELA

Crea linee parallele a linee date.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Caso 1:
a) Puntare un segmento o una retta di costruzione;
b) Puntare col mouse i punti su cui si vogliono far passare le rette.
Caso 2:
a) Inserire la distanza alla quale si vuole fare la parallela;
b) Puntare un segmento o una retta di costruzione;
c) Puntare, in una vista bidimensionale, il lato su cui si vuole creare la retta;
c) Tornare al passo a) o al passo b).

5.3.18 COSTRUZIONI > LINEE > PERPENDICOLARE

Crea linee perpendicolari a linee date.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Puntare un segmento o una retta di costruzione;
b) Puntare col mouse i punti su cui si vogliono far passare le rette.

5.3.19 COSTRUZIONI > LINEE > PUNTO ANGOLO

Crea linee inclinate di un certo angolo passanti per un punto dato.

DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire l'angolo di inclinazione;
b) Puntare col mouse il punto su cui si vuole far passare la retta;
c) Tornare al passo a) o al passo b).
La retta sarà inclinata dell'angolo inserito rispetto l'asse x del sistema di riferimento locale del piano in cui si è puntato il punto (positivo se antiorario).

5.3.20 COSTRUZIONI > LINEE > PERPENDICOLARE A 2 PUNTI

Crea linee perpendicolari alla retta individuata da due punti dati.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Puntare col mouse, in una vista bidimensionale, il primo punto;
b) Puntare col mouse il secondo punto, nella stessa vista in cui si è puntato il primo;
c) Inserire il fattore di distanza.
La retta verrà posizionata a partire dal primo punto a una distanza pari alla distanza tra i due punti moltiplicata per il fattore inserito se positivo, o divisa per tale fattore se negativo.

5.3.21 COSTRUZIONI > CERCHIO > PER TRE PUNTI

Crea un cerchio passante per tre punti inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire graficamente il primo punto o digitare le sue coordinate nel piano;
b) Inserire graficamente il secondo punto o digitare le sue coordinate nel piano;
c) Inserire graficamente il terzo punto o digitare le sue coordinate nel piano.

5.3.22 COSTRUZIONI > CERCHIO > CENTRO E RAGGIO

Crea un cerchio sulla base del centro e del raggio inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire numericamente il valore del raggio del cerchio;
b) Inserire graficamente il punto relativo al centro del cerchio o digitare le sue coordinate nel piano.

5.3.23 COSTRUZIONI > CERCHIO > CENTRO E PUNTO

Crea un cerchio sulla base del centro e di un punto della circonferenza inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire graficamente il punto relativo al centro del cerchio o digitare le sue coordinate nel piano;
b) Inserire graficamente il punto appartenente alla circonferenza o digitare le sue coordinate nel piano.

5.3.24 COSTRUZIONI > CERCHIO > TG 2 RETTE E RAGGIO

Crea un cerchio sulla base del centro e di un punto della circonferenza inseriti dall'utente.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire numericamente il valore del raggio del cerchio;
b) Selezionare graficamente il primo segmento di tangenza del cerchio;
c) Selezionare graficamente il secondo segmento di tangenza del cerchio.

5.3.25 OPERAZIONI > INTERSEZIONE

Stira due segmenti fino alla loro intersezione.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare primo e secondo segmento con il mouse.
Nel caso in cui un segmento venga intersecato dalla retta definita dall'altro, di esso verrà conservata soltanto la parte toccata durante la selezione: tale funzione è pertanto utile per eliminare dal disegno parti di segmenti debordanti da un allineamento dato.

5.3.26 OPERAZIONI > PROIEZIONE

Stira un segmento fino a proiettarlo sulla retta definita dal secondo segmento selezionato.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare il primo segmento con il mouse;
b) Selezionare il secondo segmento con il mouse.

Nel caso in cui il segmento venga intersecato dalla retta definita dall'altro verrà conservata la parte di segmento toccata durante la selezione.

5.3.27 OPERAZIONI > ELIMINA PARTE

Elimina una parte di segmento compresa tra due intersezioni o tra un'intersezione e un vertice dello stesso. Se il segmento non ha intersezioni o se le intersezioni coincidono con i suoi stessi vertici, il segmento non verrà eliminato.

5.3.28 OPERAZIONI > DIVISIONE

Divide un segmento nel punto selezionato o divide un insieme di segmenti selezionati all'interno di una finestra nei loro punti di intersezione.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Caso 1:
a) Selezionare un segmento;
b) Puntare un punto sul segmento scelto.
Caso 2:
a) Puntare il primo angolo di una finestra;
b) Puntare il secondo angolo di una finestra.
Caso 3:
a) Utilizzare il menu "Selezione".

5.3.28.1 Operazioni > Unione

Unisce due segmenti allineati.

Testi

I testi in DolmenPlan sono caratterizzati da uno “stile”, ovvero da un insieme di caratteristiche grafiche predefinite. Ne esistono alcuni di default, che vengono adoperati anche da altri moduli di Dolmen, ma l’utente può aggiungerne altri a piacere. La gestione degli stili di testo si effettua grazie alla funzione seguente.

5.3.29 TESTI > SCHEDE STILI

Visualizza un pannello che mostra l’elenco degli stili correntemente definiti. Per modificare uno stile cliccare sulla scheda corrispondente e poi sul tasto “Modifica Scheda”. Per rendere *attivo* uno stile, cioè fare in modo che i nuovi testi abbiano le caratteristiche volute, è necessario cliccare sul check-box corrispondente.

5.3.30 TESTI > INSERISCI > PER DUE PUNTI

Permette di inserire un testo disponendolo secondo un allineamento ottenuto digitando due punti (il primo punto coincide anche come origine del testo)
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Digitare il testo nella finestra interattiva;
b) Inserire graficamente il primo punto o digitare le sue coordinate (origine testo);
c) Inserire graficamente il secondo punto o digitare le sue coordinate (riferimento per l’allineamento del testo).

5.3.31 TESTI > INSERISCI > ORIZZ./VERT.

Permette di inserire un testo disponendolo secondo un allineamento orizzontale/verticale.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Digitare il testo nella finestra interattiva;
b) Inserire graficamente il punto di origine del testo o digitare le sue coordinate.

5.3.32 TESTI > INSERISCI > PUNTO E ANGOLO

Permette di inserire un testo disponendolo secondo un allineamento ottenuto digitando un punto di origine ed un angolo rispetto all’asse X.
DETTAGLIO DEL COMANDO:

a) Digitare l'angolo di inclinazione del testo rispetto all'asse X;
b) Digitare il testo nella finestra interattiva;
c) Inserire graficamente il punto di origine del testo o digitare le sue coordinate.

5.3.33 TESTI > INSERISCI > CENTRATO PER DUE PUNTI

Permette di inserire un testo disponendolo secondo un allineamento ottenuto digitando due punti.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Digitare il testo nella finestra interattiva;
b) Inserire graficamente il punto di origine del testo o digitare le sue coordinate;
c) Inserire graficamente il secondo punto o digitare le sue coordinate.

5.3.34 TESTI > MODIFICA TESTO/ANGOLO

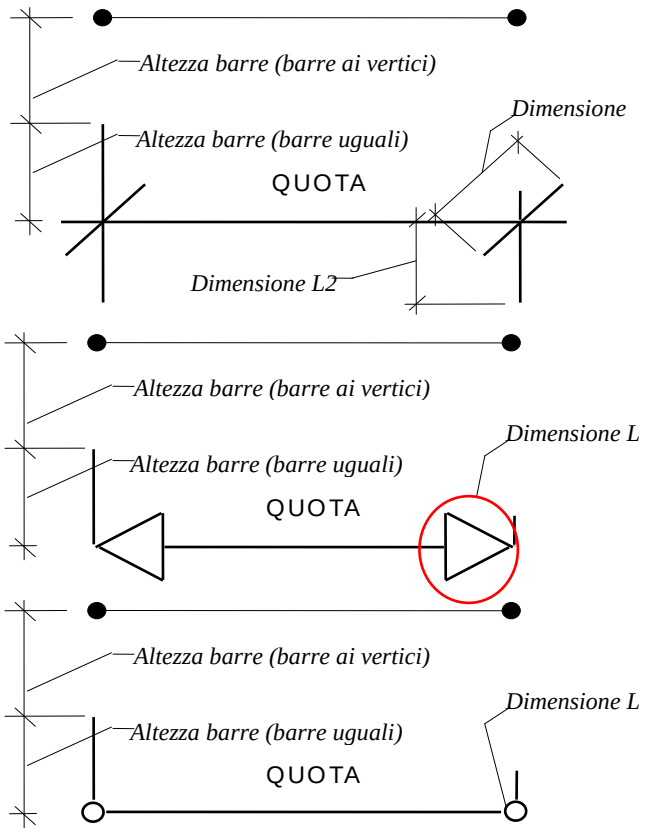
Modifica di una stringa di testo o della sua inclinazione rispetto all'orizzontale.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare il testo da modificare;
b) Modificare il testo all'interno della finestra interattiva o inserire il nuovo angolo.

Quote

Le quote in DolmenPlan sono caratterizzate da uno "stile", ovvero da un insieme di caratteristiche grafiche predefinite. Ne esistono alcune di default, che vengono adoperate anche da altri moduli di Dolmen, ma l'utente può aggiungerne altri tipi a piacere. La gestione degli stili di quota si effettua grazie alla funzione seguente.

5.3.35 QUOTE > SCHEDE STILI

Visualizza un pannello (vedi 5.5.2.1) che mostra l'elenco degli stili correntemente definiti. Per rendere *attivo* uno stile, cioè fare in modo che le nuove quote abbiano le caratteristiche volute, è necessario cliccare sul check-box corrispondente. Quando si richiede un nuovo stile o se ne modifica uno, per prima cosa il programma richiede la tipologia, da scegliersi tra le seguenti:



Civile barre uguali
Civile barre al vertice

Meccanica barre uguali
Meccanica barre al vertice

Pallino barre uguali
Pallino barre al vertice

5.3.36 QUOTE > SERIE > ORIZZ./VERT./PARALLELA

Inserisce le quote in serie (il punto iniziale della quota successiva è esattamente in corrispondenza del punto finale della quota precedente) secondo una giacitura orizzontale, verticale o parallela ad una certa direzione.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire primo e secondo punto dell'elemento da quotare;
b) Inserire posizione della quota.

5.3.37 QUOTE > SINGOLA > ORIZZ./ VERT./PARALL.

Inserisce le quote singolarmente (volta per volta vanno definiti punto iniziale, finale e posizione della quota) secondo una giacitura orizzontale, verticale o parallela ad una certa direzione.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il primo punto dell'elemento da quotare;
b) Inserire il secondo punto dell'elemento da quotare;
c) Inserire la posizione della quota.

5.3.38 QUOTE > AUTOMATICA > ORIZZ./ VERT./PARALL

Dato un segmento genera automaticamente le quote relative ai punti di intersezione dello stesso con gli elementi del disegno, secondo una giacitura orizzontale, verticale o parallela al segmento.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire primo punto del segmento;
b) Inserire il secondo punto del segmento;
c) Inserire posizione della quota.

5.3.39 QUOTE > SPOSTA TESTO > PER 2 PT/ORIZZ./VERT.

Permette di spostare il testo della quota in direzione generica o in direzione orizzontale o verticale di una quantità pari alla distanza inserita nella finestra interattiva o quella presa orizzontalmente/verticalmente che intercorre fra due punti inseriti a video.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Caso 1:
a) Inserire la distanza nella finestra interattiva;
b) Selezionare il testo della quota.
Caso 2:
a) Inserire il primo punto graficamente o per mezzo delle sue coordinate;
b) Inserire il secondo punto graficamente o per mezzo delle sue coordinate;
c) Selezionare il testo della quota.

5.3.40 QUOTE > MODIFICA TESTO

Permette di cambiare il testo delle quote selezionate.

5.3.41 QUOTE > RIGENERA TESTO

Consiste nel rigenerare i testi delle quote selezionate eliminando tutte le modifiche apportate.

Tratteggi

I tratteggi in DolmenPlan sono caratterizzati da uno "stile", ovvero da un insieme di caratteristiche grafiche predefinite. Ne esistono alcuni di default, che vengono adoperati anche da altri moduli di Dolmen, ma l'utente può aggiungerne altri tipi a piacere. La gestione degli stili di tratteggio si effettua grazie alla funzione seguente.

5.3.42 TRATTEGGI > SCHEDE

Visualizza un pannello che mostra l'elenco degli stili correntemente definiti. Per modificare uno stile cliccare sulla scheda corrispondente e poi sul tasto "Modifica Scheda". Per rendere *attivo* uno stile, cioè fare in modo che i nuovi tratteggi abbiano le caratteristiche volute, è necessario cliccare sul check-box corrispondente.

5.3.43 TRATTEGGI > ASSEGNA PER PUNTO INTERNO

Inserisce un tratteggio all'interno di un contorno chiuso per mezzo della selezione di un punto interno.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare un punto all'interno della forma chiusa che si desidera campire da tratteggio.

5.3.44 TRATTEGGI > ASSEGNA PER VERTICI

Inserisce un tratteggio all'interno di un contorno (anche non chiuso) per mezzo della selezione dei vertici del contorno stesso.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare i vertici del contorno.

5.3.45 AIUTI DISEGNO > GRIGLIA

Attivazione della griglia di aiuto.
Si attiva una griglia a passo modificabile, tramite l'opzione "Passo Griglia", le cui intersezioni hanno una priorità sulla proiezione linea e sulle intersezioni dei segmenti.

5.3.46 AIUTI DISEGNO > PASSO GRIGLIA

Modifica del passo griglia.

5.3.47 AIUTI DISEGNO > VERTICI

Visualizza i vertici dei segmenti presenti.

5.4 ARMATURE

Le armature in DolmenPlan sono caratterizzate da uno "stile", ovvero da un insieme di caratteristiche grafiche predefinite, relative sia ai segmenti che costituiscono il ferro, sia alle quote dei tratti di armatura, sia all'etichetta descrittiva. Esistono alcuni stili di default, che vengono adoperati anche da altri moduli di Dolmen, ma l'utente può aggiungerne altri tipi a piacere. La gestione degli stili di armatura si effettua grazie alla funzione seguente:

5.4.1 SCHEDE STILI

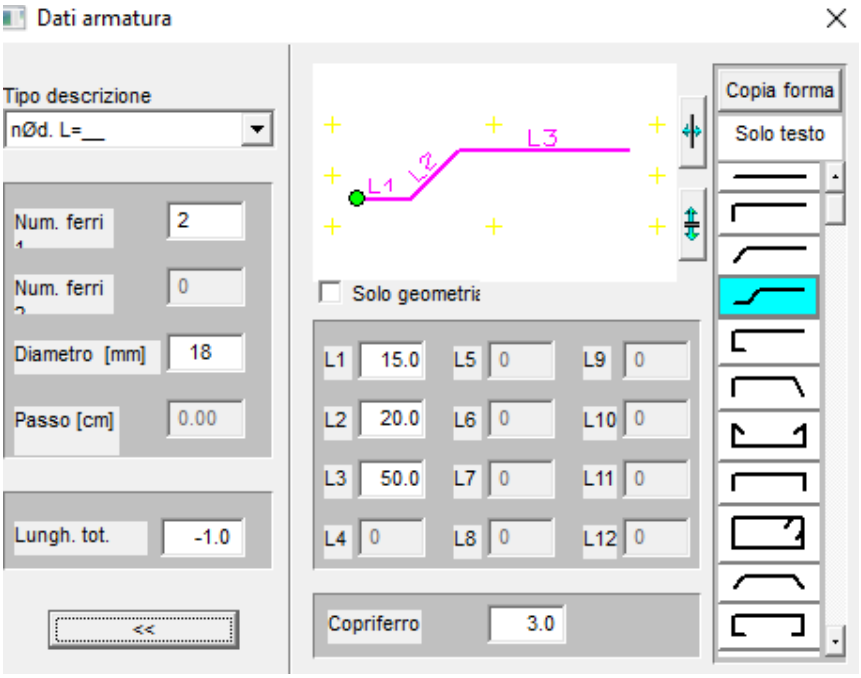
Visualizza un pannello che mostra l'elenco degli stili correntemente definiti. Per modificare uno stile cliccare sulla scheda corrispondente e poi sul tasto "Modifica Scheda". Per rendere *attivo* uno stile, cioè fare in modo che le nuove armature abbiano le caratteristiche volute, è necessario cliccare sul check-box corrispondente.

5.4.2 DATI ARMATURA

Permette l'inserimento dei dati di base per la creazione di nuove armature (descrizione, diametro, numero e lunghezza). La descrizione dell'armatura può avvenire secondo uno degli esempi seguenti:

2 Ø 12 L=300	1 + 1 Ø 12 L=300
20 staffe Ø 8 L=300	1 Ø 12/20 L=300
9 staffe Ø 8/passo 5 L=60	

dove numeri e lunghezze possono ovviamente essere variati a piacere. Se la lunghezza viene posta a "-1", il programma calcolerà la lunghezza effettiva come somma dei singoli tratti del ferro.



5.4.3 CREAZIONE > SU GEOMETRIA/DIRETTA/DA PANNELLO

La creazione di nuovi ferri può avvenire su una poligonale già disegnata, cliccando a mano libera sul disegno o scegliendo una forma predefinita da un pannello di supporto. Tale pannello consente le seguenti operazioni:

- Inserimento descrizione, diametro e numero e lunghezza. È lo stesso tipo di inserimento della funzione precedente (Dati armatura).
- Definizione delle misure dei singoli tratti di armatura, numerati come da anteprima.
- Scelta della forma: “predefinita”, “solo testo” o “per copia” di altri ferri già esistenti sul disegno.
- Definizione del copriferro, ovvero della *distanza del ferro dal cursore del mouse* durante il posizionamento nel disegno. Il cursore trascina l’armatura agganciandola in una delle posizioni rappresentate dalle crocette nell’anteprima o in uno dei suoi vertici. La posizione corrente è rappresentata dal pallino verde.
- Ottenere forme di armatura analoghe a quelle rappresentate con operazioni di simmetria (usare i due pulsantini a destra dell’anteprima).

5.4.4 MODIFICA > NUMERO FERRI/DIAMETRO/PASSO/LUNGHEZZE

Consente di modificare la caratteristica richiesta dei ferri selezionati.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire nella finestra di input il nuovo parametro;
b) Selezionare l’armatura della quale si vuole modificare il parametro.

5.4.5 MODIFICA > AGGIORNA LUNGHEZZA TOTALE

Consente di ricalcolare la lunghezza totale dell’armatura selezionata.

5.4.6 MODIFICA > SOSTITUISCI

Consente di assegnare una nuova forma all’armatura selezionata.

5.4.7 MODIFICA > SUDDIVISIONE

Consente di tagliare un ferro, con sovrapposizione assegnata
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Digitare il valore della sovrapposizione;
b) Selezionare il ferro interessato;
c) Selezionare il punto nel quale si vuole tagliare il ferro;

5.4.8 MODIFICA > AGGIUNGI PARTE > 2 PT/ORIZZ./VERT./PROLUNGAMENTO

Consente di modificare l'armatura, prolungandola dalla parte dell'estremo selezionato secondo una direzione individuata da due punti o rigorosamente orizzontale/verticale, oppure dal tratto che precede l'estremo selezionato.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Selezionare il ferro d'armatura che si vuole modificare;
b) Selezionare l'estremo interessato;
c) Selezionare un secondo punto, il quale individua la giacitura e la lunghezza del prolungamento.

5.4.9 MODIFICA > CANCELLA PARTE

Cancella un singolo tratto dell'armatura selezionata.

5.4.10 MODIFICA > STIRA ORIZZONTALE/STIRA PARALLELO

Consente di allungare o accorciare un ferro secondo la direzione orizzontale o parallelamente ad un suo tratto.

5.4.11 MODIFICA TESTI > MODIFICA/SPOSTA/NASCONDI/VISUALIZZA/RIGENERA DESCRIZIONE

Permettono di gestire l'etichetta dell'armatura per sostituzione con un testo qualunque, per spostamento, ecc.

5.4.12 MODIFICA TESTI > MODIFICA/TRASLA/NASCONDI/VISUALIZZA/RIGENERA QUOTA

Analogamente alla funzione precedente, permettono di gestire le quote dei singoli tratti di armatura, per sostituzione con un testo qualunque, per spostamento, ecc.

5.4.13 NUMERO RIPETIZIONI FERRI > ASSEGNA

Permette all'utente di assegnare una quantità di ferri diversa da quella indicata in etichetta, per necessità di computo.

5.4.14 NUMERO RIPETIZIONI FERRI > VISIBILE

Visualizza/non visualizza la quantità totale di ferri di cui alla funzione precedente.

5.4.15 COMPUTO > ARMATURE

Crea la distinta delle armature indicando, per i vari tipi di diametro, la lunghezza totale ed il peso dei ferri.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Selezionare le armature delle quali si vuole ottenere il computo;

5.4.16 COMPUTO > CALCESTRUZZO

Computa il volume di calcestruzzo necessario per la realizzazione dei vari elementi strutturali.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Selezionare le travi di cui si vuole ottenere il computo.
Per ogni trave la selezione deve avvenire con un'unica finestra, la quale deve contenere rispettivamente le quote relative alla sezione della trave e quelle relative alla sua lunghezza.

5.4.17 COMPUTO > CASSERI

Computa la superficie di casseri necessaria per realizzare i vari elementi strutturali selezionati.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il numero di spondine laterali che rientrano nel computo: [*0*] – [*1*] – [*2*]
   - Inserire [*0*] nel caso di trave in spessore (o simili), per la quale è unicamente necessario il cassero inferiore;
   - Inserire [*1*] nel caso di trave in spessore di bordo (o simili), per la quale è necessario, oltre al cassero inferiore, un cassero laterale;
   - Inserire [*2*] nel caso di trave ribassata (o simili), per la quale è necessario, oltre al cassero inferiore, dei casseri laterali;
b) Selezionare le travi di cui si vuole ottenere il computo.

Per ogni trave la selezione deve avvenire con un'unica finestra, la quale deve contenere rispettivamente le quote relative alla sezione della trave e quelle relative alla sua lunghezza.

Distinte.

Le armature dei disegni di Dolmen possono essere raggruppate in contenitori diversi chiamati "Distinte", che consentono ulteriori selezioni delle armature per raggruppamenti omogenei e numerati. Le distinte sono caratterizzate da uno "stile", ovvero da un insieme di caratteristiche grafiche predefinite. Esistono alcuni stili di default, ma l'utente può aggiungerne altri tipi a piacere. La gestione degli stili di distinta si effettua grazie alle seguenti:

5.4.18 DISTINTA > SCHEDE/MODALITÀ DI GENERAZIONE

Visualizza pannelli specifici che mostrano l'elenco degli stili correntemente definiti e le modalità correnti. Per modificare uno stile cliccare sulla scheda corrispondente e poi sul tasto "Modifica Scheda". Per rendere *attivo* uno stile, cioè fare in modo che le nuove distinte abbiano le caratteristiche volute, è necessario cliccare sul check-box corrispondente.

5.4.19 DISTINTA > INSERISCI/ELIMINA FERRI

Consente la selezione delle armature presenti nel disegno e la loro assegnazione/cancellazione alla/dalla distinta in corso di generazione.

5.4.20 DISTINTA > NUMERAZIONE

Gestisce l'ordine con cui le armature vengono inserite nella distinta e la loro numerazione.

5.4.21 DISTINTA > GENERA TABELLA

Genera una tabella contenente la distinta di tutte le armature selezionate precedentemente. La distinta contiene:

- Numero progressivo delle tipologie di armature, corrispondente a quello presente nell'esploso;
- Disegno della forma d'armatura;
- Lunghezza dell'armatura
- Diametro dell'armatura;
- Numero di ferri aventi quella stessa tipologia;
- Lunghezza della totalità delle armature aventi quella stessa tipologia;
- Peso della totalità delle armature aventi quella stessa tipologia.

5.5 GENERALI

5.5.1 BREAK

Interrompe il comando corrente. Scorciatoia di tastiera: ESC.

5.5.2 UNDO

Annulla l'ultima cancellazione o l'ultima trasformazione geometrica

5.5.3 ALL'INIZIO

Rilancia dall'inizio l'ultima funzione eseguita, evitando di ricercarla nel menù. Scorciatoia di tastiera: CTRL+W.

5.5.4 INFORMAZIONI

Queste funzioni forniscono tutte le informazioni possibili sugli elementi selezionati.

5.5.5 EVIDENZIA

Permette la visualizzazione sintetica di tutti gli elementi dotati della stessa proprietà, scelta di solito nel menù Selezione.

5.5.6 INCOLLA

Legge gli "Appunti di Dolmen". L'operazione di "copia negli appunti" viene eseguita da altri moduli del programma (trave continua, travetto, ecc.)

5.5.7 CANCELLA

Cancella gli elementi selezionati.

5.6 TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE:

5.6.1 TRASLAZIONE > PER DUE PUNTI

Trasla gli elementi grafici in direzione generica.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Puntare il primo punto;
b) Puntare il secondo punto;
c) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere;
d) Selezionare gli elementi del disegno.
Inserendo il valore "0" alla richiesta del n° di copie, l'elemento o gli elementi selezionati vengono cancellati e ridisegnati nella nuova posizione.

5.6.2 TRASLAZIONE > ORIZZONTALE/VERTICALE

Trasla gli elementi grafici in direzione orizzontale o verticale.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Caso 1:
a) Puntare il primo punto;
b) Puntare il secondo punto;
c) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere;
d) Selezionare gli elementi del disegno;
e) Tornare al passo d).
Caso 2:
a) Inserire la distanza (positiva verso destra o verso l'alto);
b) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere;
c) Selezionare gli elementi del disegno.
Inserendo il valore "0" alla richiesta del n° di copie, l'elemento o gli elementi selezionati vengono cancellati e ridisegnati nella nuova posizione.

5.6.3 ROTAZIONE

Ruota gli elementi grafici selezionati intorno al punto indicato.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Puntare il punto sul quale si vuole ruotare il disegno;
b) Inserire l'angolo di rotazione;
c) Inserire il numero di copie che si vogliono ottenere;
d) Selezionare gli elementi del disegno.
La convenzione positiva per gli angoli di rotazione è data dalla regola della mano destra. Rispondendo con "0" alla richiesta del numero di copie si cancella l'elemento e lo si ruota nella nuova posizione.

5.6.4 POSIZIONA

Ruota l'oggetto selezionato dell'angolo formato fra le due rette definite dalle due coppie di punti (origine e destinazione) del dettaglio di comando.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire cliccando o per coordinate il primo punto di origine dell'asse X;
b) Inserire cliccando o per coordinate il secondo punto di origine dell'asse X;
c) Selezionare l'oggetto per il quale si desidera compiere l'operazione;
d) Digitare il numero di copie dell'oggetto;

e) Inserire cliccando o per coordinate il primo punto di destinazione;
f) Inserire cliccando o per coordinate il secondo punto di destinazione.

5.6.5 VARIAZIONE SCALA

Modifica le dimensioni degli elementi grafici selezionati, tramite il coefficiente di scala inserito.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire punto fisso;
b) Inserire un fattore di scala unico per i due assi o due fattori, uno per l'asse X ed uno per l'asse Y (per es.: .5,.8);
c) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere;
d) Selezionare gli elementi del disegno.
Il punto fisso sarà l'unico che non varierà le sue coordinate e rispetto al quale varieranno tutti gli altri. Rispondendo con "0" alla richiesta del numero di copie si cancella l'elemento e lo si ridimensiona con la nuova scala.

5.6.6 SIMMETRIA > PER 2 PUNTI

Ribalta gli elementi selezionati rispetto una ad una linea generica.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire cliccando o per coordinate il primo punto;
b) Inserire cliccando o per coordinate il secondo punto;
c) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere (0 o 1);
d) Selezionare gli elementi del disegno.
Rispondendo con "0" alla richiesta del numero di copie si cancella l'elemento e lo si trasla nella posizione simmetrica.

5.6.7 SIMMETRIA > ORIZZ./ VERT.

Ribalta gli elementi selezionati rispetto una linea orizzontale o verticale passante per il punto dato.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire cliccando o per coordinate il primo punto;
b) Inserire il numero di copie che si vuole ottenere (0 o 1);
c) Selezionare gli elementi del disegno;
d) Tornare al passo c).
Rispondendo con "0" alla richiesta del numero di copie si cancella l'elemento e lo si trasla nella posizione simmetrica.

5.6.8 STIRAMENTI > PER 2 PUNTI

Stira in una direzione qualunque i vertici selezionati.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire cliccando o per coordinate il primo punto;
b) Inserire cliccando o per coordinate il secondo punto;
c) Selezionare i vertici.

5.6.9 STIRAMENTI > ORIZZ./VERT.

Stira in direzione orizzontale o verticale i vertici selezionati.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Caso 1:
a) Inserire il primo punto cliccando o per coordinate;
b) Inserire il secondo punto cliccando o per coordinate;
c) Selezionare i vertici.
Caso 2:
a) Inserire numericamente una distanza;
b) Selezionare i vertici.
Nel caso in cui si diano i due punti, lo stiramento avverrà nella direzione orizzontale o verticale in cui si è puntato il secondo punto.

5.7 C.A.

Il *MENU C.A.* contiene una serie di sotto programmi che consentono di eseguire in automatico operazioni complesse, con notevole risparmio in termini di tempo.
Queste sono suddivise in:
Funzioni di disegno:
– Disegno travetti;
– Disegno rompitratta;
– Disegno foro;
– Disegno plinto.
Le prime tre funzioni permettono di disegnare completamente in automatico le carpenterie di piano dei solai in latero–cemento. La quarta funzione (disegno plinto) consente di realizzare l'esecutivo di un plinto di fondazione.
Funzioni di calcolo:
– Progetto plinto;
– Muri controterra;
– Progetto travetto;
– Disegno scala.
Le prime due funzioni richiamano i programmi che si trovano nel ***Pannello Principale*** sotto la voce IS PLINTI e IS MURI, consentendo il calcolo completo ed il disegno degli esecutivi dei plinti di fondazione e muri di sostegno. Con la terza e la quarta funzione (Progetto travetto e Disegno Scala) è possibile effettuare il calcolo, con il criterio delle *Tensioni ammissibili*, ed il disegno degli esecutivi di travetti di solai e di scale in C.A all'interno del modulo DOLMEN PLAN.

5.7.1 DISEGNO CARPENTERIE > DISEGNO TRAVETTI

Permette di disegnare i travetti di un solaio.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Identificare il perimetro della campitura mediante la selezione dei vertici del solaio;
b) Inserire il primo punto per l'identificazione della direzione dei travetti;
c) Inserire il secondo punto per l'identificazione della direzione dei travetti;
L'identificazione del perimetro di solaio termina nel momento in cui l'ultimo vertice selezionato coincide col primo.

5.7.2 DISEGNO CARPENTERIE > DISEGNO ROMPITRATTA

Permette di inserire i rompitratta nelle carpenterie di solaio.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Inserire il primo punto per l'identificazione della direzione del rompitratta;
b) Inserire il secondo punto per la direzione del rompitratta;

5.7.3 DISEGNO CARPENTERIE > DISEGNO FORO

Permette di disegnare i fori tecnici nelle carpenterie di solaio.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
a) Individuare i vertici che costituiscono il foro tecnico;
b) Terminare la selezione dei vertici cliccando velocemente due volte con il mouse.

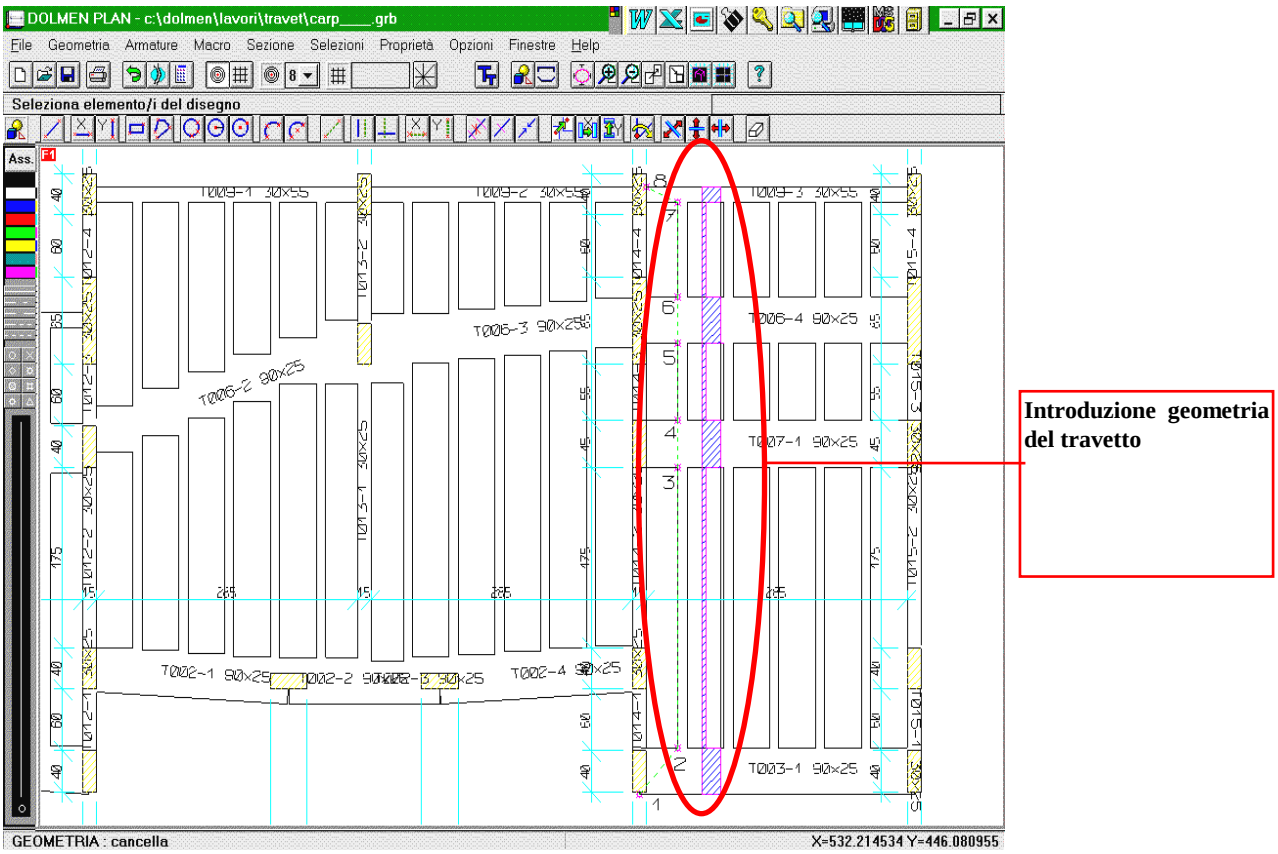
5.7.4 DISEGNO CARPENTERIE > DEFAULT TRAVETTI/ROMPITRATTA

Permette di modificare i parametri usati dalle funzioni precedenti.

5.7.5 PROGETTO TRAVETTO

Permette di progettare un travetto di solaio indipendentemente dal calcolo generale della struttura, sulla base del criterio delle *Tensioni Ammissibli*.
DETTAGLIO DEL COMANDO:

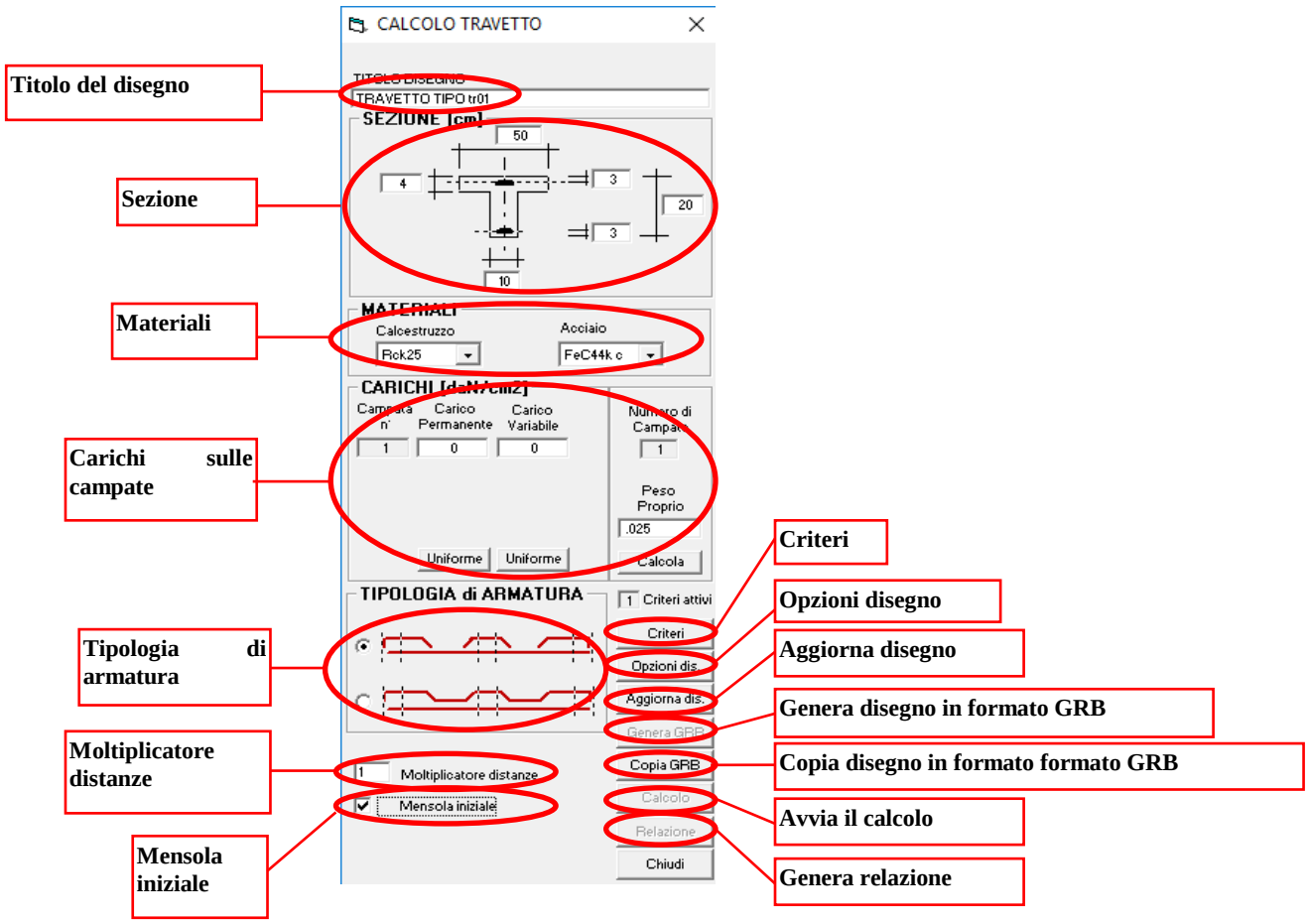
a) Digitare il nome del travetto: il programma crea un file con il nome inserito; se il nome digitato fosse già esistente, nelle operazioni di salvataggio il programma sovrascrive le nuove informazioni su quelle già presenti, causandone inevitabilmente la perdita.



b) Inserire punto: per definire un travetto da solaio è necessario individuare tutti i punti che, in una sezione verticale lungo l'asse dello stesso, rappresentano le posizioni di inizio e fine di ciascuna delle travi che ne costituiscono gli appoggi. Questa operazione può essere fatta, ad esempio, lavorando direttamente sulla carpenteria di piano generata dal DOLMEN o importata da una tavola redatta in un qualsiasi CAD che supporta il formato DXF. Il programma determina le distanze tra i punti assegnati proiettando ciascuno dei punti "interni" sul segmento che congiunge il primo e l'ultimo. Questo facilita l'introduzione della geometria, in quanto è necessario assegnare il primo e l'ultimo punto su una retta parallela all'asse del travetto, mentre per i restanti è possibile appoggiarsi alle intersezioni esistenti sul disegno, spesso non allineate con il travetto stesso. Per terminare l'introduzione di punti è necessario cliccare due volte con il mouse sull'ultimo punto.
Dopo l'individuazione della geometria è necessario entrare nel modulo di calcolo.

c) Impostazione dei parametri relativi al ***Modulo Di Calcolo***: il programma visualizza un doppio pannello definiti come "*Area di Controllo*" ed "*Area di disegno"*. L'utente può intervenire attivamente sulla prima e visionare il contenuto della seconda muovendosi all'interno del disegno con le funzioni di modifica della vista.

Le diverse parti della finestra sono accompagnate dal messaggio di aiuto posto nella parte alta della stessa che compare qualche istante dopo essersi posizionati con il puntatore del mouse sul controllo della funzione interessata.

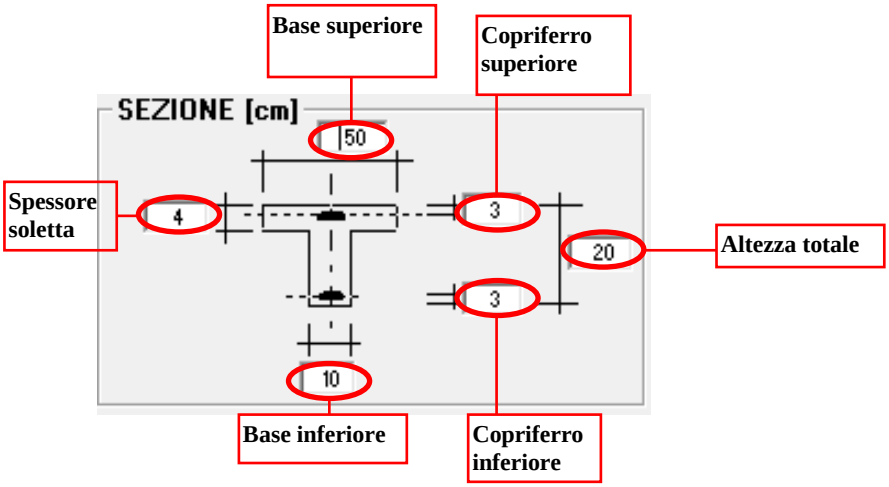


Titolo del disegno

Nella parte alta del pannello è possibile modificare il titolo generale posto in testa al disegno. Il programma visualizza inizialmente una stringa del tipo “TRAVETTO TIPO - “ seguita dalla dicitura che si è specificata nel DOLMEN PLAN. Ad esempio, potrà comparire la scritta “TRAVETTO TIPO - SOLAIO 001 “. Per rendere attiva l’eventuale sua modifica è necessario premere il tasto posto nella parte bassa del pannello riportante la scritta “AGGIORNA”, oppure attendere la rigenerazione del disegno dopo un’operazione di calcolo.

Sezione

In questa parte si possono definire le dimensioni geometriche della sezione del travetto (necessariamente di forma a T). Il programma presenta, all’atto del suo avvio, delle dimensioni di base (le più frequentemente utilizzate). Tali impostazioni possono essere modificate, intervenendo nel file “*DefSez.trv*”, presente nella cartella “*\DOLMEN\CUSTOM*”.



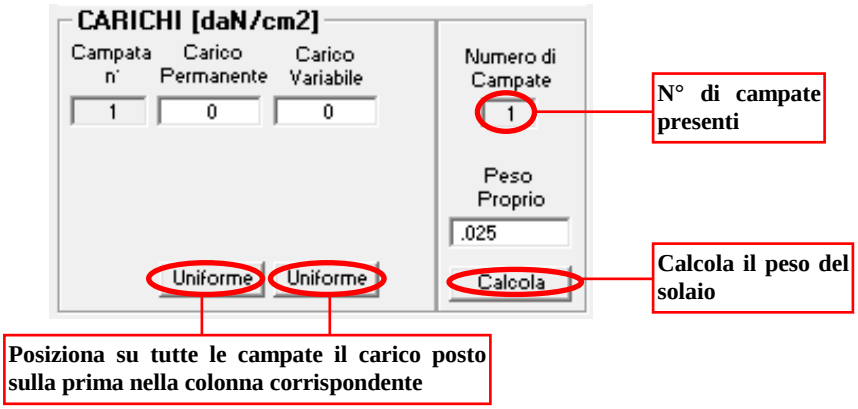
Materiali

È possibile scegliere il tipo di calcestruzzo ed il tipo di acciaio nelle liste presentate. Tali liste sono modificabili intervenendo direttamente sul file "*Mat_li.trv*". Nello stesso file sono indicati i materiali ai quali il programma fa riferimento all'atto del suo avviamento.

Carichi sulle campate

I carichi, intesi per unità di superficie, sono divisi in:

- Peso proprio del solaio (strutturale);
- Carico permanentemente portato dal solaio (sovrastruttura, muri, ecc.);
- Carico variabile.



Agendo sul tastino apposito, i valori introdotti vengono automaticamente convertiti nell'unità di misura attiva. Il programma propone il valore del peso proprio del solaio sulla base delle dimensioni della sezione denunciate nella relativa porzione di pannello: tale valore può essere comunque cambiato. Ogni carico è inteso uniformemente distribuito su ogni campata: la presenza di una barra di scorrimento permette la visione di un numero di valori elevato. Qualora si vogliano posizionare carichi uguali su tutte le campate o su molte di esse, si può fare uso della funzione permessa dal tasto "Uniforme", che distribuisce il carico introdotto sulla prima campata su ciascuna delle altre.

Tipologie di armatura

Il programma permette di inserire due schemi di armatura. Essi sono caratterizzati come segue:

1) il primo schema prevede la disposizione di barre di armatura inferiori spezzate in corrispondenza degli appoggi, tali da coprire la necessità di armatura in campata. A queste si affiancano le barre di armatura piegate a cavalletto in corrispondenza di ogni appoggio. Le lunghezze dei cavalletti sono determinate sulla base di alcuni parametri (modificabili) che ne fissano l'entità sulla base delle luci delle campate. Qualora nella sezione ove il cavalletto non risulta più "attivo" necessiti la presenza di ulteriore armatura nella parte alta del travetto, il programma posiziona un ferro lungo superiore spezzato in campata.
2) il secondo schema prevede, come il precedente, la disposizione di barre di armatura inferiori spezzate in corrispondenza degli appoggi, tali da coprire la necessità di armatura in campata. I momenti negativi vengono raccolti da ferri piegati posti a cavallo degli appoggi ed in grado di assorbire in parte anche il momento positivo in campata.

Moltiplicatore delle distanze

Permette di modificare le distanze ottenute dal DOLMEN PLAN. In generale, si intende che le quote fornite per definire il travetto siano date in cm. Se il disegno su cui si opera è realizzato con unità diverse o in scala, è possibile ottenere le luci volute applicando un fattore moltiplicatore.

Mensola iniziale

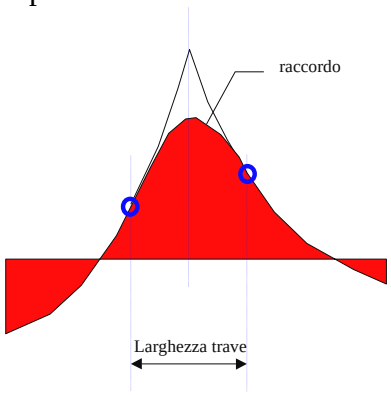
Questa funzione introduce, se il check-box è spuntato, una mensola iniziale traslando verso destra le campate. Il numero di campate sommato al numero di travi rimane perciò invariato. Nel caso in cui la modifica crei un travetto con una sola trave, il programma avvertirà che il calcolo non è possibile.

Criteri

La voce "Criteri" racchiude l'insieme di parametri necessari a personalizzare il posizionamento delle armature nell'esecutivo e ad adeguarsi alle richieste di norma. È possibile salvare più impostazioni e richiedere il progetto delle armature adottando un insieme di criteri piuttosto che un altro. Il numero del file di criteri attivo è visualizzato nella casella posta al di sopra del tasto.
Ogni file di criteri va denominato con la sigla "*CrTravXX.trv*" in cui "*XX*" sta ad indicare un numero progressivo (00, 01 ,02, ...). Vediamo in dettaglio ciascuno dei criteri proposti.

Raccordo del momento sull'appoggio.

Se si ritiene necessario è possibile raccordare il momento sull'appoggio per tenere conto che, nella realtà, la reazione vincolare non è puntuale, bensì distribuita su tutta la larghezza della trave. Il raccordo è fatto mantenendo, nei punti di contatto con la curva reale, la continuità di funzione e derivata e adottando quindi una cubica.

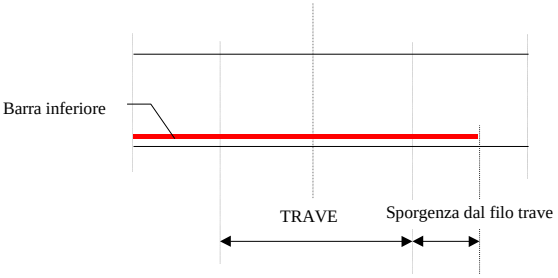


Coefficiente di omogeneizzazione.

Rappresenta il coefficiente di omogeneizzazione delle armature, come definito dalla norma.

Sporgenza ferri inferiori dal filo trave.

È la dimensione in cm di cui sporgono le barre di armatura inferiori dal filo della trave.



Prolungamento ferri sup. dall'asse campata.

Rappresenta la dimensione in cm di cui sporgono le barre superiori, nella tipologia di armatura 1, rispetto all'asse della campata. Qualora tale dimensione non sia sufficiente a garantire l'ancoraggio delle barre in mezzeria e nel caso questo sia richiesto, la sporgenza verrà realizzata in funzione dei parametri di ancoraggio.

Prolungamento cavalletti dal filo trave (%L netta).

In percentuale sulla dimensione della luce netta di ciascuna campata, rappresenta il valore di cui sporge un cavalletto (tipologia di armatura 1) dal filo della trave. Nella tipologia di armatura 2 rappresenta la quota di cui sporgono i ferri piegati di una campata dai fili trave che "guardano" nelle campate adiacenti.

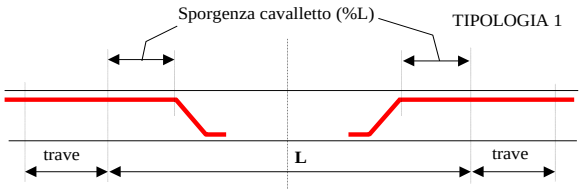
Lunghezza secondo ripiego cavalletti.

È la lunghezza del tratto orizzontale iniziale e finale di ciascun cavalletto (tipologia di armatura 1). Naturalmente può essere nulla.

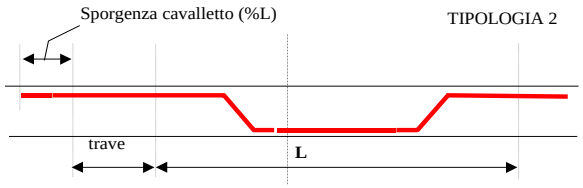
Lunghezza minima di ancoraggio (cm)

È la minima lunghezza di ancoraggio espressa in cm. Il programma considera attiva ciascuna barra di armatura dopo aver escluso una porzione iniziale e finale pari al massimo tra tale lunghezza e quella espressa dal criterio successivo.

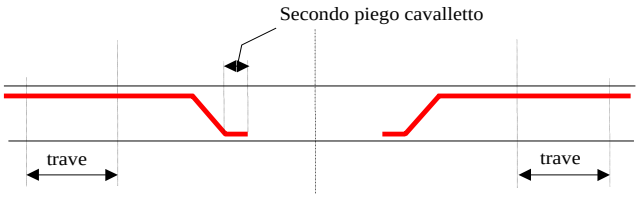
Lunghezza minima di ancoraggio (diametri).
È la minima lunghezza di ancoraggio espressa in diametri della barra.



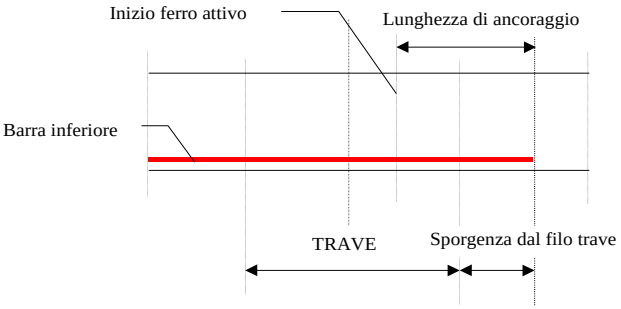
Lunghezza pieghi verticali (in H).
È la lunghezza del piego verticale delle barre inferiori di inizio e fine travetto come percentuale della misura che si ottiene sottraendo all'altezza totale i due copriferri. Le barre superiori vengono invece piegate fino al 100% di tale lunghezza.



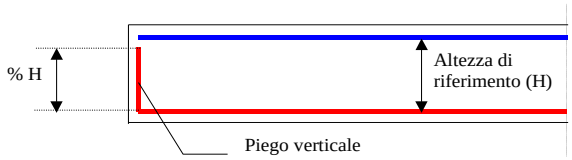
Primo e secondo diametro barre (mm).
I due diametri con cui il programma arma il travetto. Il programma sceglie tra i due diametri inseriti in modo da utilizzare il minimo numero di armature (in ragione dello spazio ridotto).



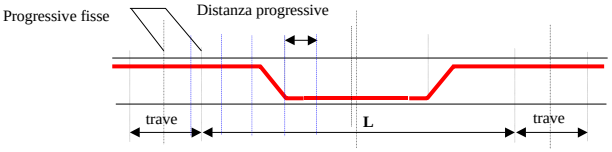
Momento sugli appoggi di estremo (ql^2/n).
È il valore del momento di "semi incastro" da prevedere sugli appoggi d'estremo nel caso in cui non vi siano mensole. Va espresso come divisore del carico per la luce della campata iniziale o finale al quadrato. Inserendo ad esempio *12*, il momento sull'appoggio iniziale sarà $ql^2/12$, dove '*q*' è il carico massimo presente sulla prima campata.



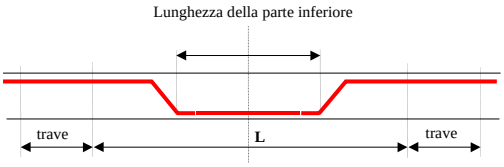
Lunghezza minima del piego dei cavalletti.
È la minima lunghezza della porzione inferiore dei ferri piegati (tipologia di armatura 2) espressa in cm.



Distanza minima delle progressive (in cm).
È la minima distanza delle progressive di verifica espressa in cm. In ogni caso il programma dispone delle progressive nei punti più interessanti (filo trave, asse appoggio, ecc.)



Distanza minima delle progressive (in nH).
È la minima distanza delle progressive di verifica espressa in numero di altezze utili.



Amplificazione dell'ancoraggio dei pieghi (in ϕ).
Rappresenta il numero di diametri di armatura da sottrarre alla normale lunghezza di ancoraggio per tenere conto dell'effetto positivo del piego.

Tolleranza per la verifica del calcestruzzo (N/mm^2).
È la tolleranza da adottare per la verifica delle tensioni nel calcestruzzo.

Tolleranza per la verifica dell'acciaio (N/mm^2).
È la tolleranza da adottare per la verifica delle tensioni nell'acciaio.

Numero max di iterazioni per sollecitazioni resistenti.

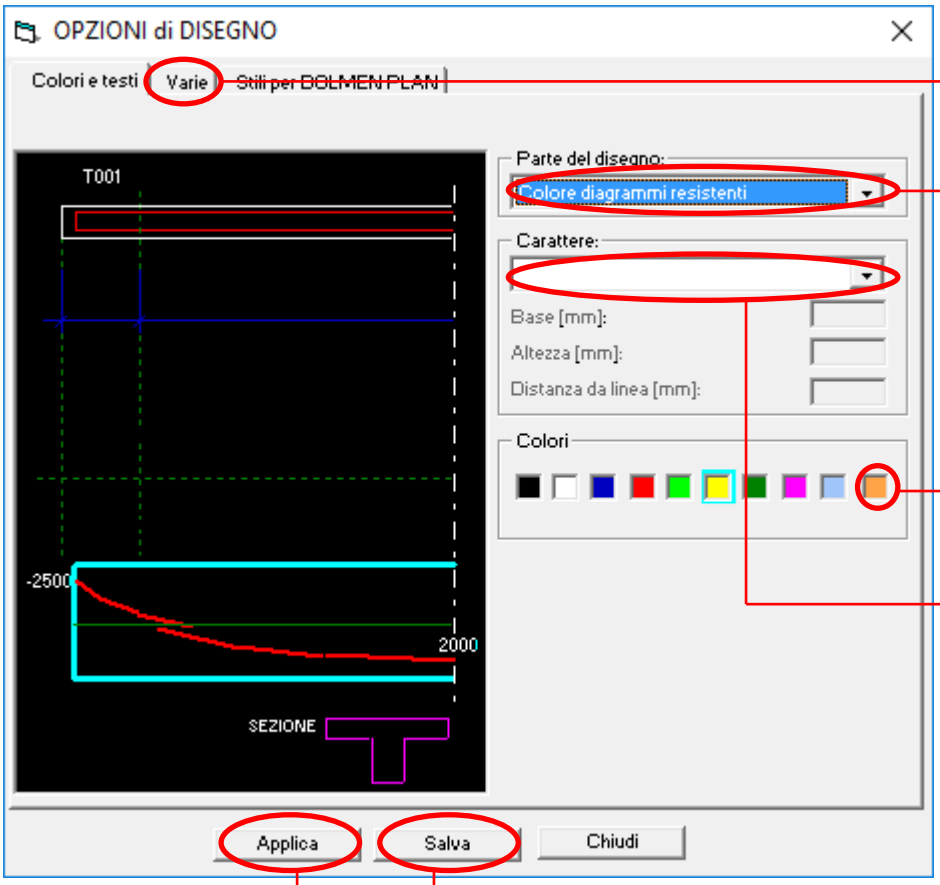
È il massimo numero di iterazioni da condurre nella determinazione dei valori delle caratteristiche della sollecitazione fornite dalle sezioni.

Altezza minima travetto per deformabilità (L/n)

Rappresenta il valore per cui dividere la luce maggiore ai fini della determinazione dell'altezza minima che il solaio deve avere per verificare le condizioni di deformabilità. Ad esempio, se tale criterio ha valore pari a 25, l'altezza minima sarà 1/25 della luce della campata più lunga.

Opzioni DIS:

Il disegno del travetto può essere personalizzato agendo su una serie di opzioni che permettono di modificare i colori utilizzati per le sue diverse parti, le dimensioni dei testi, le distanze tra i ferri nell'esploso, ecc. La modifica di tali opzioni è possibile tramite l'apertura del pannello seguente:



Pagina relativa a impostazioni di ulteriori caratteristiche di testi e linee

Impostazione dei colori delle varie parti del disegno: selezionando ad es. "Colore diagrammi resistenti" viene evidenziata in azzurro la parte del disegno afferente a quella voce e il relativo colore attribuito (giallo)

Impostazione del colore dell'elemento testo o dell'elemento grafico selezionato

Impostazione delle dimensioni e dei colori delle quote: selezionando ad es. "Testi delle quote" viene evidenziato in azzurro il testo afferente a quella voce ed il relativo colore attribuito

Applica le nuove impostazioni al disegno attivo

Salva le nuove impostazioni per i futuri disegni

La prima parte del pannello permette di modificare i colori delle diverse parti del disegno e le dimensioni dei testi generici e di quota. Per la modifica è necessario selezionare l'elemento nelle liste a tendina o direttamente con il mouse nel disegno illustrativo a lato. La seconda parte permette invece di scegliere alcuni parametri, tra i quali:

1. La scala dei diagrammi di momento agente e resistente;
2. La scala dei diagrammi di taglio agente e resistente;
3. Il diametro degli indicatori circolari delle quote;
4. Il rapporto tra le dimensioni di rappresentazione della sezione trasversale e della sezione longitudinale del travetto;
5. Il posizionamento delle quote (superiormente alla linea o inferiormente alla stessa);
6. La presenza o meno dei diagrammi di momento e taglio;
7. Le distanze tra le diverse porzioni del disegno;

8. L'unità di misura da utilizzare è precisata in ogni porzione del disegno.

Aggiorna DIS
Aggiorna il disegno presente nella finestra di sinistra. L'aggiornamento comprende la visualizzazione di tutto ciò che è già stato generato con eventuali modifiche legate semplicemente alla grafica, ma non include alcun calcolo. Per l'aggiornamento di quest'ultimo è necessario utilizzare la funzione che segue.

Calcolo
Esegue il calcolo del travetto utilizzando i dati introdotti e il file di criteri specificato nella casella posta al di sopra del tasto "*Criteri*".

Relazione
Visualizza la relazione generata all'atto del calcolo in semplice formato testo (file *ASCII*). In ogni caso, la relazione potrà successivamente essere caricata e modificata con un qualsiasi editor per testi. Si consiglia di utilizzare un carattere non proporzionale per non perdere l'allineamento dei valori nelle colonne.

Verifiche di sicurezza
Il programma risolve la struttura con uno schema a trave continua. Le combinazioni di carico sono formulate in automatico dal programma, che distribuisce i carichi variabili in tutte le possibili posizioni (costante su ogni campata) in modo da massimizzare i valori di momento positivo e negativo. È possibile aggiungere sugli appoggi di estremità, qualora manchi almeno una delle due mensole, un momento che simuli un parziale incastro del travetto nella trave; il valore è dato in funzione della luce e del carico presente sulla prima ed ultima campata.
Per ogni progressiva di verifica, scelta tra i punti notevoli (filo trave, asse appoggio, ecc.), il programma determina il valore della tensione normale e tangenziale nel calcestruzzo e la tensione nell'acciaio maggiormente sollecitato. Per il calcolo delle tensioni normali, si usano le relazioni sollecitazioni - tensioni derivate dall'assunzione di sezione piana anche dopo deformazione e di parzializzazione della sezione inflessa. Per la determinazione della tensione tangenziale nel calcestruzzo, solamente quest'ultimo è considerato reagente ed è adottata l'espressione di uso comune:

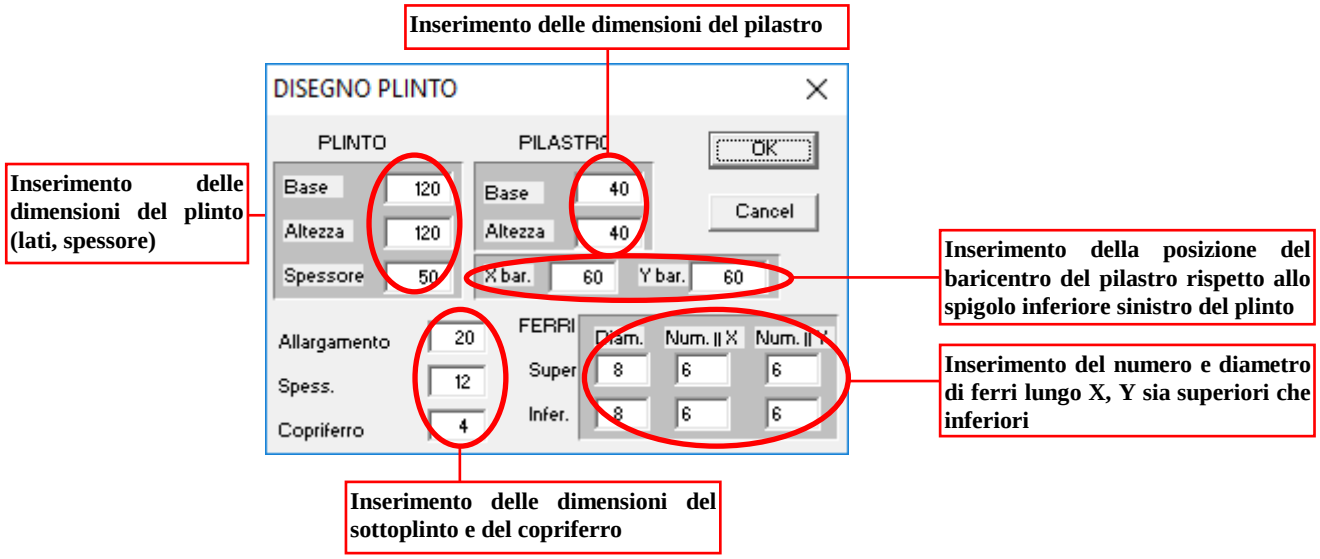
$$\tau = \frac{T}{0.9 \cdot d \cdot B}$$

dove T è il taglio agente nella sezione, d è l'altezza utile (altezza-copriferro) e B è la base minore della sezione.
Sugli appoggi, la sezione reagente è considerata rettangolare. Inoltre il programma avverte qualora l'altezza complessiva della sezione sia insufficiente a verificare la richiesta che la norma impone in tema di deformabilità (in mancanza di una determinazione precisa della freccia). Il programma traccia i diagrammi di momento e taglio con le relative caratteristiche resistenti. Si possono evidenziare con colori diversi le sezioni nelle quali la crisi viene raggiunta per prima dal calcestruzzo e quelle in cui è l'acciaio a raggiungere il limite tensionale.

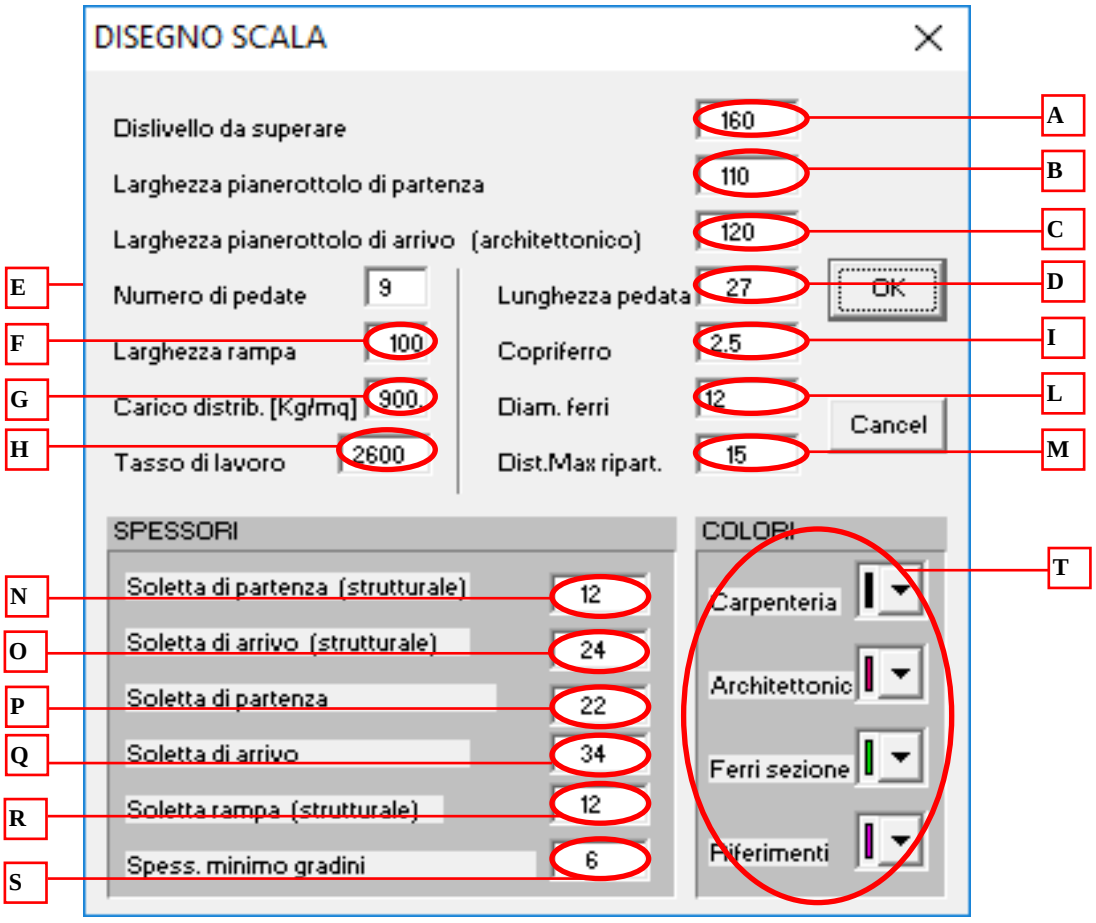
5.7.6 PROGETTO PLINTI/MURI CONTROTERRA
Apre i programmi IS PLINTI/IS MURI (vedi manuali dedicati).

5.7.7 DISEGNO PLINTI

Visualizza un ulteriore pannello per l'inserimento dei dati che consentono al programma di disegnare gli esecutivi dei plinti di fondazione.



5.7.8 DISEGNO SCALA



Visualizza un ulteriore pannello per l'inserimento dei dati che consentono al programma di calcolare e disegnare gli esecutivi di una scala. I dati richiesti sono:

A) Dislivello da superare con una rampa;
B) Larghezza del pianerottolo di partenza (architettonico);
C) Larghezza del pianerottolo di arrivo (architettonico);

D) Lunghezza pedata;
E) N° di pedate per una rampa;
F) Larghezza rampa;
G) Carico distribuito [kg/m^2];
H) Tensione ammissibile delle armature;
I) Copriferro;
L) Diametro delle armature;
M) Distanza massima fra i ferri di ripartizione della soletta;
N) Spessore strutturale della soletta di partenza;
O) Spessore strutturale della soletta di arrivo;
P) Spessore architettonico della soletta di partenza;
Q) Spessore architettonico della soletta di arrivo;
R) Spessore strutturale della rampa;
S) Spessore dell'architettonico dei gradini;
T) Selezione dei colori del disegno.

5.8 MACRO

Questo menù permette di eseguire e creare macrofunzioni generate dall'utente stesso ed eseguibili da DOLMENPLAN; la generazione delle macro avviene per mezzo dell'utilizzo di un linguaggio illustrato nel dettaglio nelle pagine seguenti.

IL LINGUAGGIO MACRO DI DOLMEN PLAN
Una macro non è nient'altro che un modo semplice e veloce per eseguire una sequenza di comandi in modo automatico. Il linguaggio macro di DOLMEN PLAN consente in questo modo all'utente di creare dei nuovi comandi di DOLMEN PLAN per mezzo di un linguaggio particolarmente semplice ed accessibile: il linguaggio è stato progettato in modo tale che questi nuovi comandi possano a tutti gli effetti comportarsi come le voci di menù del CAD 2D, integrandosi pienamente nel CAD bidimensionale e consentendone così una piena personalizzazione.
I comandi sono scritti in un file che viene letto da DOLMEN PLAN mentre la macro è in esecuzione: in altri termini, il CAD bidimensionale è stato dotato di un interprete di comandi, che legge, interpreta ed esegue un'istruzione alla volta fra quelle scritte nel file.

FORMATO DEI FILE MACRO
Un file macro è un file di testo ASCII con un nome caratterizzato dall'estensione **.M2D.** Come tale, potrà essere scritto mediante un qualunque editor ASCII a disposizione dell'utente (quali ad esempio l'editor EDIT di tipo DOS della consolle o il NOTEPAD di Windows). Inizio e fine della macro sono contraddistinti rispettivamente dalle parole chiave **DEFINE** e **END_DEFINE**. Un file macro risulta quindi cosi strutturato :

DEFINE "*titolo della macro*"
.
.
END_ DEFINE

dove **"*titolo della macro*"** è una qualunque stringa di caratteri, comprendente eventualmente anche spazi vuoti, rappresentante il nome del macrocomando che verrà poi visualizzato da DOLMEN PLAN nella barra di stato in fase di esecuzione.
Tutte le istruzioni contenute nel file dovranno essere contenute in un'unica riga.
Le righe precedute da un doppio backslash ("\\") vengono recepite come righe di commento e di conseguenza non vengono eseguite. Il file può comprendere anche linee vuote.

Non necessariamente l'istruzione deve iniziare ad inizio riga: si consiglia anzi di indentare correttamente le istruzioni per ottenere una maggior leggibilità del file.
Le istruzioni a disposizione dell'utente per la creazione dei macrocomandi si possono raggruppare nelle tipologie:

a) Dichiarazione di variabili;
b) Istruzioni di richiesta di input in fase di esecuzione;
c) Istruzioni di assegnazione (espressioni numeriche scalari e vettoriali, operazioni su stringhe);
d) Istruzioni di controllo (esecuzione condizionata e cicli);
e) Richiesta di operazioni grafiche (disegno di segmenti, tratteggi, etc.);
f) Settaggio di modalità (colore corrente, tipo tratteggio corrente etc.).

Caricamento ed esecuzione di una Macro

Il DOLMEN PLAN carica la macro in seguito alla selezione della voce di menù **"Macro → Esegui macro"**: ciò produce la comparsa di una finestra di apertura file che ricerca file esclusivamente di estensione **"m2d"** a partire dalla sottodirectory "Macro_2d" della directory "Dolmen". L'interprete dei comandi visualizza nella barra di stato come comando attivo il titolo della macro ed esegue le istruzioni in essa contenute sino alla prima istruzione di richiesta di input dell'utente.

Uso delle Variabili

Come in ogni linguaggio di programmazione, i dati oggetto dell'elaborazione potranno essere costanti o variabili. Al contrario delle variabili, le costanti sono caratterizzate da un valore fisso. Per poter essere utilizzate, le variabili dovranno essere state prima dichiarate: non è necessario che siano state tutte dichiarate all'inizio del programma, ma è comunque obbligatorio che siano state dichiarate in una istruzione precedente a quella in cui vengono utilizzate (altrimenti l'interprete segnalerà un errore di sintassi in fase di esecuzione).
I nomi delle variabili sono stringhe alfanumeriche costituite da un massimo di 32 caratteri: l'interprete è in grado di distinguere fra maiuscole e minuscole (ad esempio la variabile Punto1 è altra dalla variabile punto1). I caratteri utilizzabili per il nome di una variabile sono le lettere maiuscole e minuscole, i numeri e i caratteri "-", "_", "." (purché non costituiscano il primo carattere del nome).

Numeri

I dati di tipo NUMBER rappresentano valori scalari. Il linguaggio macro non distingue fra valori scalari interi o reali. La sintassi dell'istruzione di dichiarazione è:

NUMBER *lista variabili*

dove *lista variabili* è un elenco di nomi di variabili separati da una virgola.

Punti

I dati di tipo PNT rappresentano punti del piano, individuati per il tramite di una coppia di numeri (ovvero variabili o costanti di tipo NUMBER), rappresentanti rispettivamente la coordinata X ed Y del punto nel sistema di riferimento di DOLMEN PLAN. La sintassi dell'istruzione di dichiarazione è :
PNT *lista variabili*

dove *lista variabili* è un elenco di nomi di variabili, separati da una virgola. All'interno di un'espressione di assegnazione la variabile di tipo **PNT** è invece individuata dalle sue componenti, racchiuse entro parentesi quadra e separate da un virgola:
[*coordinata X* , *coordinata Y*]

dove *coordinata X* e *coordinata Y* sono espressioni numeriche aventi per risultato un valore NUMBER, oppure costanti o variabili di tipo NUMBER.

Stringhe

I dati di tipo STRING rappresentano stringhe, ovvero vettori di caratteri alfanumerici. La sintassi dell'istruzione di dichiarazione è:
STRING *lista variabili*

dove *lista variabili* è un elenco di nomi di variabili, separati da una virgola. All'interno di un'espressione una costante di tipo **STRING** è riconoscibile per il fatto di comparire entro doppi apici (“ “).

L'istruzione “input”

Un esempio di come il linguaggio macro consenta di creare comandi personalizzati aventi un aspetto perfettamente consono allo stile di DOLMEN PLAN è costituito dall'istruzione INPUT per l'introduzione dei dati. La sintassi dell'istruzione è:
INPUT ***tipo variabile*** ***stringa di prompt*** ***nome variabile***

dove

- *tipo variabile* può valere NUMBER, PNT o STRING;
- *stringa di prompt* è , racchiusa fra apici, la stringa costante che comparirà in fase di esecuzione sulla barra di prompt come richiesta di input;
- *nome variabile* è il nome della variabile che riceverà il valore assegnato in fase di esecuzione.

L'espressione vale anche come dichiarazione della variabile: la variabile così assegnata non deve essere stata precedentemente dichiarata. ESEMPIO:
INPUT PNT “Inserisci il punto di origine della freccia” P_ORI

In fase di esecuzione la variabile può essere assegnata scrivendone il valore sulla finestrella di input, eventualmente utilizzando il pannello numerico, oppure cliccando sul video per assegnare una variabile di tipo PNT**.** Combinando questa istruzione con istruzioni di modalità (ad esempio con l'attivazione di linee rubber e la disattivazione di linee rubber una volta inputato il punto) la macro in esecuzione assume un aspetto indistinguibile da quello dei comandi originali del CAD 2D.

Espressioni di Assegnazione

Sono le espressioni del tipo: *Nome Variabile* = *Espressione*

Operazioni e Funzioni di Variabili Scalari

Le operazioni possibili sulle variabili di tipo NUMBER sono le ordinarie operazioni su numeri reali (con le usuali regole di precedenza e associatività degli operatori e dei livelli di parentesi) .ESEMPIO :
NUMBER N, LUNTESTO, BASE, LUN
.....
N= (4+LUNTESTO)*BASE/LUN

Le funzioni attualmente implementate aventi per argomento variabili o costanti o espressioni di tipo NUMBER sono:

Funzione		*Tipo risultato*
SQRT	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
SIN	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
COS	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
TAN	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
ASIN	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
ACOS	**(*espressione*)=**	**NUMBER**
ATAN	**(*espressione*)=**	**NUMBER**

Operazioni e Funzioni di Variabili Vettoriali

Le operazioni aritmetiche possibili sulle variabili di tipo PNT sono:

- L'operazione di **somma e/o sottrazione di vettori**;
- L'operazione di **prodotto di vettore per uno scalare** (con le usuali regole di precedenza e associazione degli operatori e dei livelli di parentesi);
- L'operazione di **prodotto scalare di due vettori**.

Le funzioni attualmente implementate aventi per argomento variabili o costanti o espressioni di tipo PNT sono:

Funzione	Tipo	Significato
COOR_X(*v1*)	NUM	coordinata X del punto "v1"
COOR_Y(*v1*)	NUM	coordinata Y del punto "v1"
DIST_PSEGM(*v1,v2,v3*)	NUM	distanza del punto "v1" dal segmento "v2-v3"
SCALE_PNT(x,*v1*)	PNT	vettore parallelo al punto "v1", di lunghezza "x"
ORT_PNT(*v1*)	PNT	vettore perpendicolare a "v1"
MOD(v1)	NUM	lunghezza del vettore "v1"

Operazioni e Funzioni di Variabili di tipo Stringa

L'unica operazione possibile sulle variabili di tipo STRING è l'operazione di concatenazione di stringhe (rappresentata col simbolo "+"). ESEMPIO :

```
STRING TITOLO, NUMERO
.........
.........
NUMERO = "P01"
TITOLO = " Pilastro " + NUMERO + " - piano 2° "
```

Le funzioni attualmente implementate aventi per argomento variabili o costanti o espressioni di tipo STRING sono:

- **LEN (*espressione stringa*):** restituisce un risultato di tipo **NUMBER (*la lunghezza della stringa*)**;
- **SUBSTR (*espr. STRING, espr. NUMBER 1, espr. NUMBER 2*) :** restituisce un risultato di tipo **STRING** (la sottostringa di espr. STRING da NUMBER 1 a NUMBER 2);
- **SPRINT (*Stringa di formato, elenco variabili*) :** restituisce un risultato di tipo **STRING** (il formato viene interpretato secondo le regole del linguaggio C).

ESEMPI:

```
STRING TITOLO, NUMERO
NUMBER LUNTIT
.........
.........
NUMERO = "P01"
TITOLO = " Pilastro " + NUMERO + " - piano 2° "
LUNTIT = LEN (TITOLO)
NUMERO = SUBSTR( TITOLO, LEN(" Pilastro ") + 1, 2)
.........
STRING STRAVE
NUMBER ITR, PIANO
.........
STRAVE = SPRINT ("Trave %02  - piano %d ", ITR, PIANO)
```

Operazioni grafiche

Sono quelle che producono un risultato visibile a video.

Line_2Pt
Genera un segmento per 2 punti .

SINTASSI :

LINE_2PT *espressione di tipo PNT 1: espressione di tipo PNT 2*

Poliline
Genera una poligonale. SINTASSI:
POLILINE *lista espressioni di tipo PNT*

dove *lista espressioni di tipo PNT* è un elenco di costanti, nomi di variabili o espressioni di tipo **PNT**, separate da **" : "** , e individuanti i vertici della poligonale.

Circle_3Pt
Genera un cerchio per 3 punti. SINTASSI:
CIRCLE_3PT *espressione di tipo PNT 1: espressione di tipo PNT 2: espressione di tipo PNT 3*

Circle_CR
Genera un cerchio di centro e raggio assegnati. SINTASSI:
CIRCLE_CR *espressione di tipo PNT : espressione di tipo NUMBER*

dove *espressione di tipo PNT* definisce il centro del cerchio, ed *espressione di tipo NUMBER* il raggio.

ARC_3PT
Genera un arco per tre punti. SINTASSI:
ARC_3PT *espressione di tipo PNT 1: espressione di tipo PNT 2: espressione di tipo PNT 3*

dove *PNT1* e *PNT3* definiscono gli estremi dell'arco, orientato in modo da contenere il punto definito da *PNT2.*

ARC_C2PT
Genera un arco assegnati il centro e gli estremi. SINTASSI:
ARC_C2PT *espressione di tipo PNT 1: espressione di tipo PNT 2: espressione di tipo PNT 3*

dove *PNT1* definisce il centro dell'arco, orientato in senso antiorario dal suo punto iniziale *PNT2* al suo punto finale *PNT3.*

Text_Hor
Genera un testo orizzontale. SINTASSI:
TEXT_HOR *espressione di tipo PNT: espressione di tipo STRING*

dove *espressione di tipo PNT* rappresenta il punto di inizio testo, *espressione di tipo STRING* la stringa del testo da generare.

Text_Vert
Genera un testo verticale. SINTASSI:
TEXT_VERT *espressione di tipo PNT: espressione di tipo STRING*

dove *PNT* rappresenta il punto di inizio testo, *STRING* la stringa del testo da generare.

Text_Ang
Genera un testo inclinato di angolo assegnato. SINTASSI:
TEXT_ANG *espressione di tipo PNT: espressione di tipo NUMBER: espressione di tipo STRING*

dove *PNT* rappresenta il punto di inizio testo, *NUMBER* il valore dell'angolo di inclinazione del testo, *STRING* la stringa del testo da generare.

Hatch
Genera un tratteggio. SINTASSI:
HATCH *lista espressioni di tipo PNT*

dove *lista espressioni di tipo PNT* è un elenco di costanti, nomi di variabili o espressioni di tipo **PNT**, separate da **" : "**, e individuanti i vertici della poligonale chiusa racchiudenti l'area da tratteggiare: l'ultimo vertice della poligonale non va ripetuto.

Dim_hor
Genera una quota orizzontale. SINTASSI :
DIM_HOR *espressione di tipo PNT1 : espressione di tipo PNT2 : espressione di tipo NUMBER*

dove *espressione di tipo PNT1* e *espressione di tipo PNT2* sono i punti che vengono quotati, mentre *espressione di tipo NUMBER* rappresenta la distanza fra il secondo punto e la linea di quota.

Dim_vert
Genera una quota verticale. SINTASSI:
DIM_VERT *espressione di tipo PNT1 : espressione di tipo PNT2 : espressione di tipo NUMBER*

dove *espressione di tipo PNT1* e *espressione di tipo PNT2* sono i punti che vengono quotati, mentre *espressione di tipo NUMBER* rappresenta la distanza fra il secondo punto e la linea di quota.

Dim_par
Genera una quota parallela alla congiungente PNT1 e PNT2. SINTASSI:
DIM_HOR *espressione di tipo PNT1 : espressione di tipo PNT2 : espressione di tipo NUMBER*

dove *espressione di tipo PNT1* e *espressione di tipo PNT2* sono i punti che vengono quotati, mentre *espressione di tipo NUMBER* rappresenta la distanza fra il secondo punto e la linea di quota.

Reinf_data
Serve per prefissare dei dati di armatura che verranno successivamente utilizzati dai comandi di generazione armatura. SINTASSI:
REINF_DAT *espressione di tipo NUMBER1 : espressione di tipo NUMBER2 : espressione di tipo NUMBER3: espressione di tipo NUMBER4: espressione di tipo NUMBER5*

dove le espressioni di tipo NUMBER rappresentano rispettivamente:
NUMBER1 il numero sequenziale del tipo di formato del testo di descrizione dell'armatura, ovvero:
1 per *n1 ∅ diametro L = ...*
2 per *n1 + n2 ∅ diametro L = ...*
3 per *n1 staffe ∅ diametro L = ...*
4 per *n1 ∅ diametro/passo L = ...*
5 per *n1 staffe ∅ diam./passo L =...*
NUMBER2 il primo numero di ferri
NUMBER3 il secondo numero di ferri
NUMBER4 il diametro dell'armatura

NUMBER5 il passo dell'armatura

Reinf_geom
Genera un'armatura assegnandone la geometria. SINTASSI:
REINF_GEOM *lista espressioni di tipo PNT*
dove *lista espressioni di tipo PNT* è un elenco di costanti, nomi di variabili o espressioni di tipo **PNT**, separate da **" : "** , e individuanti i vertici della poligonale che costituisce la geometria dell'armatura.

Rubber_2PT
Genera linee "rubber" per due punti. SINTASSI:
RUBBER_2PT *espressione di tipo PNT*

dove *espressione di tipo PNT* rappresenta il punto di inizio della linea rubber: l'altro punto seguirà invece il movimento del mouse.

Rubber_Hor
Genera linee "rubber" orizzontali. SINTASSI :
RUBBER_HOR *espressione di tipo PNT*
dove *espressione di tipo PNT* rappresenta il punto di inizio delle linee rubber: l'altro punto seguirà invece la componente orizzontale del movimento del mouse.

Rubber_Vert
Genera linee "rubber" verticale. SINTASSI:
RUBBER_HOR *espressione di tipo PNT*

dove *espressione di tipo PNT* rappresenta il punto di inizio delle linee rubber: l'altro punto seguirà invece la componente verticale del movimento del mouse.

End_Rubber
Segnala la fine della modalità di generazione di linee "rubber". SINTASSI:
END_RUBBER

ESEMPIO:
INPUT PNT "Inserisci il punto di origine della freccia" P_ORI
RUBBER_2PT P_ORI
INPUT PNT "Inserisci il punto finale della freccia" P_FIN
END_RUBBER
In fase di esecuzione viene dapprima visualizzato il prompt "Inserisci il punto di origine della freccia": non appena questo punto viene assegnato (ad es. cliccando sul video) compare un linea rubber, mobile e continuamente ridisegnata, che partendo dal punto cliccato segue il movimento del mouse. Viene inoltre visualizzato il prompt "Inserisci il punto finale della freccia": non appena anche questo viene assegnato la linea rubber scompare.

Strutture di controllo

Cicli Con L'istruzione "For"
Il ciclo FOR è una delle più usate strutture di controllo. Prevede una variabile (dichiarata precedentemente) come contatore del ciclo, che partirà da un valore iniziale sino ad assumere un valore finale con un incremento predefinito. SINTASSI:
FOR *nome variabile* : *espressione di tipo NUMBER 1* : *espressione di tipo NUMBER 2* : *espressione di tipo NUMBER 3*
.....

NEXT
dove

- *nome variabile* è il nome della variabile di controllo del ciclo
- *espressione di tipo NUMBER 1* rappresenta il valore iniziale della variabile di controllo
- *espressione di tipo NUMBER 2* rappresenta il valore finale della variabile di controllo
- *espressione di tipo NUMBER 3* rappresenta l'incremento sulla variabile di controllo

Esecuzione Condizionale
L'esecuzione condizionale è specificata per il tramite delle parole chiave IF, ELSE_IF, END_IF. SINTASSI :
IF *espressione logica*
.....
END_IF

oppure:
IF *espressione logica*
.....
ELSE
.....
END_IF

oppure:
IF *espressione logica 1*
.....
ELSE_IF *espressione logica 2*
.....
END_IF
dove le *espressioni logiche* sono operazioni di confronto di valori di tipo NUMBER, effettuate per il tramite degli operatori:

- **>**
- **>=**
- **AND**
- **<**
- **<=**
- **OR**
- **==**
- **!=**
- **NOT**

con le usuali regole di precedenza e associatività.

ESEMPIO:
```
NUMBER DX, DY, GAMMA
.....
IF DX == 0 AND DY > 0
  GAMMA=90
ELSE_IF DX == 0 AND DY < 0
  GAMMA=-90
END_IF
```

Comandi di modalità

Sono tutte quelle istruzioni che non producono un risultato immediato ma influenzano la modalità di esecuzione dei comandi successivi stabilendo uno standard valido sino a quando non ridefinito da una successiva istruzione della macro, o sino alla fine dell'esecuzione della macro stessa.

Color
Equivale alla scelta del colore corrente sulla barra dei modali, nel senso che influenza tutti i successivi comandi di generazione elementi geometrici. SINTASSI:
COLOR *numero del colore corrente*

dove *numero del colore corrente* è un intero da 1 a 8 (il numero d'ordine del colore nella barra dei modali).

Line_Style
Equivale alla scelta del tipo di linea corrente sulla barra dei modali, nel senso che influenza tutti i successivi comandi di generazione elementi geometrici. SINTASSI:
LINE_STYLE *numero del tipo-linea corrente*

dove *numero del tipo-linea corrente* è un intero da 1 a 5 (il numero d'ordine del tipo linea nella barra dei modali).

Text_Style
Assegna il numero di scheda di stile testo col quale verranno disegnati tutti i testi generati successivamente al comando in oggetto. SINTASSI:
TEXT_SYLE *espressione di tipo NUMBER*
dove *espressione di tipo NUMBER* è il numero della scheda dello stile.

Dim_Style
Assegna il numero di scheda di stile quote col quale verranno disegnate tutte le quote generate successivamente al comando in oggetto. SINTASSI:
DIM_STYLE *espressione di tipo NUMBER*
dove *espressione di tipo NUMBER* è il numero della scheda dello stile.

Hatch_Style
Assegna il numero di scheda di stile tratteggio col quale verranno disegnati tutti i tratteggi generati successivamente al comando in oggetto. SINTASSI:
HATCH_STYLE *espressione di tipo NUMBER*
dove *espressione di tipo NUMBER* è il numero della scheda dello stile.

Reinf_Style
Assegna il numero di scheda di stile armature col quale verranno disegnate tutte le armature generate successivamente al comando in oggetto. SINTASSI:
REINF_STYLE *espressione di tipo NUMBER*
dove *espressione di tipo NUMBER* è il numero della scheda dello stile.

Degree e Rad
Assegna l'unità di misura (rispettivamente gradi o radianti) che sarà valida per gli angoli in tutte le successive istruzioni delle macro. SINTASSI:
DEGREE oppure **RAD**

La modalità di default è DEGREE

5.9 SEZIONE

Il menù *SEZIONE* consente all'utente di creare sezioni di forma qualunque e di lanciare il modulo Sezioni Utente per calcolarne le caratteristiche geometriche, con eventuale archiviazione.

5.9.1 CARICA

Legge una sezione già archiviata nelle Sezioni Utente e la disegna a video per successive manipolazioni.

5.9.2 AMBIENTE

Lancia il modulo Sezioni Utente.

5.9.3 COPIA PER AMBIENTE

Chiede di selezionare un contorno chiuso. L'avvenuto riconoscimento è segnalato dalla colorazione azzurra del contorno, dopo di che va lanciata la funzione precedente.

5.10 SELEZIONI

Nella elaborazione della struttura vengono spesso scelti dei comandi che richiedono di individuare gli elementi grafici sui quali compiere l'operazione; quando il disegno non è complesso la selezione può avvenire semplicemente cliccando con il mouse l'oggetto desiderato, ma quando la struttura è composta di innumerevoli linee la selezione può diventare complessa. Il menù *SELEZIONI* contiene una serie di comandi che consentono di selezionare oggetti secondo diversi criteri, velocizzando il flusso di lavoro.

5.10.1 FINESTRA

Permette di selezionare degli elementi aprendo una finestra. Questa funzione serve ad assicurare che verrà aperta una finestra sulla prima e sulla seconda posizione puntata dal cursore, ciò è utile in quanto non verranno selezionati elementi nel raggio della trappola del cursore.

5.10.2 ELEMENTI > COSTRUZIONI/PUNTI/SEGMENTI/TESTI/QUOTE/TRATTEGGI/ARMATURE

Permette di selezionare elementi in base alla loro tipologia.

5.10.3 PROPRIETÀ DISEGNO > COLORE/TIPO LINEA/TIPO PUNTO

Permette di selezionare elementi del disegno in base alle loro proprietà grafiche.

5.10.4 STILE > TESTO/TRATTEGGIO/QUOTE/ARMATURE

Permette di selezionare elementi del disegno in base al loro stile.

5.10.5 ARMATURE > DIAMETRO/NUMERO/LUNGHEZZA/….

Permette di selezionare armature in base alle loro caratteristiche.

5.10.6 LIVELLO

Permette di selezionare tutti gli elementi contenuti nel livello indicato. Il *numero* dei livelli da selezionare va digitato nella finestrella di input.

5.10.7 TUTTO

Permette di selezionare tutti gli elementi.

5.10.8 MULTIPLE > INTERSEZ./ UNIONE/ESCLUSIONE

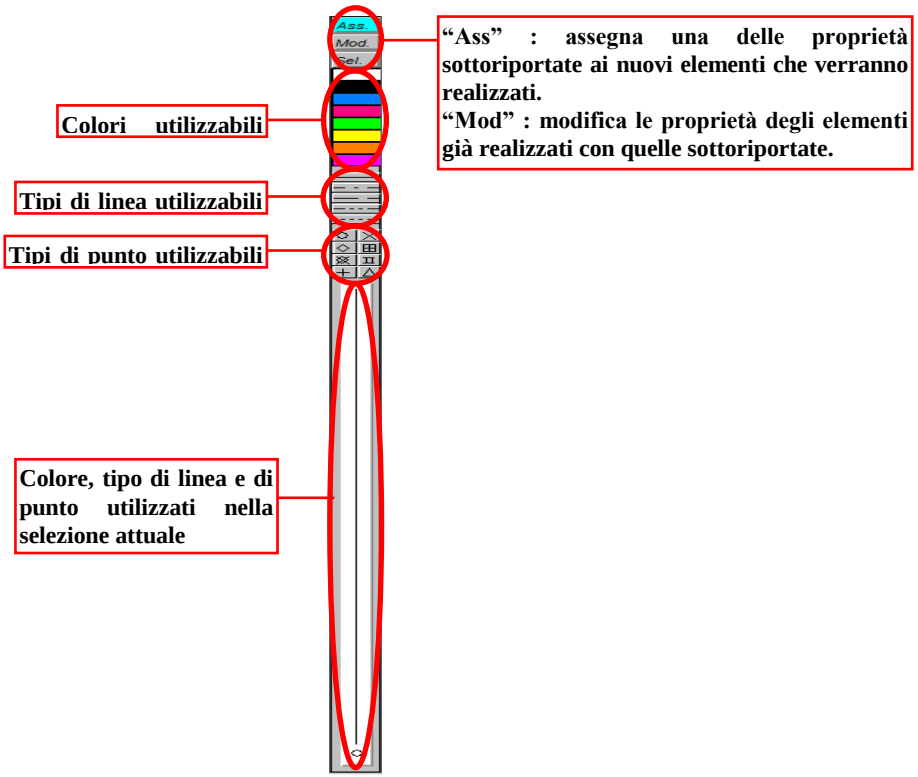
Permette di operare selezioni complesse utilizzando operazioni booleane. L'attivazione del comando di "*Selezione Multipla*" consente di operare una selezione che utilizzi criteri di UNIONE, ESCLUSIONE, INTERSEZIONE. Quando la "*Selezione Multipla*" avviene dopo un comando (es. CANCELLA), l'esecuzione di quest'ultimo non è immediata, ma gli elementi selezionati assumono inizialmente una colorazione azzurra: solo nel momento in cui viene conclusa la selezione mediante disattivazione della funzione "MULTIPLE", il comando ha effetto.

- Criterio di UNIONE: aggiunge elementi all'insieme;
- Criterio di INTERSEZIONE: esclude dall'insieme gli elementi che non hanno le caratteristiche richieste da una successiva selezione;
- Criterio di ESCLUSIONE: toglie elementi dall'insieme gli elementi.

All'interno della stessa "Selezione Multipla" è possibile modificare il criterio, passando così da UNIONE a INTERSEZIONE, e così via

5.11 PROPRIETÀ

All'interno di questo menù vengono gestite le proprietà grafiche del disegno. Le proprietà a cui si farà riferimento anche sono anche richiamabili direttamente nell'ambiente grafico del DOLMEN PLAN nella colonna sulla sinistra, come illustrato in figura.



5.11.1 MODIFICA COLORE > [COLORE]

Modifica il colore degli elementi grafici precedentemente creati che verranno successivamente selezionati.

5.11.2 MODIFICA TIPO LINEA > [TIPO LINEA]

Modifica il tipo di linea degli elementi selezionati con quello scelto.

5.11.3 MODIFICA TIPO PUNTO > [N° TIPO PUNTO]

Modifica il tipo di punto degli elementi selezionati con quello scelto

5.11.4 MODIFICA STILE TESTI/QUOTE/TRATTEGGI/ARMATURE

Permette di modificare lo stile degli elementi già disegnati.

5.11.5 LIVELLI/MODIFICA LIVELLI

Ogni entità può appartenere a un solo livello. Nella barra di stato è visualizzato il **livello corrente** (numero e descrizione), che è quello al quale apparterranno le entità che stanno per essere definite.
Un generico livello può essere:

- **Libero/bloccato:** può/non può essere oggetto di selezione;
- **Visibile/nascosto:** viene/non viene visualizzato.

Cliccando sulle voci libero/visibile del pannello dei livelli si passa alle voci bloccato/nascosto, con l'avvertenza che nessun livello può essere contemporaneamente libero e nascosto. Se un livello è bloccato:

- **ma non nascosto:** non può essere modificato, ma viene visualizzato;
- **e nascosto:** non può essere oggetto di selezione e non viene visualizzato.

Le funzioni di **selezione** hanno effetto solo su tutto ciò che è **visibile**

Le funzioni di **modifica** hanno effetto solo su tutto ciò che è **libero.** Le **trappole** hanno effetto solo su tutto ciò che è **visibile.**
Inoltre:

- Il livello corrente non può mai essere bloccato o nascosto : se cerco di rendere corrente un livello bloccato dovrò prima sbloccarlo;
- La funzione "Livello → prendi" che prende elementi da un livello e li porta in quello corrente agisce solo su livelli liberi. In generale qualunque spostamento di livello vuole liberi il livello di partenza e quello di destinazione;
- Quando un disegno viene caricato su un disegno preesistente, la finestra di opzioni presenta le scelte,
  - ingloba livelli;
    - per numero;
    - per descrizione;
  - accoda livelli.

5.12 VISUALIZZA

La maggior parte delle funzioni relative alla prima opzione del menù finestre ("Imposta") possono essere visualizzate cliccando il tasto destro del mouse su una qualsiasi finestra di disegno del DOLMEN PLAN.
NB: l'utilizzo di tali comandi non blocca l'esecuzione di una funzione chiamata precedentemente. Inoltre la loro azione è limitata unicamente alla finestra attiva, la quale si distingue dalle altre per il diverso colore del titolo (azzurrino).

5.12.1 IMPOSTA > …

– *Ottimizza*: ridisegna l'elaborato grafico in modo che sia totalmente contenuto con la massima scala di rappresentazione consentita dalla finestra attiva (comando da tastiera: CTRL+O);
– *Zoom*: consente di ingrandire una parte di disegno mediante selezione con finestra (comando da tastiera: CTRL+Z);
– *Zoom out:* ridisegna l'elaborato grafico in modo che sia totalmente contenuto all'interno della finestra selezionata;
– *Sposta*: consente di traslare il disegno nella finestra attiva selezionando con due punti il verso di spostamento (comando da tastiera: CTRL+S);
– *Scala*: Consente di modificare la scala di rappresentazione del disegno all'interno della finestra attiva mediante l'inserimento del coefficiente di ingrandimento;
– *Precedente:* Ripristina la vista precedente nella finestra attiva (comando da tastiera: CTRL+P);
– *Salva:* Salva la vista presente nella finestra attiva;
– *Richiama:* Richiama la vista salvata precedentemente, purché i comandi agiscano sulla stessa finestra;
– *Ridisegna*: Ridisegna l'elaborato nella finestra attiva aggiornandolo alle ultime modifiche apportate (comando da tastiera: CTRL+R);
– *Ridisegna tutte:* Ridisegna l'elaborato su tutte le finestre (a prescindere da quale sia la finestra attiva dal quale è pervenuto il comando).

5.12.2 LAYOUT > …

– *1 Finestra:* Imposta l'Ambiente Grafico su una unica finestra di lavoro;
– *2 Finestre:* Imposta l'Ambiente Grafico su due finestre di lavoro affiancate verticalmente;
– *2 Finestre:* Imposta l'Ambiente Grafico su due finestre di lavoro affiancate orizzontalmente;
– *3 Finestre:* Imposta l'Ambiente Grafico su tre finestre di lavoro;
– *4 Finestre:* Imposta l'Ambiente Grafico su quattro finestre di lavoro;

– *Muovi finestre:* trasla gli spigoli di demarcazione tra le finestre visualizzate. Per eseguire l'operazione è necessario puntare con il mouse il punto (o lo spigolo se si hanno solo 2 finestre) di demarcazione. L'operazione diventa inutile in presenza di una sola finestra visualizzata.

5.12.3 MODIFICA SCALA

Cambia la scala alla quale è rappresentato correntemente il disegno sul video.

5.13 OPZIONI

5.13.1 BARRA GEOMETRIA

Produce la comparsa/scomparsa della barra dei comandi del menù Geometria.

5.13.2 BARRA MACRO

Produce la comparsa/scomparsa della barra verticale delle macro. La barra delle macro può essere personalizzata cliccandoci sopra col tasto destro del mouse.

5.13.3 TRAPPOLA

Attivazione/disattivazione della trappola.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Attiva o disattiva la trappola sugli elementi: se la trappola era attiva viene disattivata e viceversa. Alla partenza del programma la trappola è attiva nell'ordine su:
1) vertici di segmenti e punti;
2) intersezioni linee.

5.13.4 DIMENSIONI TRAPPOLA

Modifica della dimensione della trappola.
DETTAGLIO DEL COMANDO:
Inserimento da pannello del nuovo valore della trappola. Unità di misura: pixel video. Il valore inseribile è un intero compreso tra 1 e 16.

5.13.5 VISUALIZZA TRAPPOLA

Attiva/disattiva il "mirino" di dimensione pari alla trappola.

5.13.6 COLORE DI SFONDO

Cambia il colore allo sfondo passando dal nero al bianco e viceversa.

5.13.7 VISUALIZZA FINESTRA ZOOM

Mantiene sullo schermo la traccia delle dimensioni della finestra precedente.

5.13.8 RIDISEGNO FINESTRE

Ridisegna in automatico il contenuto delle finestre quando viene spostato o disattivato un pannello di comando che "occupava" temporaneamente parte dello schermo. Questa opzione è abitualmente attiva; è conveniente disattivarla quando il DataBase raggiunge dimensioni rilevanti in conseguenza all'entità ragguardevole della struttura: il lavoro verrà ridisegnato solo per esplicita selezione del comando "RIDISEGNA".

I seguenti comandi sono contenuti nel sottomenù “Varie C.A.” e sono da utilizzare solo per avere compatibilità con lavori precedenti la Release 11.

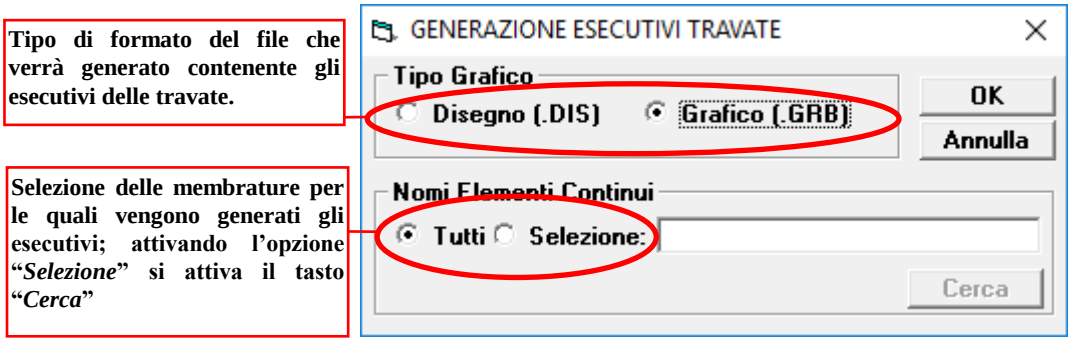
5.14 PARAMETRI ESECUTIVI

In questo modulo viene visualizzato il pannello dei parametri relativi agli esecutivi delle travi.
NB: solitamente l’utente non ha necessità di intervenire in questo file, in quanto esistono funzioni grafiche di impostazione molto più dirette. Se ne consiglia pertanto l’uso solo agli utenti “esperti”. Il significato di ogni parametro viene riportato di seguito.



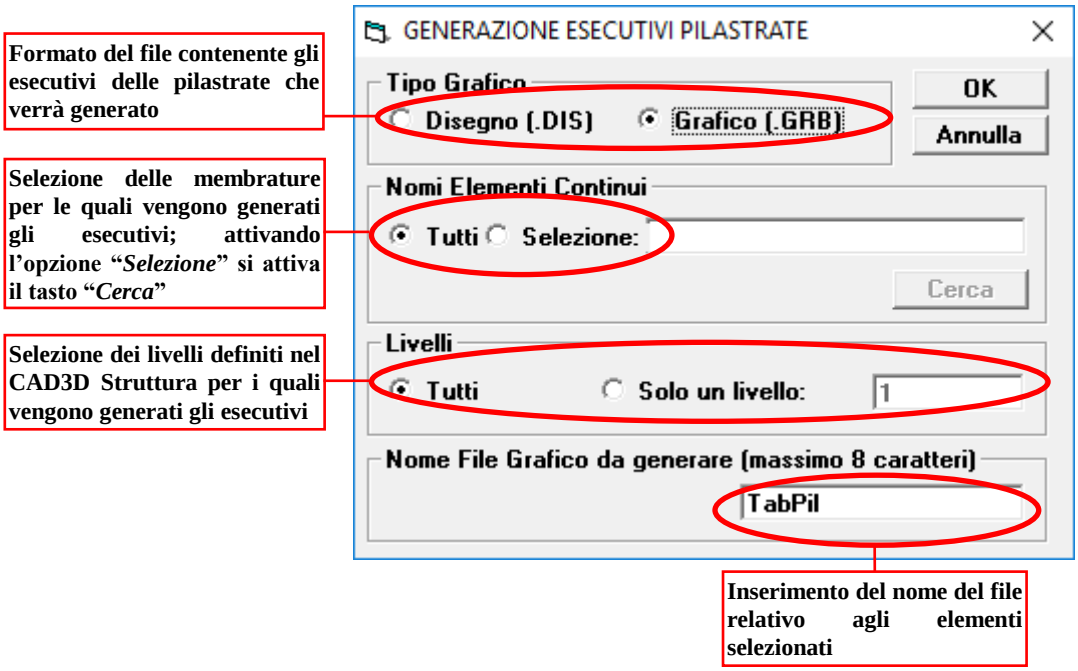
Ferri in carp.: specifica cosa sarà disegnato all'interno della carpenteria:
0 = nessun ferro 1 = solo ferri long.;
2 = solo le staffe; 3 = ferri long. e staffe;
Togli staffe nodo: il valore 1 significa che le staffe della trave non verranno disegnate all'interno del pilastro.
Tipo linee: tipo delle linee usate nel disegno (0 = continue, 1 = tratteggiata).
Colore carpenterie: colore delle linee usate nel disegno della carpenteria (1=bianco, 2=blu, 3=rosso, 4=verde, 5=giallo, 6=arancio, 7=violetto).
Colore verticali: colore delle linee usate come riferimento nello schema dei ferri.
L.min. pil. Sup/inf.: Lunghezza minima pilastri superiori/inferiori.
Dquota carp.sup.: Distanza quota superiore dal disegno della carpenteria.
Hbarra carp.sup.: Altezza barra della quota superiore.
Dquota carp.inf.: Distanza quota inferiore dal disegno della carpenteria.
Hbarra carp.inf.: Altezza barra della quota inferiore.
D quota staffe: Distanza quota staffe.
H barra staffe: Altezza barra della quota delle staffe.
D scritte SEZ.: Distanza delle scritte SEZ. dalla carpenteria.
Dx/Dy sezioni: Distanza in X e Y del disegno delle sezioni dalla carpenteria.
H min. carp.: Altezza minima del disegno della carpenteria.
Toll. X/Y ferri: Tolleranza in X o in Y di sovrapposizione dei ferri.
Toll.passi staf.: Tolleranza nella ricerca dei campi di isostaffatura.
Param. fissi 1/2/3/4: Parametri di disegno.
Amplif. Sezione: Moltiplicatore delle dimensioni della sezione rispetto alla scala del disegno.
Param. quotl1/l2: Parametri L1 ed L2 per il disegno delle quote.
Dmin fili carp.: Valore minimo per quotare la distanza dei ferri dai fili di carpenteria.
Dquote fili carp.: Distanza delle quote dei fili di carpenteria.

5.15 ESECUTIVI TRAVATE



Questo comando permette di creare gli schemi d'armatura bidimensionali relativi alle travate progettate dal Progetto C.A. (par. 3.2). La generazione esecutivi produce per ogni membratura un file del tipo *ESEC_xxx.GRB*, ovvero *ESEC_xxx.DIS*, dove "xxx" è il numero identificativo della membratura.

5.16 ESECUTIVI PILASTRATE



Questo comando permette di creare le tabelle d'armatura relative ai pilastri.
La generazione esecutivi pilastri produce file di disegno di formato *GRB* o *DIS*, leggibili dal *Dolmen Plan 2D*.

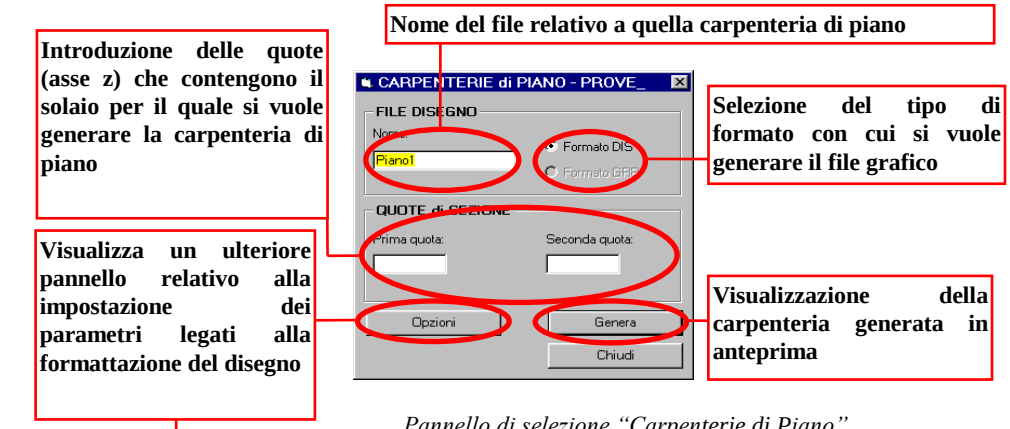
5.17 CARPENTERIE DI PIANO

Scopo di questo comando è la generazione della carpenteria di piano della struttura, in base ai dati inseriti e/o modificati in Ambiente Grafico > Carpenterie. Le opzioni (vedi figura) si riferiscono ai seguenti elementi del disegno.

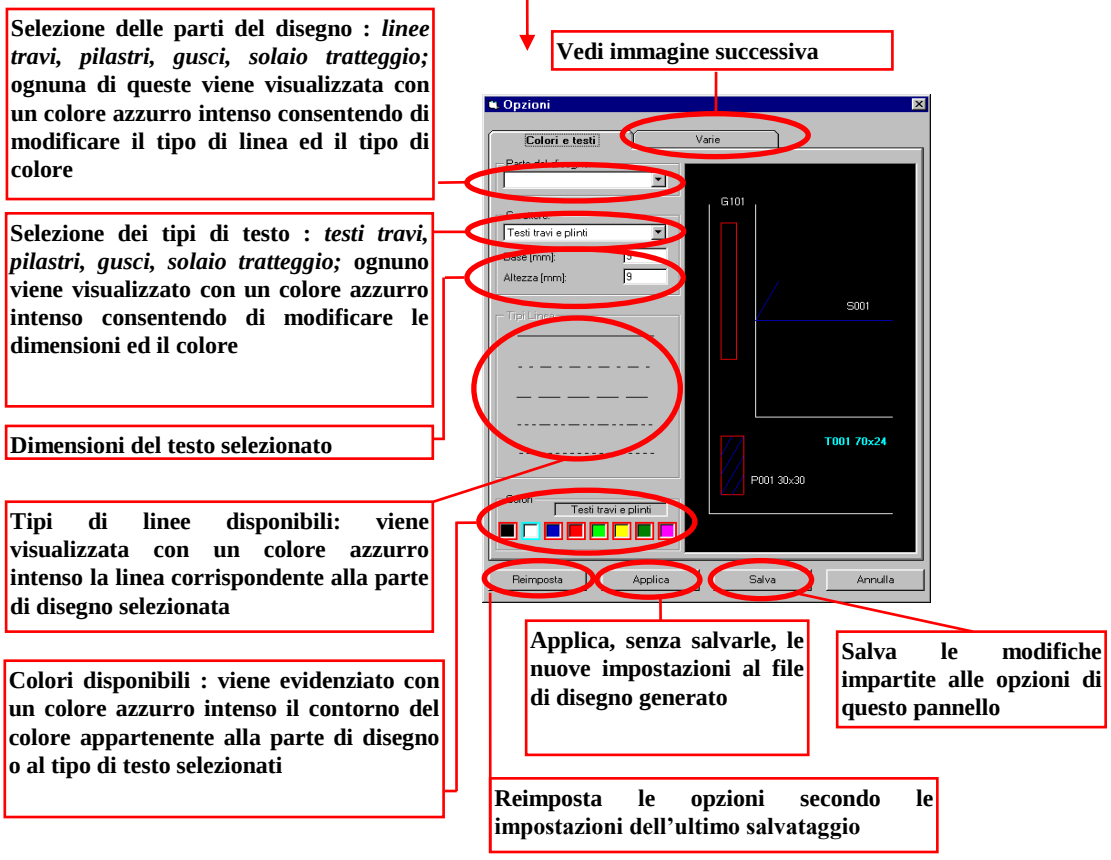
1. *Testi*: i testi relativi a travi, pilastri e gusci possono contenere: il nome dell'elemento dato in "*Ambiente Grafico*", la denominazione della membratura a cui appartengono, l'indicazione dell'indice progressivo di campata, le dimensioni della sezione.
2. *Cordolo*: il cordolo è una trave di chiusura delle zone di solaio che presentano uno o più lati senza travi. Il cordolo può essere allineato internamente alla forma di solaio oppure con l'asse sul filo della

stessa. Per eseguire tale operazione, il programma si basa sui carichi di solaio applicati tra la "Prima quota" e la "Seconda quota".

3. *Plinto*: vengono rappresentati i plinti definiti come tali nelle schede di vincolo dell'"Ambiente grafico"; è possibile allegare al plinto la descrizione presente nella scheda di vincolo, il nome del nodo a cui è relativo e le sue dimensioni.
4. *Solaio*: il programma rappresenta, per ogni carico di solaio applicato tra la "Prima quota" e la "Seconda quota", l'orditura dei travetti nei campi chiusi individuati dalle travi e dagli eventuali cordoli.
5. *Unisci linee parallele*: unisce le linee parallele i cui estremi sono più vicini del parametro specificato nella casella di testo.
6. *Tratteggio pilastri*: esegue il tratteggio dei pilastri con angolo e passo specificato, eventualmente con doppia inclinazione.
7. *Proiezione spigoli*: proietta le linee laterali delle travi confluenti nello stesso nodo fino ad incontrarsi (migliora l'esecuzione degli spigoli).



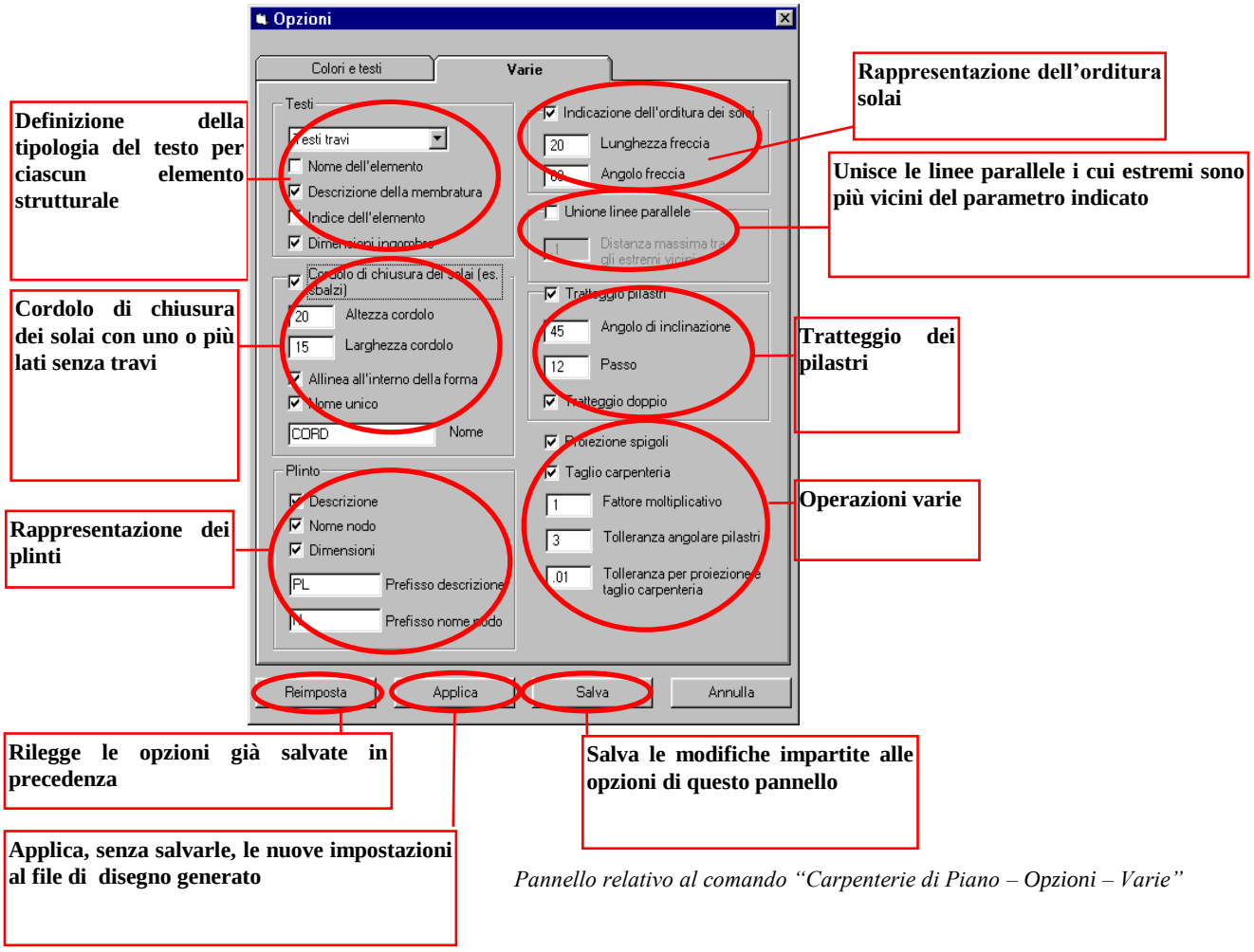
Pannello di selezione "Carpenterie di Piano"



Pannello relativo al comando "Carpenterie di Piano – Opzioni – Colori e Testi"

8. *Taglio carpenterie*: elimina, per ogni elemento, i tratti di segmento che finiscono all'interno dell'ingombro di un altro elemento.
9. *Fattore moltiplicativo distanze*: moltiplica le dimensioni del disegno per un fattore.
10. *Tolleranza angolare pilastri*: tolleranza con cui gli elementi vengono ritenuti verticali.
11. *Tolleranza per proiezione e taglio carpenteria*: è la tolleranza con cui vengono valutate le condizioni per tagliare le linee della carpenteria in modo da tenere in conto le sovrapposizioni tra elementi diversi.

Il disegno viene prodotto *sezionando* tutte le aste ed i gusci intersecati dal piano orizzontale della "Prima quota" ed aventi un nodo compreso tra la "Prima quota" e la "Seconda quota"; vengono invece rappresentate *in vista* tutte le aste comprese tra la "Prima quota" e la "Seconda quota".



Pannello relativo al comando "Carpenterie di Piano – Opzioni – Varie"

CAPITOLO 6

MURATURE

INDICE

6.1 INTRODUZIONE 3

6.2 SCHEMATIZZAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'EDIFICIO 3

6.3 MODELLAZIONE 7
6.3.1 INTERPIANI 8
6.3.2 APERTURE 10
6.3.3 STRATEGIE DI COSTRUZIONE DELLA SCATOLA MURARIA 11

6.3.4 CREAZIONE MODELLO 12
6.3.4.1. GENERAZIONE DEL TELAIO EQUIVALENTE 12
6.3.4.2 MODIFICHE AL MODELLO 13
6.3.4.3 COMPLETAMENTO DEL MODELLO E CALCOLO 13

6.4 ANALISI DEL MODELLO E VERIFICHE LINEARI 14
6.4.1 LE IMPOSTAZIONI DI VERIFICA 14
6.4.2 UN PRIMO CONTROLLO: LE TRAZIONI 15
6.4.3. LE VERIFICHE LINEARI 15
4.3.5. VERIFICA DELLE FASCE DI PIANO 17
6.4.4.COME CONSULTARE I RISULTATI DELLE VERIFICHE LINEARI 17
6.4.5 L'ANALISI LINEARE CON REDISTRIBUZIONE: I COMANDI DI INCREMENTO DELLO SVINCOLO 19

6.5 L'ANALISI STATICA NON LINEARE (PUSHOVER) 20
6.5.1 L'ANALISI DI SPINTA 20
6.5.2 BREVI CENNI DI TEORIA 21
6.5.3 LE SCELTE DA EFFETTUARE 22
6.5.4 I RISULTATI DELL'ANALISI 23

6.6 I RINFORZI 24
6.6.1 IL PROGETTO DELL'INTERVENTO DI RINFORZO 25
6.6.2 LE RETI ELETTROSALDATE O IN MATERIALI COMPOSITI, RETICOLATI 25
6.6.3. I RINFORZI IN TESSUTI MONODIREZIONALI IN FRP 27
6.6.4 L' APPLICAZIONI DEI RINFORZI 29

6.7 I MODELLI A GUSCIO 30

6.8 I MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO 31
6.8.1 RIBALTAMENTO SEMPLICE o COMPOSTO 35
6.8.2 FLESSIONE VERTICALE DI PARETE 35
6.8.3 RIBALTAMENTO DEL CANTONALE 36
6.8.4 RIBALTAMENTO DEL TIMPANO 36
6.8.5 FLESSIONE ORIZZONTALE NON EFFICACEMENTE CONFINATA 36

6.1 INTRODUZIONE

Le murature portanti presentano, a causa della loro natura intrinseca di materiale composito, anisotropo, non linearmente elastico e molto spesso già esistente, un comportamento non facilmente schematizzabile dal punto di vista meccanico.

Negli ultimi venti anni sono stati sviluppati numerosi studi per il calcolo della risposta sismica nell'ambito della modellazione delle strutture in muratura, aventi diversi presupposti teorici e differente livello di dettaglio, proprio a causa della gran varietà di opere murarie. Queste differiscono anche notevolmente, per tessitura, per materiali impiegati, per dettagli strutturali e per concezione d'insieme.

DOLMEN, nell'offrire gli strumenti per il calcolo di questa tipologia strutturale, ha scelto la modellazione a **telaio equivalente** in linea con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 [NTC08 7.8.1.5.2].

In DOLMEN è presente anche la possibilità di modellare e verificare elementi di dettaglio tramite i gusci.

Le murature sono completamente gestite e verificate all'interno del **CAD 3D Struttura** attraverso il menù "Murature".

L'Input dell'utente consiste nella creazione della "scatola muraria" attraverso entità chiamate "**Interpiano**", rappresentative del tratto di una parete compreso fra due orizzontamenti, con assegnate proprietà di geometria, spessore e materiale: in questi interpiani vanno poi inseriti gli oggetti "**Apertura**", gestiti tramite le corrispondenti schede tipologiche, come ogni altro oggetto dell'ambiente tridimensionale: gli interpiani, insieme alle aperture in essi praticate, sono traslabili e copiabili al pari degli altri oggetti strutturali. Con la funzione "Genera modello" si richiede al programma di dedurre da questo input la geometria e le sezioni del telaio equivalente: esso si compone di elementi asta, generati però con ben precise proprietà di svincolo interno e estremi rigidi, secondo un metodo collaudato per tener conto delle particolarità delle strutture murarie (sono reperibili indicazioni di dettaglio nelle pubblicazioni edite dal CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

NB: Per i dettagli sui singoli comandi consultare l'Help contestuale del CAD 3D struttura.

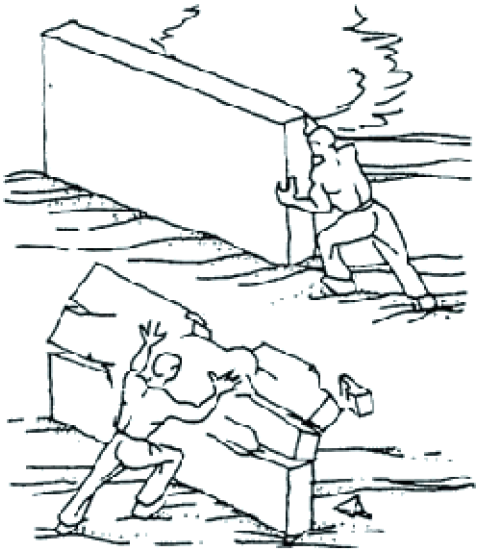
6.2 SCHEMATIZZAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'EDIFICIO

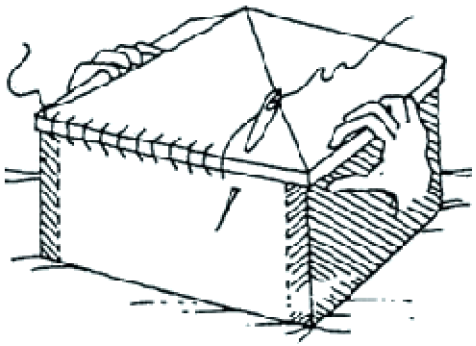
L'edificio a muratura portante deve essere concepito come una **struttura tridimensionale**.

I sistemi resistenti di pareti in muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni devono essere collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni.

Ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico dell'edificio i pannelli murari devono svolgere funzione portante, se sollecitati prevalentemente da azioni verticali, e svolgere funzione di controvento, se sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali. La resistenza delle pareti a forze agenti nel loro piano è molto maggiore rispetto alla resistenza alle forze a esse ortogonali.

L'organizzazione dell'intera struttura, l'interazione e il collegamento fra le sue parti devono assicurare un comportamento d'insieme di tipo scatolare. La Norma richiede, quindi, che resistenza e stabilità della struttura siano garantite da un comportamento d'insieme, nel quale ogni parete ha il compito specifico di resistere alle azioni nel proprio piano.

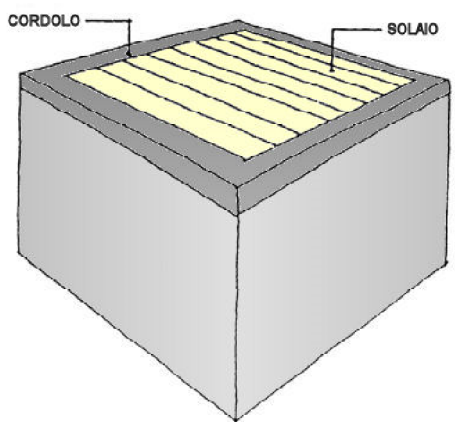




Un edificio in muratura è una struttura complessa in cui tutti gli elementi cooperano nel resistere ai carichi applicati: la complessità del comportamento reale di tali strutture porta spesso a svolgere il progetto e l'analisi strutturale introducendo notevoli semplificazioni. Se la geometria della parete e delle aperture è sufficientemente regolare, è possibile modellare una parete muraria tramite un **telaio equivalente**.

Nel modello strutturale a telaio equivalente le pareti vengono schematizzate tramite aste svincolate relativamente ai momenti perpendicolari al loro piano.

La capacità dei pannelli murari di resistere alle azioni orizzontali è favorevolmente influenzata dalla presenza di forze verticali stabilizzanti. Sono considerati resistenti alle azioni orizzontali quando hanno una lunghezza non inferiore a 0,3 volte l'altezza di interpiano; eventuali pannelli murari aventi la base inferiore al 30% dell'altezza verranno schematizzati come bielle. Le pareti saranno comunque verificate anche per le azioni perpendicolari al loro piano, alle quali rispondono come elementi secondari.

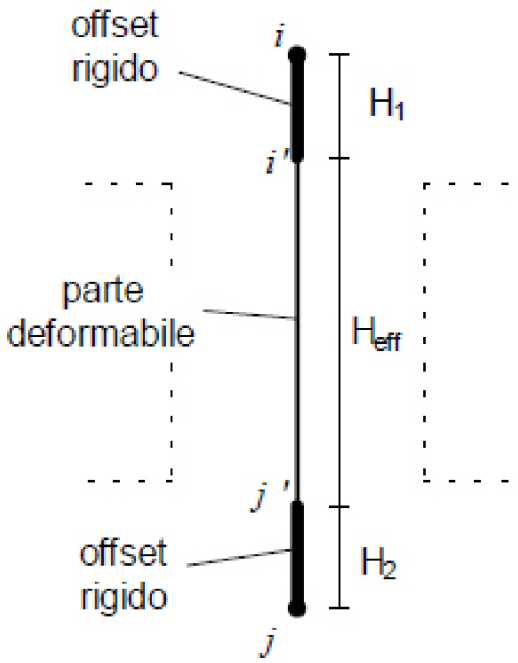


I solai saranno considerati come elementi che ripartiscono le azioni tra i muri.

I muri portanti e di controventamento e i solai devono essere efficacemente collegati tra loro; tale collegamento può essere realizzato mediante cordoli continui in cemento armato lungo tutti i muri, all'altezza dei solai di piano e di copertura.

La formulazione a telaio equivalente può sembrare semplicistica, ma si è rivelata molto efficace e ha il vantaggio di essere nata dall'elaborazione e dallo sviluppo di alcuni concetti presenti nei metodi basati sul "meccanismo di piano", da tempo familiari a molti progettisti: inoltre, le incertezze sui parametri

di flessibilità e resistenza del materiale sono tali che è preferibile utilizzare un modello semplice e maneggevole, piuttosto che schematizzazioni analiticamente più sofisticate.

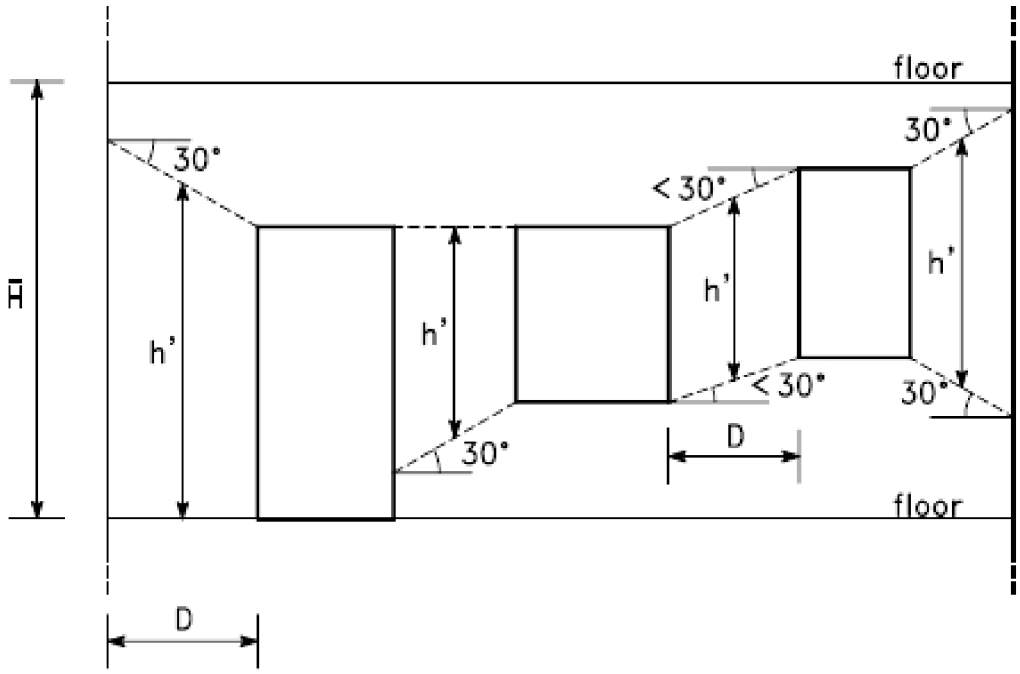


Il telaio equivalente deve rappresentare la scatola muraria. Gli elementi di cui è composto sono quindi generati con ben precise proprietà di svincolo interno e di estremi rigidi.

Si suppone, infatti, che un elemento sia costituito da una parte deformabile con resistenza finita, ed eventualmente, in presenza di aperture nella parete, di una o due parti infinitamente rigide e resistenti alle estremità dell'elemento (vedi figura a lato).

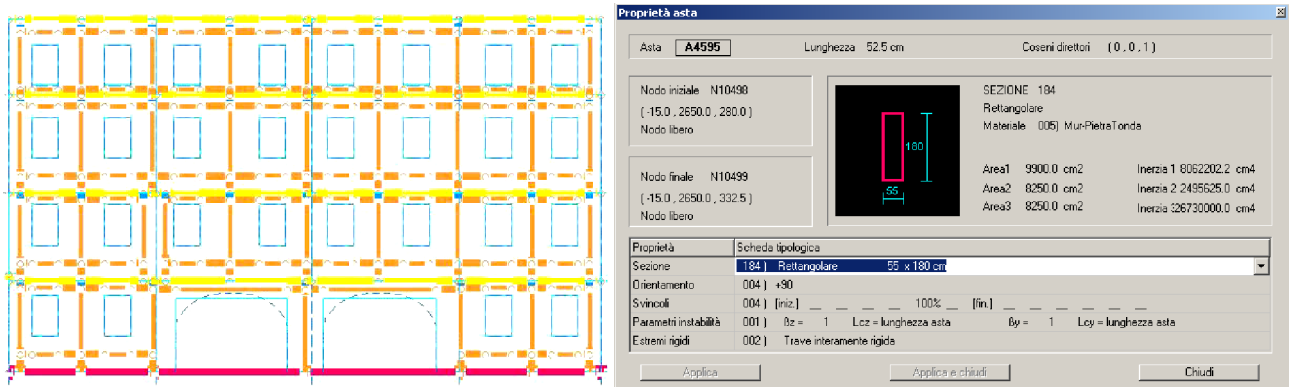
Le proprietà di svincolo interno e, a titolo esemplificativo, le dimensioni degli estremi rigidi, vengono determinate sulla base delle indicazioni contenute nel testo: "**Metodi semplificati per l'analisi sismica non lineare di edifici in muratura**" (G. Magenes, D. Bolognini, C. Braggio), scaricabile da gndt.ingv.it.

L'altezza della parte deformabile o "altezza efficace" dell'asta viene definita secondo quanto proposto da Dolce nel 1989 (vedi figura seguente), per tenere conto in modo approssimato della deformabilità della muratura nelle zone di nodo.



$$H_{eff} = h' + \frac{1}{3} D(\overline{H} - h')/h' \qquad \overline{H} = \text{altezza interpiano}$$

In DOLMEN, la generazione di questo modello avviene in modo automatico sulla base delle descrizioni fornite dall'utilizzatore; ciò che ne risulta è una schematizzazione piuttosto semplice e comprensibile, in quanto si compone di elementi usuali, le aste, il cui comportamento è facilmente interpretabile.



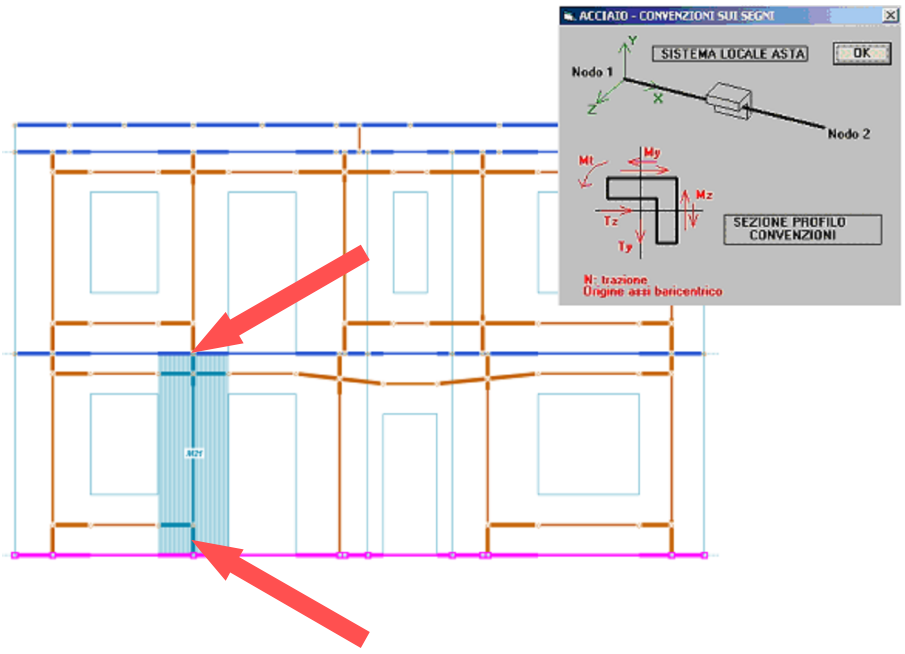
Tali aste rappresentano elementi maschio, se ad asse verticale, elementi fascia, se ad asse orizzontale.

Il maschio murario nasce completamente svincolato alle sue estremità relativamente ai momenti fuori piano, ovvero, secondo le convenzioni di DOLMEN, relativamente ai momenti M_{yy}.

Svincoli aggiuntivi vengono inseriti anche nel caso di pannelli particolarmente snelli, come richiesto dalle NTC 2008. Per tener conto di ciò, infatti, vengono inseriti ulteriori svincoli al momento per azioni nel piano, in modo da far sì che il pannello si limiti semplicemente a trasmettere carichi verticali.

Un modello così creato è, per sua natura, facilmente modificabile e completabile dal progettista, ad esempio con l'inserimento di altri elementi quali travi in acciaio, solai, travi in cls, tiranti, fondazioni alla Winkler, ecc. Dal momento in cui il modello viene creato, e fino al momento della sua verifica, le aste di cui si compone sono a tutti gli effetti oggetti strutturali dell'ambiente CAD 3D struttura al pari degli altri e come tali caricabili, vincolabili, ecc.

In analogia poi a quanto avviene per le carpenterie, dove un insieme di aste viene ricordato dal programma come "trave", per essere consegnato al programma "Trave Continua", anche in questo caso un insieme di aste viene ricordato dal programma come costituente un elemento "Maschio murario" o "Fascia di piano" e come tale suscettibile delle verifiche del modulo "murature".



6.3 MODELLAZIONE

Per poter eseguire la modellazione della struttura in muratura attraverso *interpiani* e *aperture* occorre prima definire i seguenti parametri:

- caratteristiche del materiale muratura
- resistenza del materiale murature
- sezione del cordolo

- caratteristiche del materiale Muratura:

[COMANDO: *Struttura → schede materiali*]



Descrizione: variabile alfanumerica di non più di 20 caratteri.

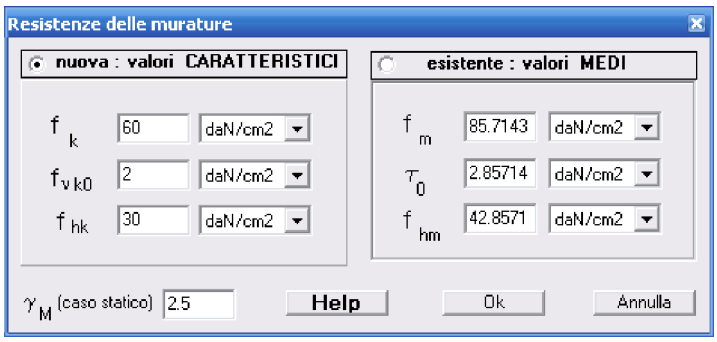
Moduli E, ν, G: Caratteristiche elastiche del materiale.

Coeff. dilataz: Coefficiente di dilatazione termica.

Peso specifico: Peso specifico del materiale, che verrà utilizzato nel calcolo del peso proprio.

- resistenza del materiale Muratura:

[COMANDO: *Murature → schede resistenze*]



Si richiede di specificare se la muratura in oggetto è nuova o esistente. A seconda che la muratura da verificare sia nuova o esistente, i valori disponibili come dati di resistenza saranno quelli caratteristici o quelli medi e di conseguenza, sarà attivo l'uno o l'altro pannello di input dati.

I valori da assegnare come valori caratteristici sono:

f_k: resistenza caratteristica a compressione della muratura, in direzione verticale;

f_{vk0}: resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali;

f_{hk}: resistenza caratteristica a compressione della muratura, in direzione orizzontale, utilizzata in fase di verifica delle fasce di piano;

I valori da assegnare come valori medi sono:

f_m: resistenza media a compressione della muratura, in direzione verticale;

τ_0: resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali;

f_{hm}: resistenza media a compressione della muratura, in direzione orizzontale, utilizzata in fase di verifica delle fasce di piano;

La Norma non fornisce tabelle né indicazioni di massima relative al parametro f_{hk}, necessario ai fini della verifica delle fasce di piano. Qualche idea ci viene fornita dalle "*Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a. , c.a.p. e murarie mediante FRP*", al punto 4.2.3, dove si consiglia di utilizzare come valore orientativo della resistenza a compressione orizzontale, il 50% della resistenza a compressione verticale.

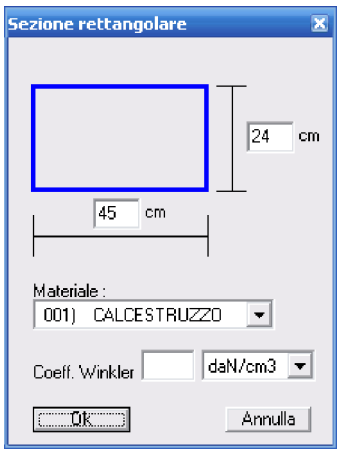
Per semplicità, DOLMEN valuta i valori caratteristici come il corrispondente valore medio moltiplicato 0.7:

Inoltre, γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza del materiale muratura, da utilizzarsi nelle verifiche dei casi non sismici. Nella verifiche dei casi sismici, il valore del coefficiente parziale di sicurezza è imposto dalla normativa pari a 2 [7.8.1.1]

- sezione del cordolo:

[COMANDO: *Struttura → aste → gestione sezioni → schede sezioni*]

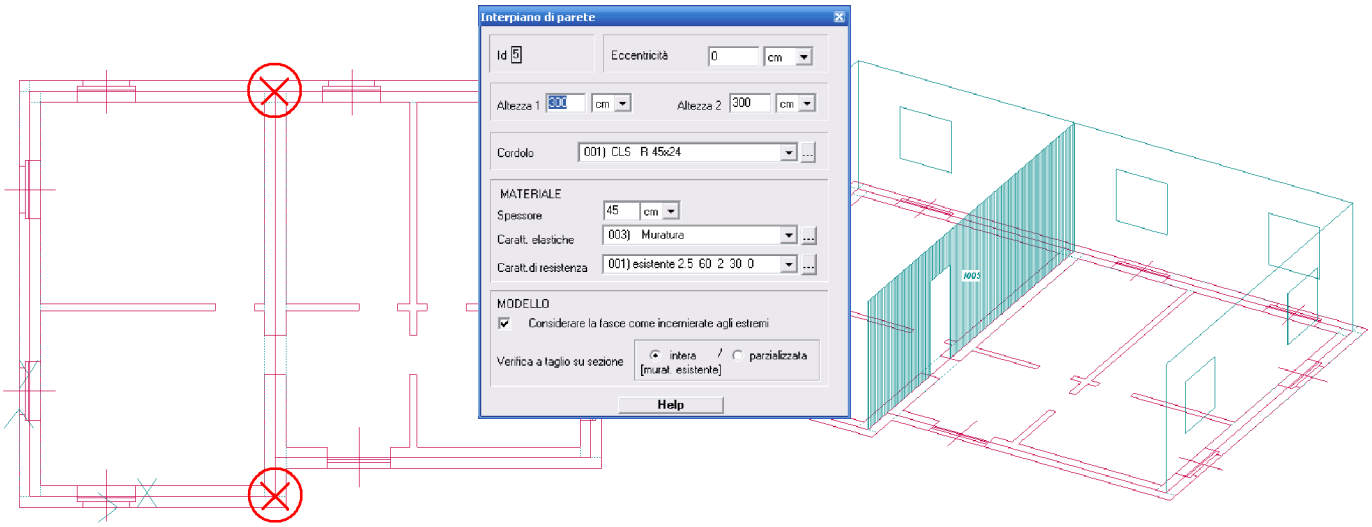
La presenza del cordolo è necessaria per poter collegare tra loro e caricare le aste del modello a telaio equivalente; quindi nel caso non fosse presente il cordolo potrà essere semplicemente una sezione di larghezza pari all'interpiano alta 1 cm, nello stesso materiale costituente l'interpiano.



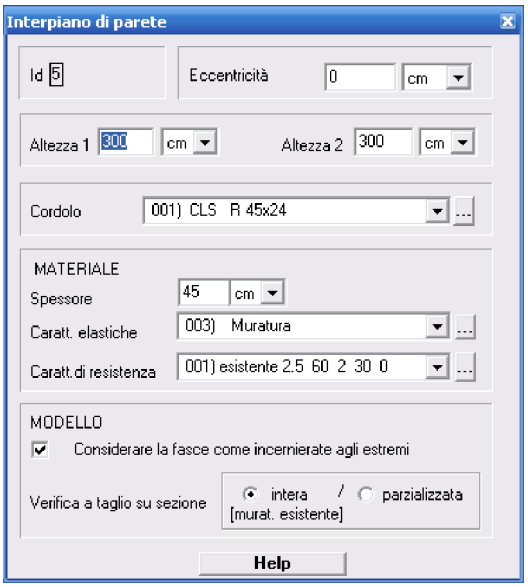
6.3.1 INTERPIANI

Mediante l'**Interpiano di parete** l'utente descrive al programma la scatola muraria; l'oggetto "Interpiano di parete" costituisce cioè la base per la successiva generazione del modello a telaio, e rappresenta un tratto omogeneo (in caratteristiche materiale, spessore, etc.) di una parete compreso tra due orizzontamenti, di altezza anche linearmente variabile; l'interpiano rappresenta cioè il piano medio del tratto di parete. Se sono presenti pareti incidenti o ortogonali internamente a un tratto omogeneo fra due orizzontamenti, queste non suddividono il tratto omogeneo in più interpiani.

N.B.: I comandi del sottomenù "Interpiani" e quelli del sottomenù "Aperture" risultano particolarmente comodi da utilizzare avendo posto in una vista piana una pianta del piano che si sta schematizzando).



La creazione dell'interpiano avviene semplicemente cliccando 2 punti in pianta ([COMANDO: *Murature→Interpiani→Nuovo*]): all'interpiano vengono attribuite le proprietà visibili nel pannello nel momento in cui viene cliccato il secondo punto.



Id: numero identificativo dell'interpiano: non è un dato, ma è generato in automatico dal programma.

Eccentricità: del piano medio dell'interpiano rispetto all'interpiano di base (che avrà ovviamente eccentricità nulla): è anche possibile non assegnare l'eccentricità in modo numerico, bensì tramite il comando "Interpiani > Allinea", più comodo.

Altezza 1 e Altezza 2: altezze in corrispondenza del 1° e del 2° punto. Possono essere diverse nel caso di pareti con bordo superiore obliquo.

Cordolo: è la sezione che il programma dovrà assegnare al cordolo in c.a sul lato superiore del muro

Caratteristiche elastiche: scelte come scheda materiali (definite alla voce "*Struttura > Schede materiali*")

Caratteristiche di resistenza: scelte come scheda resistenze (definite alla voce "*Murature> Schede resistenze*") necessarie per effettuare le successive verifiche: il modello complessivo potrà essere quindi composto sia da interpiani in muratura esistente che da interpiani in muratura nuova.

All'utente è inoltre richiesto di scegliere se generare le aste rappresentative delle fasce di piano come incernierate agli estremi: il modello generato in automatico è comunque successivamente modificabile.

Il tipo di verifica a taglio per i pannelli murari appartenenti all'interpiano dipende da come è stata definita la muratura in quanto a caratteristiche di resistenza: se nuova, la verifica può essere eseguita

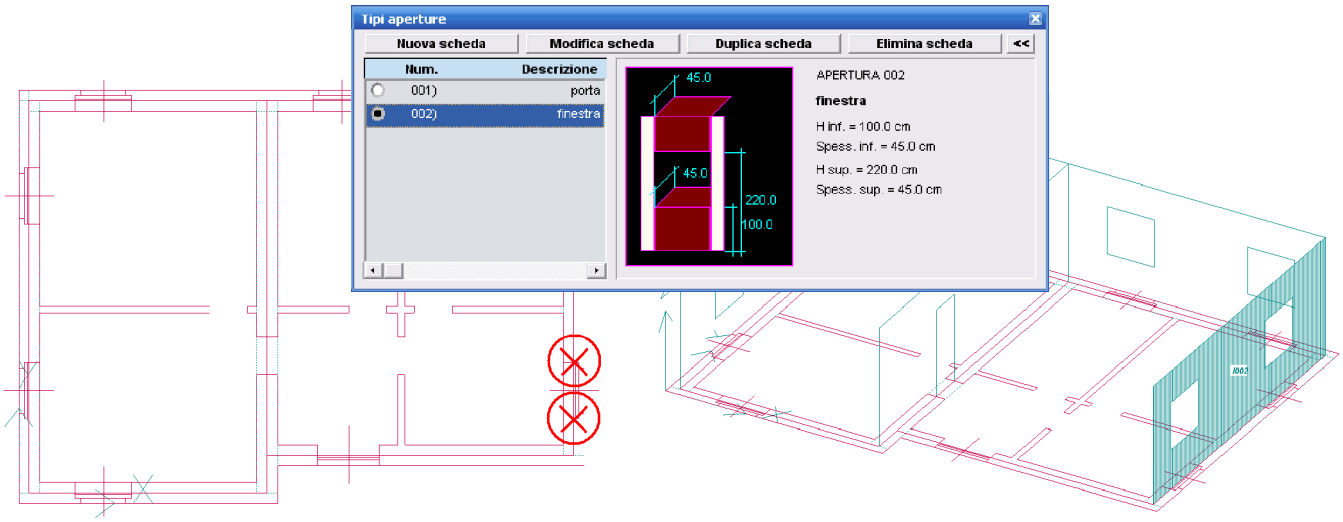
solo sulla sezione parzializzata [NTC08:7.8.3.2.2]: se esistente, è possibile richiedere la verifica o con la formula relativa alla sezione parzializzata o con la formula relativa alla sezione intera [Circolare NTC08: C8.7.1.5].

6.3.2 APERTURE

L'oggetto **apertura** permette di definire all'interno di un interpiano le porzioni di "vuoto" di quest'ultimo.

Si possono creare diverse tipologie di aperture e queste vengono inserite negli interpiani tramite la selezione in pianta dei vertici di base del "foro" ([COMANDO: *Murature→Aperture→Inserisci schede aperture*]).

Nel definire una tipologia di apertura, ponendo nullo uno degli spessori il tratto di muro corrispondente viene eliminato: se ambedue gli spessori sono nulli, l'apertura costituisce un tratto verticale completamente vuoto.



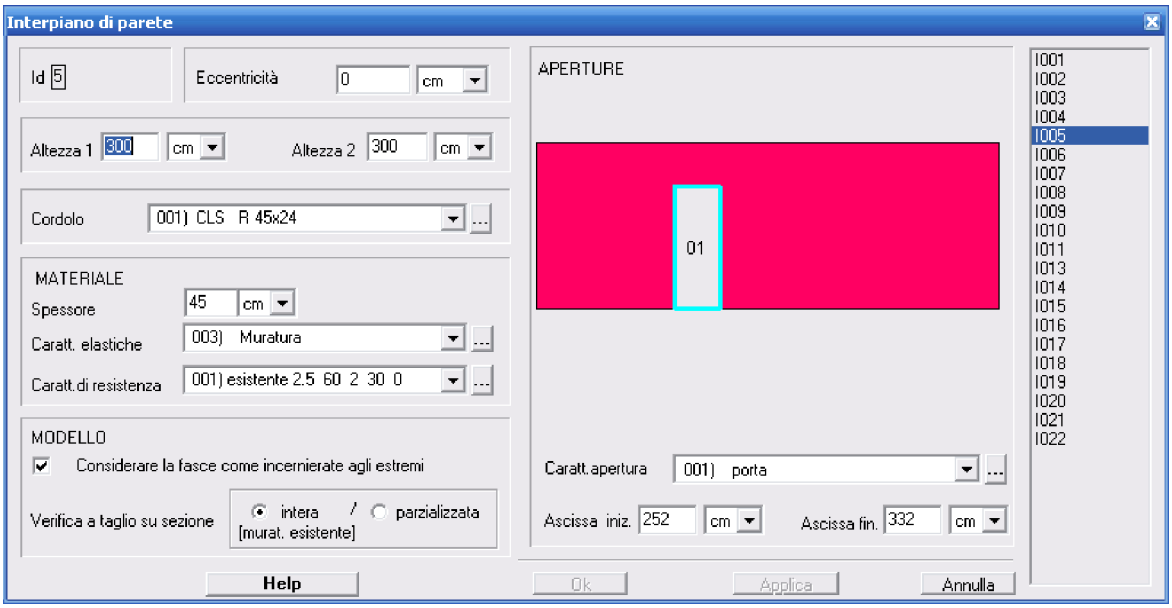
6.3.3 STRATEGIE DI COSTRUZIONE DELLA SCATOLA MURARIA

Questa fase di descrizione della scatola muraria, per quanto possa apparire una fase di mero disegno, è tuttavia quella che definisce poi la successiva geometria del modello strutturale.

È bene quindi seguire alcuni utili accorgimenti, che rendono oltretutto più semplice e veloce questa fase:

- il modello deve essere il più possibile semplificato ed "idealizzato": è bene non prendere ad esempio in considerazione differenze di spessore che potrebbero essere dell'ordine di grandezza dell' errore di misura del rilievo, e analogamente trascurare spezzoni di muratura avente solo funzione di mazzetta per porte. Questo accorgimento velocizzerà la creazione del modello evitando inoltre di introdurre elementi di improbabile verifica.
- nel generare interpiani sovrapposti uguali o simili, conviene generarli per traslazione di un interpiano base, e poi eventualmente modificare le aperture nell'interpiano o negli interpiani cosi generati; ciò consente di evitare piccoli disassamenti delle aperture che potrebbero non essere ben interpretate in fase di generazione del modello.
- non è necessario suddividere in due diversi interpiani di uguali proprietà un interpiano in corrispondenza di un altro interpiano ad esso incidente, in quando otterrei semplicemente una riduzione delle caratteristiche di resistenza della parete: la trasmissione degli sforzi fra gli interpiani avviene solamente a livello del cordolo, là ove è la "cucitura" della scatola muraria, per cui una simile suddivisione non è necessaria, oltre a ridurre le resistenze complessive.
- al termine quindi della fase di assegnazione della scatola muraria, e prima di procedere oltre, è bene utilizzare il comando "*File → Check DB*", che provvederà a segnalare quanto al programma appare sospetto o non ottimale ai fini della corretta modellazione della struttura.

DOLMEN fornisce all'interno del sottomenù "*Murature → Interpiani*" comandi di modifica degli oggetti fin qui generati: ad esempio i comandi "*Murature → Interpiani → Unisci uguali*" o "*Unifica*" o "*Modifica spessore*", o, più in generale "*Murature → Interpiani → Edita proprietà*" che apre un pannello nel quale posso modificare spessore e altezze dell'interpiano selezionato, le schede scelte per resistenze, sezione cordolo, tipo e posizione delle aperture.

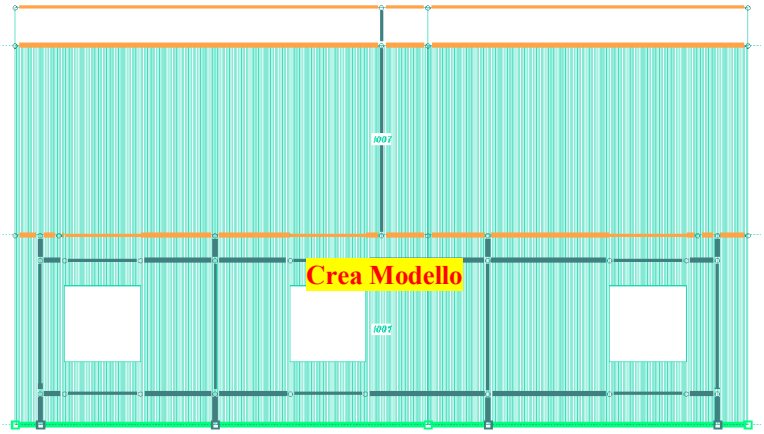


6.3.4 CREAZIONE MODELLO

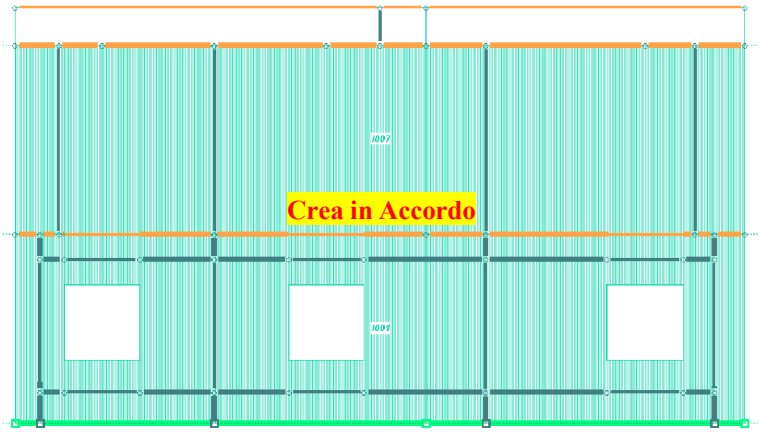
6.3.4.1. GENERAZIONE DEL TELAIO EQUIVALENTE

Con la creazione di interpiani ed aperture termina la fase di inserimento dati relativa alla parte di struttura in muratura: il programma, in automatico, creerà tramite il comando "*Murature → Crea Modello"* il modello ad elementi finiti delle murature per gli interpiani che avremo selezionati; senza ulteriori informazioni da parte dell'utente.

Con la creazione del modello vengono create in automatico le aste rappresentative di maschi murari, fasce di piano e cordoli, e le corrispondenti schede di sezione asta, svincolo asta, estremi rigidi asta etc.



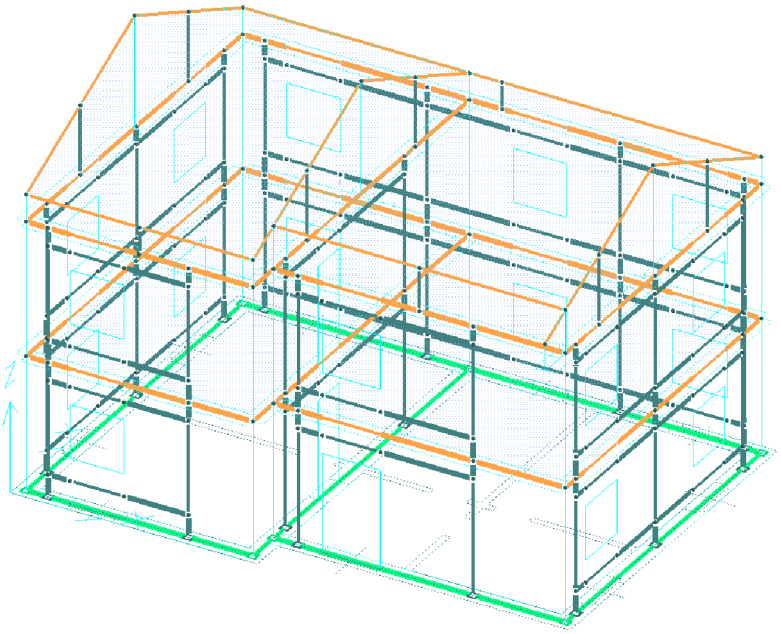
In alcuni casi può però essere utile intervenire in fase di creazione del modello: se un interpiano senza alcuna apertura si viene a trovare al di sopra di un interpiano con molte aperture, il comando "*Murature → Crea Modello"* schematizzerà l'interpiano superiore come un unico maschio murario, col peso complessivo dell'intero interpiano, che potrebbe trovarsi a gravare integralmente al sopra del tratto più flessibile rappresentante una zona in cui è presente un'apertura: ovviamente questo fatto può però rivelarsi oneroso in fase di verifica, in quanto i carichi trasmessi dall'unico maschio murario alle aste del piano sottostante risultano così eccessivamente concentrati. Si utilizza allora in alternativa il comando *"Murature → Crea in accordo"*: chiedendo di accordare il modello dell'interpiano soprastante all'interpiano di base: in questo modo l'interpiano soprastante viene suddiviso in più elementi, collegati fra di loro da un cordolo rigido. Solitamente questa disposizione, per quanto non obbligatoria, risulta meno onerosa per l'interpiano con più aperture, anche se comporta una resistenza complessiva minore per l'interpiano soprastante.



Durante la creazione del modello vengono già spezzate in automatico le aste, ove necessario.

Anche se la creazione del modello è un'operazione automatica, il modello viene generato in base alle indicazioni fornite, che possono configurare schemi di comportamento fra loro molto differenti: ad esempio, nel modello possono essere considerate le travi di accoppiamento in muratura solo se sorrette da un cordolo di piano o da un architrave resistente a flessione efficacemente ammorsato alle estremità [NTC08 7.8.1.5.2] : in assenza di questi requisiti, basterà definire e inserire delle schede "Apertura" con spessori nulli.

Appena creato il telaio equivalente viene mostrato con gli ingombri solidi attivati.



6.3.4.2 MODIFICHE AL MODELLO

Se una volta generato il modello si presenta la necessità di effettuare delle modifiche (ad esempio eliminando o aggiungendo aperture, modificando le aperture presenti, modificando lo spessore di un interpiano, ecc.), si può utilizzare il comando "*Murature→Modifica modello→Rigenera modello*" che ha il compito di rigenerare il modello degli interpiani selezionati. Questo comando elimina le vecchie aste e ne crea delle nuove schematizzando il nuovo telaio equivalente: eventuali modifiche manuali eseguite sulle aste del vecchio telaio vengono perse cosi come i carichi applicati sul vecchio telaio (ad esempio il peso proprio delle aste).

6.3.4.3 COMPLETAMENTO DEL MODELLO E CALCOLO

Il modello così generato deve poi essere completato con l'inserimento di carichi, vincoli, dati sismici, eventuali livelli rigidi etc., come ogni altro modello di DOLMEN: potrò inoltre inserire elementi in altri materiali, setti. o pilastri in cls etc.

Ad esempio il modello potrà essere completato:

- creando delle travi di fondazione, o ex novo o traslando i cordoli dei primi interpiani al piano di posa e modificandone le sezioni o altre proprietà
- oppure inserendo semplicemente dei vincoli di tipo incastro ai nodi del piano inferiore
- creando una copertura a capriata in legno, con l'avvertenza di svincolare opportunamente le aste in legno nei loro appoggi ai cordoli
- creando dei solai, ed assegnando ad essi i carichi che questi ripartiranno sui cordoli e che dai cordoli si scaricheranno sulla struttura in muratura
- assegnando il carico di peso proprio alle aste costituenti la muratura e agli altri elementi

- inserendo i dati relativi alla zonizzazione sismica ed altro, ed effettuando l'analisi statica e/o dinamica
- inserendo eventuali livelli rigidi e dei gusci col solo spessore di membrana a rappresentare una copertura inclinata
- etc.

N.B. Eventuali elementi di dettaglio, quali le **volte**, potranno essere studiati a parte, con un modello ad essi dedicato.

6.4 ANALISI DEL MODELLO E VERIFICHE LINEARI

Una volta completato il modello il calcolo delle sollecitazioni e dei casi di carico avviene come per ogni altra tipologia strutturale. Prima di effettuare il calcolo è comunque consigliato utilizzare nuovamente il comando "*File → Check DB*", per un ulteriore controllo.

I risultati del calcolo delle sollecitazioni e dei casi sono visualizzabili a video con gli usuali comandi del menù *"Risultati"*.

Molto utile risulta in particolare "*Risultati → Deformate → Animate*", soprattutto per visualizzare eventuali carenze in fase di definizione di vincoli o collegamenti fra elementi, e in generale per riconoscere errori di input che possano aver comportato delle labilità: nel zona del pannello delle impostazioni delle deformazioni animate vengono quantificate infatti la deformazione massima delle aste e dei nodi, e riportati i nomi del nodo e dell'asta che presentano la massima deformazione.

6.4.1 LE IMPOSTAZIONI DI VERIFICA



Prima di effettuare la verifica degli elementi murari costituenti la struttura in esame occorre impostare le modalità con le quali la verifica verrà effettuata; si tratta di scelte che condizionano fortemente i risultati.

Elenchiamo schematicamente le parti che compongono il pannellino "*Murature → Verifica murature → Impostazioni per verifica*":

- **Fattore di confidenza:** rappresenta un coefficiente parziale di sicurezza richiesto dalla normativa per la muratura esistente. Nel caso di analisi elastica con fattore "q" si applica il fattore di confidenza come ulteriore riduttore delle resistenze agli elementi murari generati da interpiani costituiti da muratura definita come esistente nella scheda resistenze. Nel caso di analisi non lineare (C8.7.1.5) "i valori di calcolo della resistenza da utilizzare sono ottenuti dividendo i valori medi per i rispettivi fattori di confidenza".

- **Sforzo normale medio:** si richiede di effettuare la verifica delle sezioni sollecitate degli elementi asta che rappresentano elementi in muratura, utilizzando in ogni sezione per il singolo caso di carico sismico, il valore dello sforzo normale medio sui sestetti di sollecitazione. Consente quindi di

considerare sul singolo maschio murario, per ogni combinazione di azioni di verifica, lo sforzo normale mediato sui vari sestetti di sollecitazione. Da questo consegue che, nel prendere in esame una combinazione a segno alterno come ad esempio il sisma, ove il pannello risulta alternativamente con maggiore e minore sforzo normale (N) rispetto al caso statico, il valore di N preso in esame ai fini della verifica sarà un N medio, cioè più o meno quello dovuto ai carichi permanenti.

- **Redistribuzione del taglio**: la Normativa [NTC08 7.8.1.5.2] consente di redistribuire, con determinate limitazioni, il taglio all'interno di uno stesso interpiano: ciò può risultare utile qualora nell'interpiano stesso siano presenti pannelli aventi ancora una riserva di resistenza contemporaneamente ad elementi in difficoltà.

- **Trascurare le sezioni…**: il fatto di trascurare le sezioni a una certa distanza dalla sommità del pannello è dovuto al fatto che il mezzo utilizzato per svolgere l'analisi è un software agli elementi finiti, che vede i pannelli come segmenti che si congiungono nei nodi: invece, nell'ultimo tratto del segmento, abbiamo nella realtà fisica il cordolo, per cui le ultime sezioni di verifica potrebbero non essere rappresentative.

6.4.2 UN PRIMO CONTROLLO: LE TRAZIONI

Dopo il controllo effettuato a monte dell'analisi strutturale tramite il *Check-DB,* è fondamentale eseguire un'ulteriore controllo a valle dell'analisi.

DOLMEN esegue una **analisi lineare** sul telaio costituente la muratura: possono quindi verificarsi delle trazioni che non sono fisicamente possibili nella realtà, dato che per sua natura la muratura non lavora a trazione.

Innanzi tutto occorre controllare se si è verificata questa condizione lanciando il comando "*Murature → Evidenzia*" in abbinamento a "*Selezioni → Murature → Maschi murari in trazione*"; dovremmo vedere evidenziati a monitor gli eventuali maschi murari con questa problematica attiva. A questo punto sarebbe bene cercare di comprendere se il modello necessiti di qualche modifica, ad es. perché alcune aste in copertura non sono state correttamente svincolate o perché si è commesso qualche errore di impostazione, oppure se le trazioni sono da imputarsi alla semplificazione dell'analisi lineare ; questo si verifica ad es. se un pannello murario si trova al di sopra di un'apertura. Per il modello elastico lineare il pannello in questa situazione risulterà appeso al suo cordolo, visto che grava interamente sul tratto flessibile del cordolo sottostante. In questo caso la soluzione è rappresentata dal comando "*Murature → Modifica modello → Svincola N in alto*" applicato al maschio murario in trazione.

6.4.3. LE VERIFICHE LINEARI

Le verifiche sono condotte con l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane e trascurando la resistenza a trazione per flessione della muratura.

Gli stati limite ultimi presi in considerazione per la verifica sono:

- **presso flessione nel piano del muro**;

- **taglio per azioni nel piano del muro**;

- **presso flessione fuori piano** (pressoflessione per carichi laterali, ovvero resistenza e stabilità fuori dal piano);

- **sismica locale** (verifica come elemento secondario nei confronti della direzione del sisma perpendicolare al piano del pannello)

- **flessione e taglio per le travi di accoppiamento (fasce di piano)**.

Non è generalmente necessario eseguire verifiche nei confronti di stati limite di esercizio di strutture di muratura, quando siano soddisfatte le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi.

N.B. Nelle formule di verifica dei maschi murari, lo sforzo normale, a meno che non sia eccessivo, svolge un ruolo stabilizzante e in generale favorevole: la sua importanza ai fini della verifica è comparabile o anche maggiore di quella dei valori delle resistenza del materiale.

6.4.3.1. Pressoflessione nel piano

La verifica a **pressoflessione nel piano** di una sezione di un elemento strutturale si effettua confrontando il momento agente di calcolo con il momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione e una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni.

$$M_u = \frac{l^2 \cdot t \cdot \sigma_0}{2}\left(1 - \frac{\sigma_0}{0{,}85 \cdot f_d}\right)$$

La formula utilizzata per questa verifica si basa sull'ipotesi di materiale muratura non resistente a trazione, con stress-block rettangolare con coefficiente 0,85, e nasce semplicemente dalla soluzione del sistema costituito dalle equazioni di equilibrio a traslazione verticale e momento. Si noti anche come in questa formula è maggiore il ruolo giocato dal valore dello sforzo normale rispetto al valore di resistenza.

6.4.3.2 Taglio nel piano

Nel caso di muratura *nuova,* la resistenza a taglio del pannello è valutata sulla sezione parzializzata, secondo la: $V_t = l' \cdot t \cdot f_{vd}$

dove f_{vd} è strettamente correlata allo sforzo normale agente sulla sezione.

Nel caso di muratura *esistente,* la circolare fornisce una formula alternativa (C8.7.1.5), utilizzabile nel caso di muratura irregolare o caratterizzata da elementi non particolarmente resistenti, basata sull'ipotesi di sezione non parzializzata: anche in questo caso lo sforzo normale incrementa il valore del taglio resistente.

6.4.3.3 Pressoflessione fuori piano

La verifica a pressoflessione fuori piano, o pressoflessione per carichi laterali, controlla che, nel caso *statico*, eventuali eccentricità dei carichi in direzione perpendicolare al piano del pannello stesso non riducano in modo eccessivo la capacità portante del pannello stesso: è infatti opportuno ricordare che le tensioni di compressione possono essere distribuite in modo non uniforme in direzione longitudinale al muro, a causa di un'eccentricità longitudinale della risultante dei carichi verticali, o per azioni spingenti di volte. Le NTC08 propongono un metodo semplificato, in cui la resistenza a compressione della muratura, per l'effetto combinato di eccentricità trasversali del carico e per effetti geometrici del secondo ordine, è ridotta da un coefficiente Φ.

6.4.3.4 Sismica locale

La verifica *sismica* fuori piano ha, ovviamente, il compito di valutare la resistenza del pannello alle azioni di tipo sismico.

Dal momento che, nel modello a telaio, i pannelli costituenti la struttura hanno funzione di controvento nei confronti dei carichi orizzontali agenti nel loro piano, e sono svincolati ai momenti dovuti a forze perpendicolari al loro piano, ammettiamo che, nei confronti del sisma in direzione ad essi perpendicolare, essi si comportino come elementi *secondari*, e come tali vadano verificati.

Verifichiamo, quindi, i pannelli murari, applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a definita come nella valutazione degli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale.

4.3.5. VERIFICA DELLE FASCE DI PIANO

La resistenza a taglio di travi di accoppiamento in muratura ordinaria, in presenza di un cordolo di piano o di un'architrave resistente a flessione efficacemente ammorsata alle estremità, può essere calcolata in modo semplificato come valore minimo fra un V_t e un V_p, ovvero ipotizzando due possibili meccanismi resistenti: in ambedue le formule non viene preso in considerazione lo sforzo normale nella fascia.

6.4.4.COME CONSULTARE I RISULTATI DELLE VERIFICHE LINEARI

Per poter esaminare le verifiche degli elementi in muratura l'utente ha a disposizione, all'interno del sottomenù ***"Murature → Verifica murature"***, diversi strumenti, sia grafici che numerici:

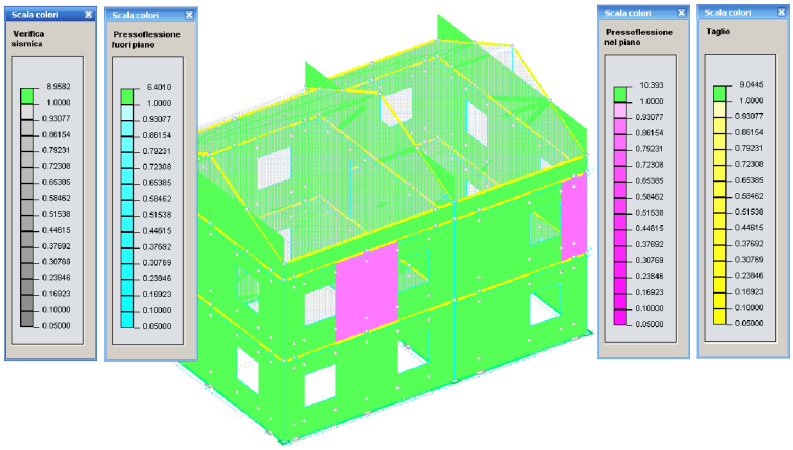
- la classica relazione completa che contiene le verifiche di tutti i maschi murari e tutte le fasce di piano **("*Genera relazione*"**);

- la visualizzazione contemporanea a monitor di tutte le verifiche con mappa cromatica dedicata (*"Visualizza risultati"*);

- la lettura locale delle verifiche condotte su un singolo elemento ("*Lettura locale"*);

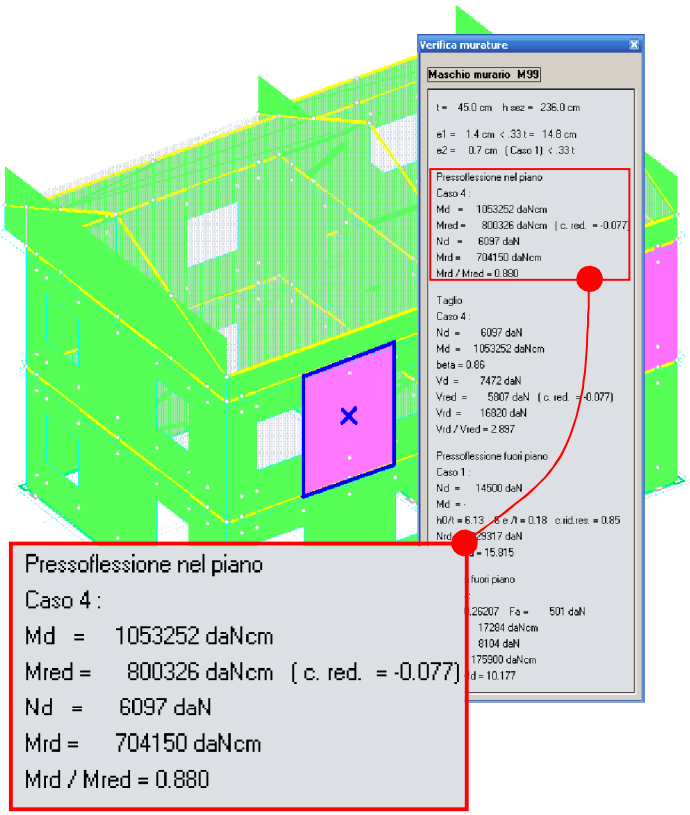
- il riassunto delle problematiche, ovvero l'elenco schematico delle verifiche non superate ("*Riassunto problematiche"*).

Ciascuno di questi strumenti, nel momento in cui viene utilizzato, esegue in **tempo reale** l'analisi e la verifica degli elementi interessati.

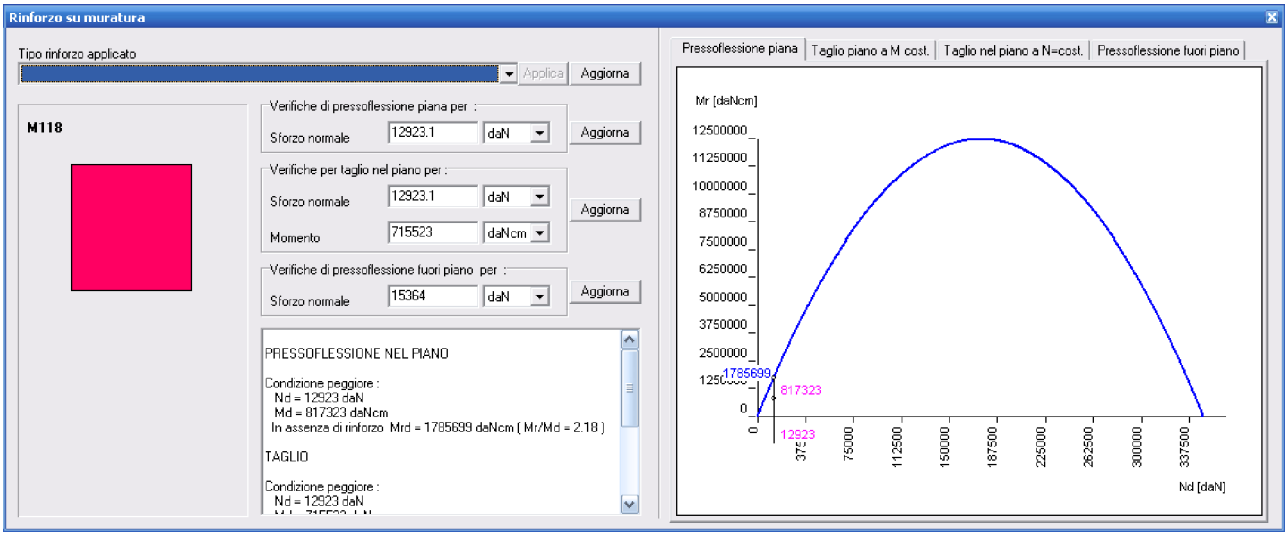


Graficamente ottengo una esaustiva mappa cromatica dei coefficienti di sicurezza minimi per i maschi murari e le fasce di piano lanciando il comando "*Murature → Verifica murature → Visualizza risultati → Carica*"; posso scegliere se focalizzare l'attenzione su una problematica particolare ("Pressoflessione nel piano", oppure "Taglio nel piano", ecc…) o più genericamente lasciare la scelta su "*Complessiva*" per vedere a monitor contemporaneamente tutte le verifiche con le mappe colorate: gli elementi con coefficienti di sicurezza **>=1 verranno rappresentati in verde**, mentre gli altri, non verificati, con colore dipendente dalla verifica che ha dato risultato peggiore.

Posso poi analizzare in dettaglio gli elementi che vanno in crisi, e che ho individuato con l'aiuto delle mappe cromatiche, tramite il comando **"*Murature → Verifica murature → lettura locale*":** seleziono quindi l'asta appartenente al maschio murario (o la fascia di piano) per controllare contemporaneamente tutte le verifiche eseguite su quell'elemento.



Un ulteriore e più approfondito controllo delle proprietà di resistenza e dello stato di verifica dell'elemento maschio murario si può ottenere tramite il comando "*Murature → Domini di resistenza*", selezionando l'elemento di interesse: queste proprietà vengono riassunte in un pannello contenente i domini di resistenza dell'elemento per le varie verifiche.



Sono rappresentate le curve relative ai domini:

- Mr-Nd (nel piano) **pressoflessione piana**;
- Vr-Nd **taglio piano a M costante**;
- Vr-Md (N cost.) **taglio nel piano a N costante**;
- Mr-Nd (fuori piano) **pressoflessione fuori piano**.

In ogni pagina viene evidenziato in **fucsia** il punto rappresentativo dello stato tensionale per il quale viene eseguita quella verifica in modo da poter velocemente meglio comprendere le problematiche dell'elemento.

Questo comando è stato in origine pensato per valutare le modifiche ai domini di resistenza apportati dalla presenza di rinforzi: è nato quindi per progettare in modo mirato un intervento di rinforzo ma è utilizzabile anche su elementi non rinforzati. In presenza di rinforzi o muratura armata vengono comunque disegnati anche i domini di resistenza relativi alla muratura priva di rinforzo o armatura, in modo da poter valutare visivamente l'apporto di questi ultimi alla resistenza della muratura

6.4.5 L'ANALISI LINEARE CON REDISTRIBUZIONE: I COMANDI DI INCREMENTO DELLO SVINCOLO

Nel caso in cui la muratura presenti principalmente problemi relativi alle verifiche nel piano previste dalla normativa, DOLMEN mette a disposizione diversi strumenti per cercare di portare a verifica tali elementi, tutti concettualmente basati su una redistribuzione degli sforzi in funzione della capacità portante dei singoli elementi: in generale la strategia è quella di incrementare il grado di svincolo relativo ai momenti nel piano della muratura dei maschi murari non verificati nel piano, liberando così parzialmente questi elementi dalle azioni più gravose, che dovranno essere ripartite fra gli altri elementi costituenti la struttura.

Fra questi comandi, il più interessante è **l'*incrementa svincolo automatico*:** assegnato un valore dell'incremento di svincolo da utilizzare ad ogni iterazione, DOLMEN assegna questo incremento ai maschi murari non verificati nel piano, e esegue nuovamente il calcolo delle sollecitazioni e successivamente dei casi di carico: se a video sono presenti visualizzazioni per mappe di colore dei risultati della verifica, queste vengono aggiornate in automatico.

Man mano che il calcolo automatizzato procede viene mostrata a schermo la schermata del calcolo in corso e come prima riga di testo viene mostrato il minor fattore di sicurezza nelle verifiche riscontrato all'iterazione precedente: la procedura viene ripetuta in automatico sino a quando tale valore è superiore ad 1 (e quindi a soddisfacimento delle verifiche), o quando la struttura, a forza di svincolare, risulta labile.

La legge con la quale vengono apportati gli incrementi ai gradi di svincolo degli elementi non verificati è uguale a quella utilizzata nell'analisi non lineare (pushover).

In questo modo viene simulato un "assestamento" della struttura simulato in DOLMEN attraverso una ripartizione automatica degli sforzi ridistribuiti ad ogni iterazione di calcolo tra gli elementi del telaio equivalente.

N.B.: La struttura originaria viene salvata nel file "pre_iterazioni.str", se questo non è già presente nella cartella di lavoro; se si vuole quindi ripristinare la struttura antecedente alle modifiche occorre riaprire il file "pre_iterazioni.str" e salvarlo come "struttur.str".

6.5 L'ANALISI STATICA NON LINEARE (PUSHOVER)

6.5.1 L'ANALISI DI SPINTA

Con il nome di analisi **PUSHOVER** si indica un'analisi statica incrementale non lineare effettuata per forze orizzontali monotonamente crescenti.

Pushover significa, infatti, "spingere oltre", e rappresenta una procedura impiegata per determinare il comportamento di una struttura a fronte di una determinata azione (forza o spostamento) applicata. Essa consiste nello "spingere" la struttura fino a che questa collassa o fino a che un parametro di controllo di deformazione raggiunge un valore limite prefissato; la "spinta" si ottiene applicando in modo incrementale monotono un profilo di forze o di spostamenti prestabilito.

In sintesi si tratta di una soluzione incrementale - iterativa delle equazioni di equilibrio statico della struttura, in cui la forzante è rappresentata dal sistema di spostamenti o di forze applicato, che consente di definire un legame forza-spostamento caratteristico del sistema studiato, detto curva di capacità.

Per le strutture in muratura, peraltro, quest'analisi è da considerarsi uno strumento efficace di previsione approssimata della sola risposta sismica delle strutture; per le murature, infatti, l'analisi pushover ha lo scopo di valutare la risposta globale di edifici in cui il meccanismo resistente è governato dalla risposta nel piano delle pareti, senza considerare eventuali meccanismi di collasso

associati alla risposta dinamica fuori dal piano. La verifica di tali meccanismi va svolta con altri metodi.

L'analisi globale di un edificio assume quindi significato quando i meccanismi di rottura per ribaltamento fuori dal piano sono prevenuti da opportuni dettagli strutturali quali la presenza di catene e/o cordonature.

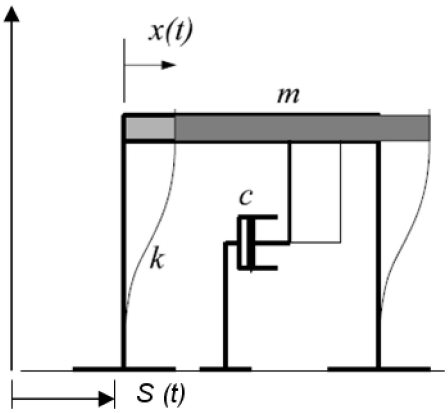
Ne consegue che è di fondamentale importanza che il modello sia semplice, in modo da avere la possibilità di focalizzare l'attenzione sul meccanismo della risposta sismica. Teniamo presente che **il pushover rappresenta un'analisi di un meccanismo di risposta sismica, non una verifica dell'edificio tout court**.

Inoltre, i presupposti di base del pushover sono che la struttura, sottoposta a queste forze via via crescenti, veda una migrazione di sforzi dagli elementi deteriorati a quelli che hanno ancora riserve di resistenza: ne consegue che una struttura che non presenti più elementi resistenti nella direzione del sisma non è suscettibile di una analisi pushover.

Teniamo poi presente che i risultati dell'analisi pushover sono fortemente influenzati dalle scelte effettuate a monte di essa.

6.5.2 BREVI CENNI DI TEORIA

Il comportamento di un sistema strutturale a un grado di libertà sotto l'azione di una forzante F(t) e di uno spostamento imposto alla sua base s(t) si può riassumere in un'unica equazione :



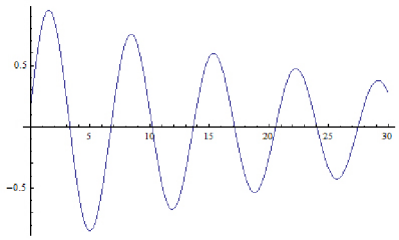
$$m\ddot{X} + c\dot{x} + k\,x = F(t)$$

dove

$$X(t) = x(t) + s(t)$$

e quindi, in assenza di forzante :

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + k\,x = -m\ddot{s}(t)$$



Nota quindi l'accelerazione del suolo, la soluzione dell'equazione ci fornisce il massimo spostamento che l'oscillatore deve essere in grado di subire senza rompersi.

In una struttura a più gradi di libertà, questa equazione differenziale diventa un sistema matriciale di equazioni differenziali accoppiate che ha per incognita il vettore u degli spostamenti dei nodi della struttura :

$$[M]\ \ddot{\vec{u}} + [C]\ \dot{\vec{u}} + [K]\ (\vec{u}, \dot{\vec{u}}) = -[M]\ \vec{I}\ \ddot{u}_g$$

dove [M] , [C] e [K](u) sono rispettivamente la matrice delle masse, la matrice di smorzamento e il vettore delle forze resistenti interne del sistema , I il vettore di influenza del moto del terreno, che

moltiplica l'accelerazione del terreno . le forze resistenti interne del sistema presumibilmente non saranno semplicemente funzione lineare del vettore degli spostamenti, a causa della plasticizzazione.
Il vettore u degli spostamenti nodali può essere rappresentato come una combinazione lineare di vettori di forma ϕ_m fra loro ortogonali, con coefficienti $q_m(t)$: se sostituiamo questa combinazione lineare

$$\vec{u}(t) = \vec{\phi}\, q\ (t) = \sum_{m=1}^{N} \vec{\phi}_m\, q_m\ (t)$$

nel sistema matriciale di equazioni differenziali otteniamo un sistema che ha per incognite i $q_m(t)$.
Se poi premoltiplichiamo questo sistema per i vettori ϕ_j^T , dato che i vettori di forma sono fra loro ortogonali, ci troviamo a un passo dall'aver disaccoppiato le equazioni differenziali che descrivono il comportamento del sistema MDOF (Multiple Degrees Of Freedom) : a un passo in quanto le forze resistenti interne rimangono funzione non lineare dell'intero vettore di spostamenti.
Se trascuriamo questo fatto otteniamo ovvero l'equazione del moto di un oscillatore SDOF :

$$\ddot{D}_m + 2\nu_m\omega_m\,\dot{D}_m + \Phi_m^T\,\frac{\vec{F}(D_m,\dot{D}_m)}{L_m} = -\ddot{u}_g$$

(dove $D_m = q_m / \Gamma_m$)

caratterizzato da una relazione non lineare forza<->spostamento, e i cui spostamenti sono proporzionali al coefficiente $q_m(t)$ secondo un moltiplicatore $1/\Gamma_m$. In teoria dovremmo applicare alla struttura degli spostamenti imposti crescenti per determinare l'andamento nel tempo della parte relativa alle forze resistenti interne al sistema.
In pratica applichiamo invece forze esterne crescenti, e studiamo il comportamento della struttura MDOF studiando lo spostamento di un punto di controllo sotto le più rappresentative distribuzioni di forze.

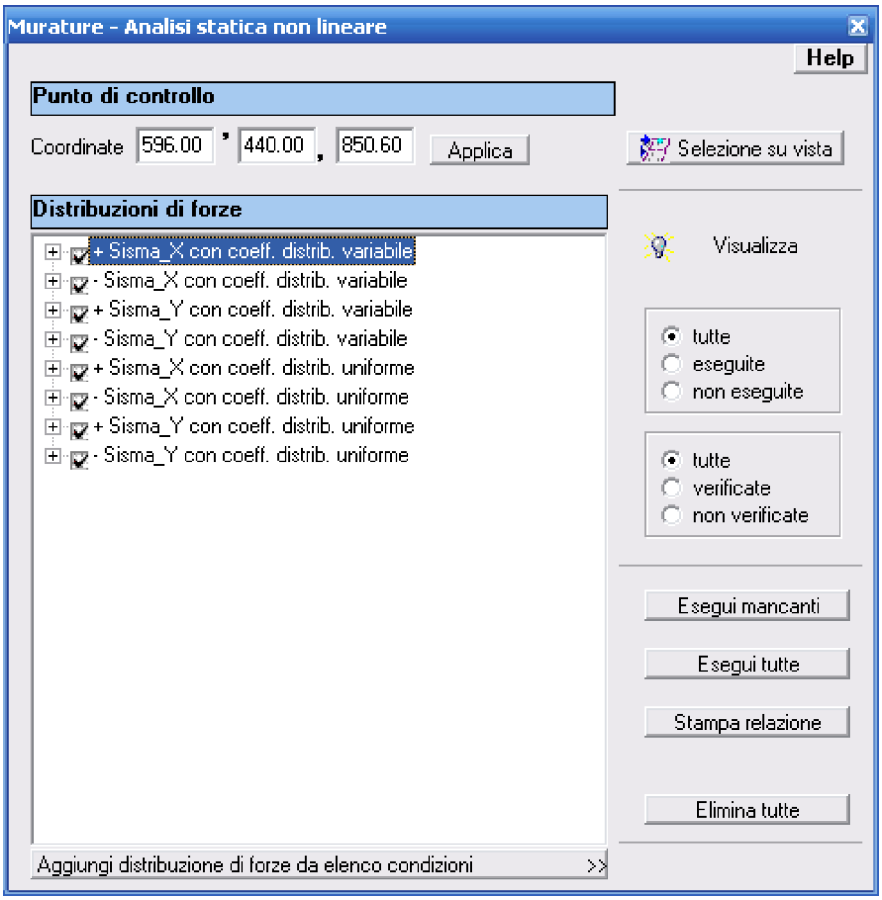
6.5.3 LE SCELTE DA EFFETTUARE

Queste scelte consistono principalmente nella definizione:

- del punto di controllo;
- della forma del sistema di forze applicate;
- del meccanismo di progressiva degradazione degli elementi strutturali al crescere dell'entità delle forze

In DOLMEN il calcolo delle curve di capacità viene attivato tramite il comando ***"Murature → Analisi statica non lineare"*** che predispone il pannello che consente di effettuare le prime due scelte.

Il **punto di controllo** viene suggerito in automatico dal programma se è stata eseguita l'analisi sismica statica (viene proposto il baricentro delle masse sismiche dell'ultimo piano) e, come quota, corrisponde al punto più alto della struttura. Se, ad esempio, vengono inseriti dei timpani in muratura la quota massima è corretta, altrimenti se tutta la copertura fosse ad esempio in legno dovrei cambiare il punto con il baricentro delle masse sismiche dell'ultimo piano in muratura.



Nella parte sinistra del pannello sono elencate le **distribuzione di forze** proposte da DOLMEN per il calcolo delle curve di capacità della muratura. Dato che la costruzione di ogni curva di capacità è una procedura iterativa e non lineare, e quindi richiede molto tempo, si consiglia di evitare di eseguire calcoli non necessari. In caso di perfetta simmetria rispetto ad un asse della struttura e dei suoi carichi permanenti è inutile effettuare l'analisi di spinte in ambedue i versi di quell'asse.

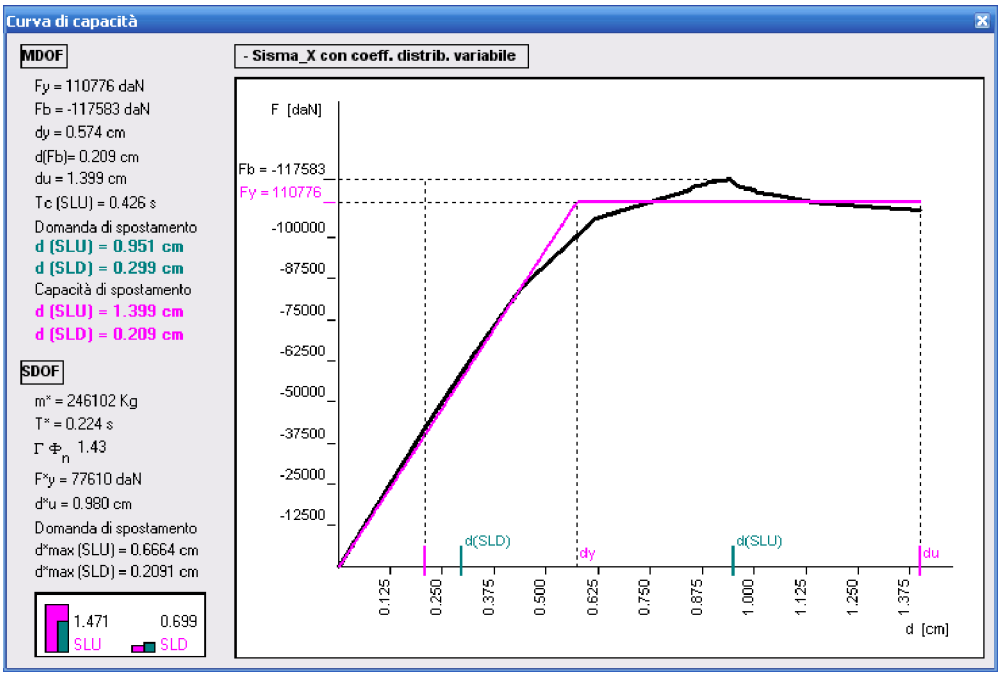
Posso comunque aggiungere una qualunque condizione di carici orizzontale (ad esempio gli auto vettori più importanti).

6.5.4 I RISULTATI DELL'ANALISI

Al termine dell'analisi sarà visualizzata la curva di capacità della struttura in muratura con l'indicazione dei fattori di sicurezza SLU e SLD.

Nel grafico della curva di capacità vengono riportati i valori del taglio alla base in funzione dello spostamento del punto di controllo : il massimo taglio è riportato nella legenda del MDOF come F_b: la curva di capacità viene "bilinearizzata" con le regole descritte ai punti C7.3.4.1 , NTC08 7.8.1.6 e C7.8.1.5.4, cioè tracciando la secante alla curva passante per lo $0.7F_b$ e ricercando la forza di snervamento F_y con l'imporre l'eguaglianza delle aree sottese dalle curve tracciate.

La capacità di spostamento della struttura si legge direttamente dalla curva di capacità, e corrisponde, per lo stato limite ultimo, allo spostamento corrispondente ad una riduzione della forza non superiore al 20% del massimo.



La domanda di spostamento nasce, per la distribuzione di forze in esame, dall'osservazione dello SDOF equivalente : questi ha, come sua caratteristica, una propria domanda di spostamento, ovvero lo spostamento massimo che si trova a sperimentare secondo la sua equazione del moto, riportato nella legenda dello SDOF : $\Gamma\Phi_m$ è il moltiplicatore che consente di ottenere dalla domanda di spostamento dello SDOF la domanda di spostamento del MDOF.

NB: questa procedura comporta ovviamente modifiche al file "struttur.str". Per questo motivo all'avvio della procedura viene creato il file" pre_pushover.str" come back-up della struttura non ancora modificata: ricordiamo che se si interrompe il programma durante la generazione di una curva di capacità il file" struttur.str" presente nella cartella di lavoro non è più quello originario ma deve essere ricostruito ricaricando il file di back-up, eseguendo poi su di esso un "compatta schede" e salvandolo come "struttur.str". Questo tipo di analisi richiede notevoli risorse al sistema operativo che quindi si trova seriamente impegnato; per avere conferma dell'avanzamento dell'analisi la finestra del FEM inizia con messaggi propri dell'analisi in corso. Se non fosse visibile premete in basso sulla linguetta "FEM" per portare in primo piano la finestra del FEM.

6.6 I RINFORZI

Terminata l'analisi e la verifica degli elementi costituenti la scatola muraria, alcuni elementi potrebbero risultare non verificati: DOLMEN consente di intervenire inserendo diverse tipologie di rinforzo.

In generale l'intervento deve essere mirato, tale cioè da colmare le carenze strutturali dell'elemento murario, ed è quindi fondamentale conoscere tali carenze; queste informazioni si ricavano agevolmente sia dal testo contenuto in *riassunto problematiche* (utile per avere una panoramica globale dello stato delle verifiche) sia dalla *lettura locale* delle verifiche sull'elemento sia soprattutto dai grafici dei *domini di resistenza*.

I rinforzi, al pari delle altre proprietà degli oggetti del CAD3D Struttura, sono gestiti tramite schede tipologiche: una volta definito il tipo di rinforzo utilizzando la voce **"*Murature → Rinforzi → Gestione disposizioni → Schede disposizioni*"**, questo è assegnabile, modificabile, eliminabile etc., per gli elementi murari, in modo analogo alle altre proprietà strutturali.

Interrogando l'elemento murario tramite il comando **"*Murature → Domini di resistenza*"** si potrà confrontare il dominio di resistenza dell'elemento rinforzato con quello dell'elemento non rinforzato, e controllare se l'intervento porta l'elemento a verifica.

6.6.1 IL PROGETTO DELL'INTERVENTO DI RINFORZO

Nella pratica progettuale abbiamo 2 strategie principali di rinforzo murature : possiamo cioè agire a lato sollecitazioni o a lato resistenze.
Con la strategia «*tirante-puntone*» agiamo a lato sollecitazioni, ovvero cerchiamo di creare un meccanismo che supplisca alle carenze della muratura, inserendo un materiale in grado di resistere a trazione, e disponendo questo materiale in modo che possa assorbire le trazioni, creando così un meccanismo di tipo tirante-puntone. Questa strategia è tipica dei rinforzi con FRP.

La strategia però di uso più comune è quella che agisce a lato resistenze, utilizzando metodi di ripristino che modificano le caratteristiche del materiale (iniezioni di miscele leganti, diatoni artificiali, cucitura con trefoli, consolidamento con intonaco armato). Dal punto di vista del calcolo si traducono in un moltiplicatore delle caratteristiche meccaniche (E, G) e delle resistenze (f_{md}, f_{nk0} o t_0).
Un esempio di questa strategia è il cosiddetto «reticolato di ristilature armate», più noto come reticolatus, sovente applicato su edifici aulici perché non modifica in modo visibile l'aspetto visivo: ma il capostipite di questa strategia è l'ordinario «betoncino», e la sua evoluzione, la rete in fibra di vetro

6.6.2 LE RETI ELETTROSALDATE O IN MATERIALI COMPOSITI, RETICOLATI

Le istruzioni per l'applicazione delle NTC08 consentono, al punto C.8.A.2, di rappresentare un intervento di consolidamento con intonaco armato su ambedue le facce, come una modifica sia delle caratteristiche di resistenza (f_m e τ_0) sia dei moduli elastici (E e G): ne consegue che questo intervento può essere rappresentato in DOLMEN semplicemente assegnando nuove schede di resistenza muratura e di caratteristiche del materiale all'interpiano, modificando lo spessore di interpiano, ed effettuando nuovamente l'analisi delle sollecitazioni in modo da tener conto della modifica alle rigidezze apportata dal betoncino.

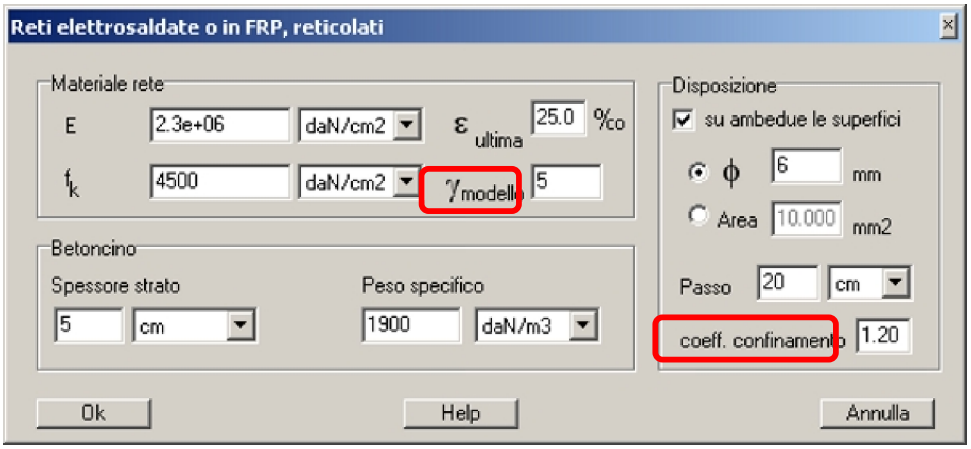
DOLMEN propone anche una formulazione alternativa: quella descritta nella circolare comunque è già di per sé applicabile senza necessità di funzioni specifiche.

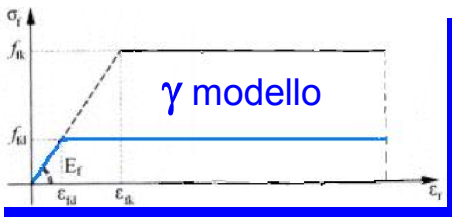
Si è ipotizzato che il miglioramento delle caratteristiche dell'elemento murario rinforzato sia dovuto alla combinazione di due differenti meccanismi:

- a **muratura armata,** con armatura uniformemente distribuita avente resistenza a compressione nulla: per questo meccanismo si ipotizza di assegnare alle resistenze del materiale della rete un coeff. di riduzione ($\gamma_{modello}$) da applicare alla tensione di snervamento della rete per ottenerne la resistenza di calcolo, riassuntivo delle notevoli incertezze su questo tipo di meccanismo.

- per **confinamento,** attivabile solo se l'intonaco armato è presente su ambedue le facce, e riassumibile in un miglioramento delle caratteristiche di resistenza del materiale muratura.

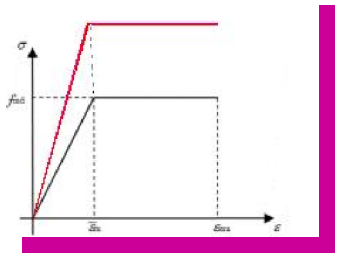
Questo modello di comportamento è stato suggerito da alcuni risultati sperimentali su murature rinforzate con GRFP, che sembrano evidenziare un aumento della resistenza a trazione equivalente.





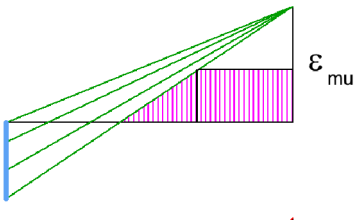
Ipotizziamo quindi che la sezione resistente sia composta da due materiali divisi fra loro dall'asse neutro, dei quali uno è l'armatura uniformemente distribuita, non resistente a compressione, con resistenze penalizzate dal $\gamma_{modello}$, e con un eventuale pianerottolo di snervamento

Coeff. confinamento

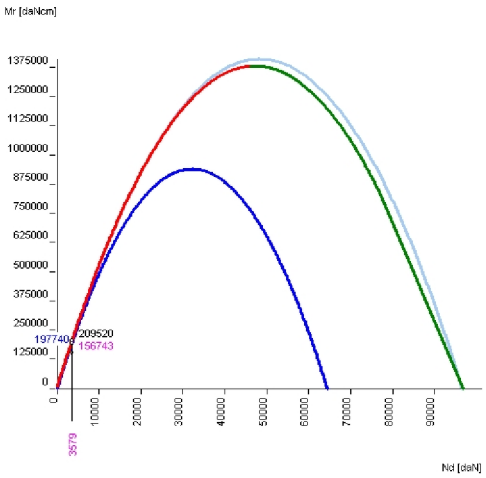


l'altro è il materiale muratura, non resistente a compressione, con resistenze amplificate dal coeff. di confinamento

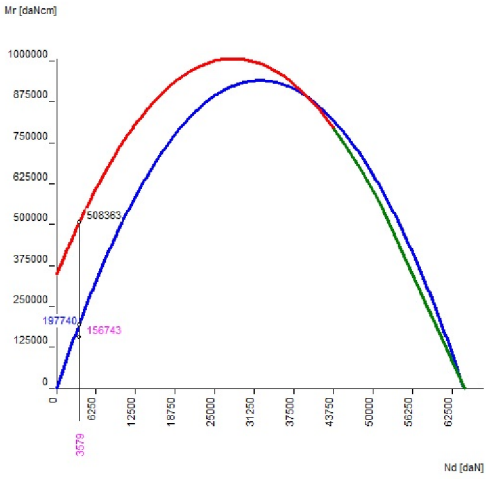
Il dominio di resistenza della sezione così composta viene costruito sulla base di queste informazioni, descrivendo le coppie (N, Mu) generate al variare delle deformazioni ai due lembi della sezione, dalla sezione interamente compressa con ε_{mu} ai due lembi, alla sezione con ε_{mu} a un lato e deformazione nulla dall'altro, alla sezione con ε_{mu} a un lato e ε_{fu} dall'altro, e da questa alla sezione con ε_{fu} da un lato e ε_m nulla dall'altro



A seconda dei parametri inseriti potrò ad es.



(inserendo un alto valore del $\gamma_{modello}$ e della deformazione ultima della rete, e un coeff. di confinamento maggiore di uno) ottenere un comportamento del rinforzo come puro moltiplicatore delle resistenze : in tal caso il dominio di resistenza costruito come descritto in precedenza ricalcherà quasi quello (colorato in azzurrino) di una sezione in muratura avente resistenze moltiplicate del coeff. di confinamento



(inserendo un non altrettanto alto valore del $\gamma_{modello}$ e una deformazione ultima della rete più realistica, nonché un coeff. di confinamento pari ad uno) ottenere un comportamento del rinforzo "a muratura con armatura uniformemente distribuita e parzializzabile" : si nota come in questo caso il rinforzo migliora il momento ultimo principalmente nel tratto di scarso sforzo normale

Teniamo presente comunque che, a differenza di un'armatura vera e propria, il rinforzo in generale (reti e betoncini compresi) non è annegato nella muratura ma semplicemente disposto al di sopra di essa, a volte semplicemente come qualcosa di «incollato», a volte bloccato con connettori a L (per le reti in fibra di vetro) : tutto ciò comporta un limite alla sua collaborazione con la muratura, dipendente non dalla resistenza del rinforzo stesso, ma dal suo distacco dal supporto, ovvero da problemi di delaminazione, ed è per questo motivo che la sua curva caratteristiche sforzi-deformazioni viene affetta da un coeff. riduttivo.

6.6.3. I RINFORZI IN TESSUTI MONODIREZIONALI IN FRP

L'utilizzo di **FRP (Fiber Reinforced Polymer)** viene sempre più considerato per il rinforzo e la riparazione di elementi murari portanti (muri, volte, pilastri) in edifici esistenti. L'intervento si basa sull'incollaggio di tessuti costituiti da materiali fibrosi ad elevata resistenza meccanica, applicati sul supporto murario mediante resine di varia natura. La facilità esecutiva della tecnica e l'efficacia del tipo di rinforzo nel sopperire alla carente resistenza a trazione della muratura consentono di realizzare sistemi caratterizzati da limiti di resistenza molto più elevati della muratura tradizionale e da un comportamento a rottura meno fragile.

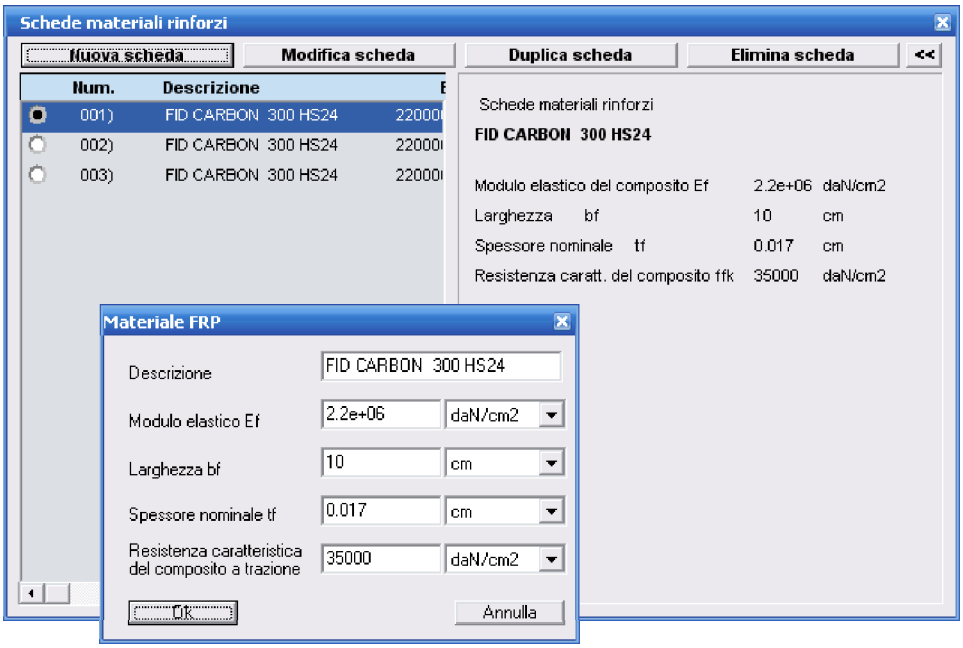
Il sistema proposto consiste nell'applicazione di strisce di FRP di determinata larghezza mediante apposite resine (nella fattispecie di tipo epossidico), con diverse finalità (regolarizzazione della superficie del supporto, adesione e protezione del fibrorinforzato). I materiali componenti il rinforzo vengono disposti per strati successivi, previa livellatura e pulitura superficiale della muratura nell'area

di applicazione; l'efficacia dell'intervento è, infatti, strettamente legata all'adesione del sistema muratura-fibra, al fine di consentire l'attivazione del contributo del rinforzo solidalmente alla muratura.

Il meccanismo di risposta alle sollecitazioni esterne del complesso muratura - FRP è un meccanismo di tipo tirante - puntone. Inoltre, dato che il rinforzo FRP ha un comportamento di tipo fragile, ovvero elastico - lineare sino a rottura, dobbiamo cercare di far sì che la crisi del complesso muratura - FRP si abbia per plasticizzazione della muratura compressa, e non per rottura dell'FRP o per delaminazione, in modo da assicurare duttilità alla struttura.

Ne consegue che **il tipo di intervento è fortemente dipendente dalla problematica riscontrata** sul singolo pannello, dato che questo meccanismo si deve attivare per colmare le lacune specifiche della struttura.

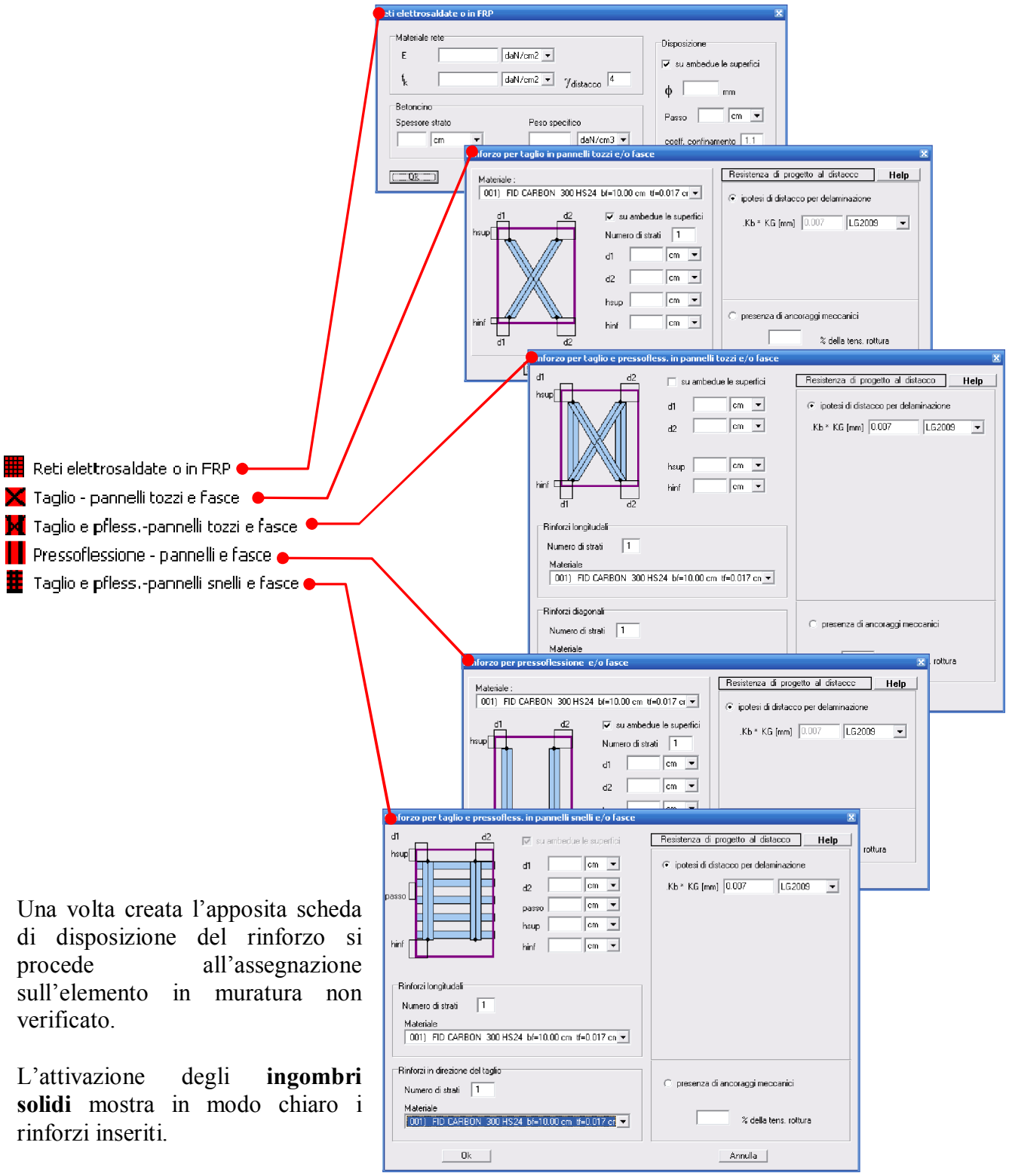
In DOLMEN creo le schede delle diverse tipologie di fibre che voglio utilizzare inserendo i parametri richiesti nel pannello editabile con il comando "*Murature → rinforzi → schede materiale*"



Nel momento in cui andrò ad applicare i rinforzi il programma mi proporrà, per il tipo di soluzione FRP selezionata, le schede materiale che ho precedentemente creato.

6.6.4 L' APPLICAZIONI DEI RINFORZI

Giunti a questo punto siamo ormai consci delle problematiche che non fan giungere a verifica alcune parti della struttura in muratura e quindi creiamo (ed applichiamo) le apposite **schede disposizione** con il comando "***Murature → rinforzi → gestione disposizioni → assegna***".



Una volta creata l'apposita scheda di disposizione del rinforzo si procede all'assegnazione sull'elemento in muratura non verificato.

L'attivazione degli **ingombri solidi** mostra in modo chiaro i rinforzi inseriti.

Oltre allo scegliere nel modo più opportuno il tipo di intervento per conferire all'elemento murario non verificato il corretto apporto di resistenza in funzione delle carenze in esso rilevate dall'analisi

strutturale, è molto importante definire correttamente i dati per il calcolo della tensione di delaminazione, che rappresenta la tensione ultima di calcolo del rinforzo: dal punto di vista operativo, è inutile utilizzare rinforzi ad altissima resistenza quando questi sono fortemente penalizzati dalla scarsa resistenza al distacco dovuta all'incollaggio su un materiale quale la muratura. Dal punto di vista del calcolo delle caratteristiche di resistenza, utilizzare la formula generica fornita dalla Linee Guida del 2009 porta a tensioni di delaminazione notevolmente inferiori a quelle di rottura, e quindi a un dominio di resistenza non tanto diverso da quello dell'elemento non rinforzato: si ricorda però che nelle Istruzioni CNR (CNR-DT 200/2004), dalle quali queste Linee Guida sono originate, si afferma che "quando si faccia ricorso a particolari dispositivi di ancoraggio, la forza massima di ancoraggio deve essere valutata mediante apposite indagini sperimentali", per cui nel pannello di inserimento dati per il calcolo della delaminazione, è consentito anche definire la tensione di distacco di calcolo direttamente come percentuale di quella di rottura.

6.7 I MODELLI A GUSCIO

Ricordiamo che in DOLMEN sono implementati elementi finiti di tipo "guscio", con comportamento sia a piastra che a membrana: questi elementi sono utilizzabili nel contesto delle murature per modellare e verificare strutture di tipo diverso dalla comune scatola muraria schematizzabile a telaio equivalente.

Inoltre, nel menù **"*Struttura → Gusci → Gestione spessori*"** sono presenti svariati comandi per generazione automatica di mesh di vario tipo: in particolare, volendo modellare delle volte, converrà utilizzare il comando **"*Genera mesh per volta*"**: inserendo i 9 punti su cui poggia la volta e i relativi dislivelli il modello della volta viene generato in automatico.

Si consiglia peraltro di non inserire la volta o le volte così modellate all'interno di un modello complessivo a telaio equivalente, ma di considerarle come un particolare costruttivo, da studiare separatamente con un modello dedicato ; ai fini del modello tridimensionale dell'intero complesso è sufficiente inserire i carichi statici portati dalle volte direttamente sui cordoli del telaio.

La verifica di elementi murari discretizzati con gusci viene effettuata con il comando **"*Murature → Verifica murature → Verifica modelli a guscio*"**. La verifica si basa sull'ipotesi che il materiale abbia un diagramma sforzi-deformazioni di tipo elasto-plastico, con pendenze e valori allo snervamento differenti fra il tratto in compressione e quello in trazione: viene quindi effettuata col porre un limite alla tensioni principali superiori ed inferiori, ovviamente diverso per trazioni e compressioni. Il coefficiente di sicurezza che ne deriva è semplicemente il minore dei rapporti fra il limite ipotizzato e la tensione principale.

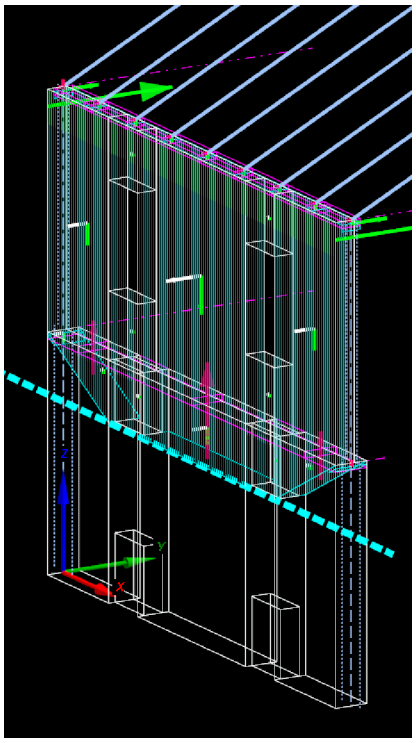
6.8 I MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO

Quando effettuiamo le usuali verifiche del cap.7 delle NTC stiamo ipotizzando che la scatola muraria funzioni correttamente come tale, ovvero che siano soddisfatte le ipotesi di orizzontamenti schematizzabili come piano rigido, che sia stata realizzata un'adeguata cucitura con cordoli etc., e che quindi i singoli pannelli lavorino correttamente nel loro piano.

Tuttavia, in presenza di particolari condizioni, e quindi nelle murature esistenti (perché si suppone che quelle nuove siano costruite secondo le richieste di normativa), questo funzionamento non è garantito, e le forze di inerzia orizzontali legate al sisma possono essere causa di rotture per meccanismi dovuti a una errata realizzazione della scatola muraria. Il/i meccanismo/i di rottura verso i quali verificare la struttura vanno individuati sulla base di un esame della situazione: non possono essere suggeriti dal software sulla base del modello. Il riconoscimento delle condizioni che predispongono all'attivazione di meccanismi locali di danno e di collasso e quindi la valutazione delle analisi cinematiche da eseguire nasce da un attento esame della struttura.

In queste verifiche locali, oggetto della verifica è una porzione isolata della struttura, individuata sulla base di sconnessioni, presenti o potenziali. Dall'edificio viene quindi isolata una porzione di solido di muratura portante, considerato come ***corpo rigido*** per il quale studiare quale moltiplicatore delle forze inerziali attiva il ***meccanismo di collasso*** ipotizzato: questo moltiplicatore viene confrontato con quello dovuto all'azione sismica.

Dall'ambiente grafico tridimensionale, nel quale la struttura è stata descritta per essere verificata come scatola muraria, con il comando "***Murature → Meccanismi di collasso locali ...***" si accede all'ambiente di verifica di questi cinematismi : il comando richiede di selezionare un punto, che ha il compito di individuare il lato esterno della facciata, ovvero la direzione delle forze d'inerzia conseguenti al sisma, e successivamente un sottoinsieme di interpiani (in quanto lo studio del cinematismo si concentrerà solo su una parte della struttura).

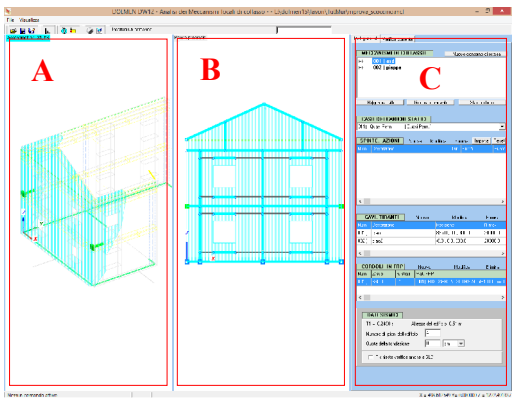


Nell'ambiente di verifica dei cinematismi verranno poi individuati, all'interno della porzione di struttura importata, dei corpi rigidi definiti ritagliando dei ***contorni di rottura***. Nell'analisi, si considererà nulla la resistenza a trazione della muratura, e infinita la resistenza a compressione della stessa. I corpi rigidi così definiti potranno ruotare o scorrere fra loro, secondo il meccanismo di verifica impostato. Per ogni meccanismo verrà valutato, applicando il Principio dei Lavori Virtuali, il ***moltiplicatore dei carichi*** λ che ne comporta l'attivazione.

Per poter valutare questo moltiplicatore il programma applicherà ai corpi rigidi oggetto di valutazione le azioni esercitate su essi, ovvero :

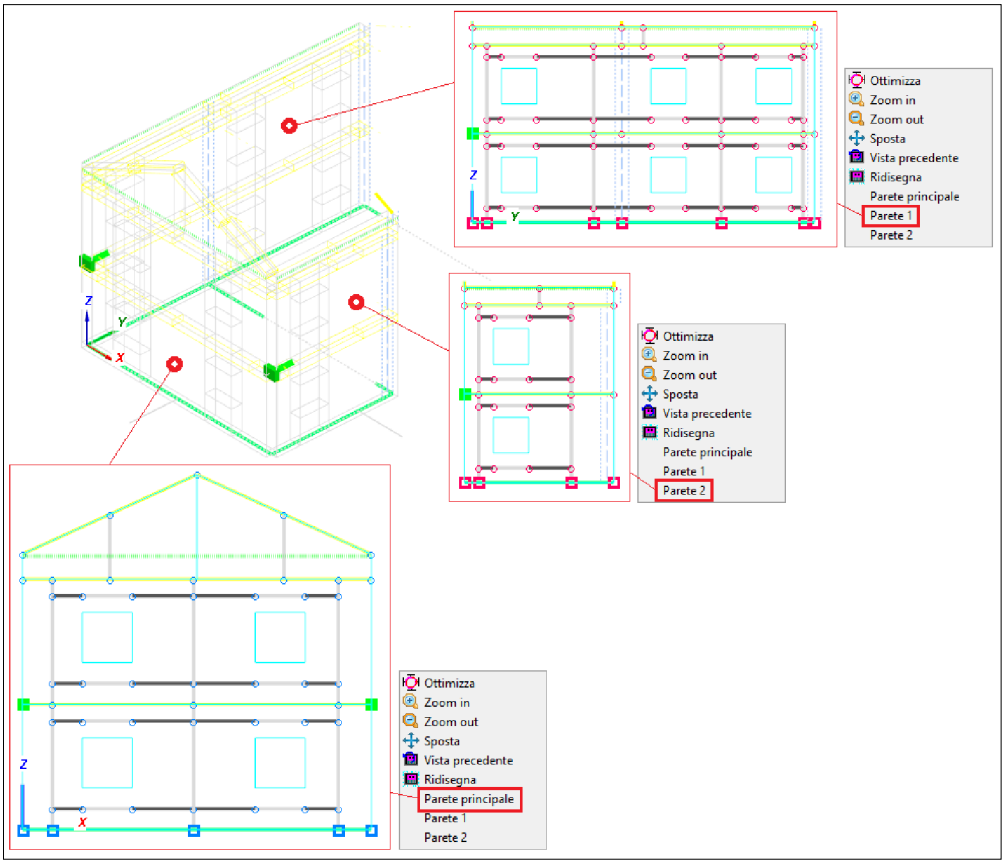
- i pesi propri dei blocchi, applicati nei rispettivi baricentri
- i carichi verticali portati dagli stessi (pesi della struttura sovrastante e carichi applicati agli elementi costituenti i blocchi, quali ad esempio carichi di solaio, carichi su asta, spinte delle volte)
- un sistema di forze orizzontali, proporzionale ai carichi verticali portati, rappresentanti le inerzie dovute al sisma, con massimo coeff. di proporzionalità l'incognita λ della verifica

Questi carichi verranno generati in automatico una volta individuati i solidi di rottura, sulla base delle informazioni desunte dall'ambiente grafico, e potranno essere integrati in questo ambiente con ulteriori carichi o con rinforzi.

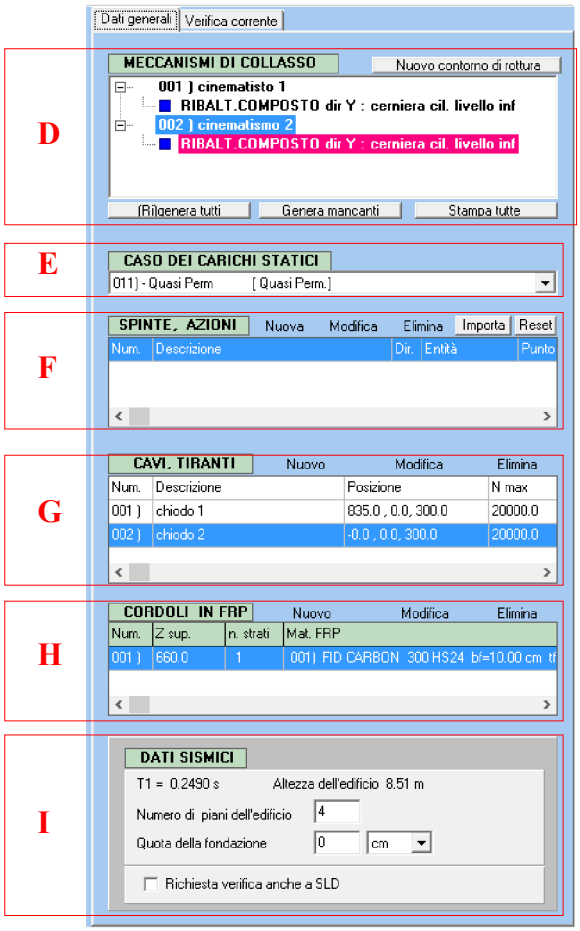


L'ambiente di lavoro del modulo per la verifica dei cinematismi di collasso si presenta costituito di due viste della struttura(**A-B**) e di un pannello dati (**C**). La vista assonometrica (**A**) rappresenta gli ingombri solidi della parte di struttura oggetto di verifica, ed ha più che altro un compito puramente esplicativo. L'altra vista è una vista piana (**B**), che coincide con il piano medio di una parete, ed è la vista di lavoro, nella quale viene ritagliato il contorno del solido di rottura. Gli interpiani selezionati potrebbero non essere complanari e quindi appartenenti ad una, due o al più tre pareti : il programma interpreta una di esse come ***parete principale*** (quella più "centrale"): il menù del tasto destro del mouse consente di passare dall'una all'altra parete. N.B.: L'asse **Y** verde è sempre diretto verso l'interno della struttura.

Quando il pannello dati è in modalità "Dati generali", il tasto "***Nuovo contorno di rottura***" chiede dapprima una descrizione del solido (che servirà poi ad individuarlo in relazione di calcolo) e successivamente di ritagliarne il contorno nella finestra. I contorni devono essere creati nella finestra piana (**B**) e devono rappresentare un poligono chiuso. Nel caso di creazione di contorno intersecante più pareti non complanari (ad es. ribaltamento composto, distacco di cantonale, ecc.) occorre lavorare su più piani passando dall'uno all'altro tramite il click destro del mouse per creare una poligonale tridimensionale rappresentante il possibile cinematismo.



Cliccando col tasto destro su un contorno nell'elenco **"MECCANISMI DI COLLASSO"** (**D**), la voce di menù ***"Nuova verifica"*** consente di richiedere una verifica da effettuarsi sul solido così definito. Se la geometria degli interpiani selezionati lo consente, il programma propone già in automatico dei contorni di rottura sulla parete principale, utilizzabili o cancellabili a cura dell'utente.



Il programma richiede inoltre all'utente di individuare un caso di carico, detto **CASO DEI CARICHI STATICI** (**E**), che utilizzerà per generare le azioni applicate al solido di verifica. I corpi rigidi saranno quindi soggetti ai carichi ad essi applicati nell'ambiente grafico nelle condizioni che compongono il caso dei carichi statici, con i rispettivi coefficienti con i quali le condizioni entrano a comporre il caso. Inoltre, il contorno intercetterà altri elementi strutturali e con essi le loro azioni sul solido di rottura, ricavate dalle loro sollecitazioni nel caso statico .

Alle informazioni generate in automatico l'utente potrà aggiungere delle **"SPINTE od AZIONI"** (**F**), vale a dire delle forze definite direttamente tramite intensità, direzione, verso e punto di applicazione, oppure importate in quanto reazioni vincolari di altri lavori : caso tipico potrebbe essere ad es. quello delle spinte generate da una volta schematizzata tramite elementi guscio in altro lavoro.

Altri elementi che influenzano pesantemente questo tipo di verifiche, sono eventuali **"CAVI o TIRANTI"** e i **"CORDOLI in FRP"** (**G-H**): questi ultimi, nel caso di cerchiatura completa con adeguata sovrapposizione **[CNR DT 200 R1 / 2013]**, possono intervenire sino al limite della loro tensione di rottura, ben maggiore del limite della tensione di delaminazione, ovvero del limite correlato al distacco dal supporto.

Nella parte inferiore (**I**) della pagina dei **"Dati generali"** sono riportati i valori necessari a calcolare la domanda sismica : questi valori vengono semplicemente letti dai dati sismici della struttura globale, tranne il numero di piani, che il programma cerca di stimare sulla base delle geometrie, ma rimane comunque un dato modificabile dall'utente.

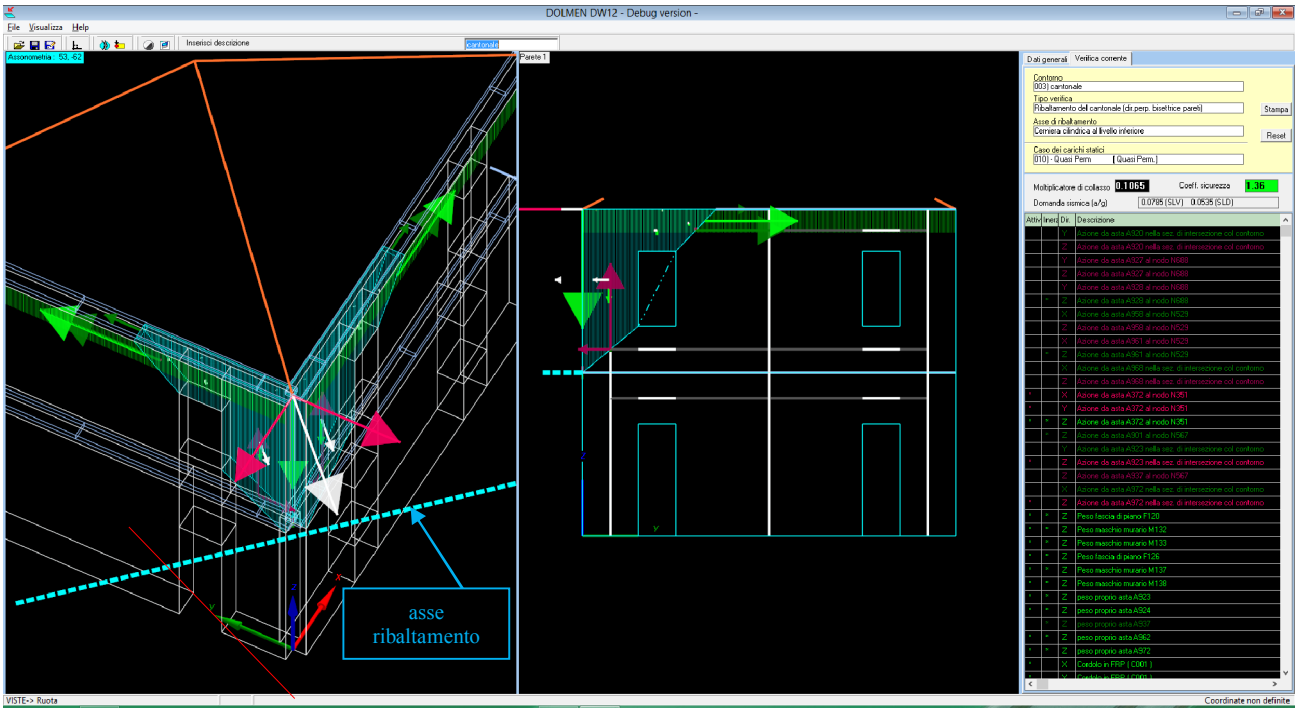
Se nel campo **"MECCANISMI DI COLLASSO"** è stata evidenziata una delle verifiche, questa diventa la ***verifica corrente***, e diventa possibile cambiare pagina nel pannello dati e passare a quella della **"Verifica corrente"**.

A seconda della pagina attiva nel pannello dati cambiano le informazioni presentate dalle viste strutturali : quando si sta lavorando sulla singola verifica corrente, le viste del solido mostrano anche l'asse o gli assi di rotazione del cinematismo, e le azioni agenti sul corpo rigido oggetto di verifica. Buona parte di queste azioni è desunta dall'ambiente di analisi sollecitazioni, come carichi agenti sul solido nelle condizioni che concorrono a formare il caso dei carichi statici, o come azioni dal resto della struttura nella zona di frattura, ovvero sul confine del solido. Le azioni, sia nelle viste grafiche che nella tabella numerica, sono colorate con colori diversi a seconda che siano a favore (verde) o a sfavore (rosso) di stabilità, o in color seppia quelle che non hanno influenza sulla verifica.

Ovviamente il programma propone delle azioni, che l'utente potrà a suo piacimento attivare o disattivare, a seconda del significato che ad esse attribuisce. ad es. il programma propone come ***attive***, cioè da utilizzarsi nei calcoli di verifica, le azioni provenienti dalle aste sovrastanti il solido di rottura, perché immagina che riassumano l'azione dei carichi sovrastanti, mentre propone come ***disattive*** ad es. le azioni di aste interpretabili come cordoli intercettate dal contorno, poiché immagina che la frattura non consenta la trasmissione di queste azioni. Le azioni segnalate come disattive non verranno citate nella relazione di calcolo. Il menù che consente di attivare/disattivare/evidenziare le singole azioni viene attivato dal tasto destro del mouse sulla tabella numerica dei contributi.

Nel generare le azioni, quelle dirette secondo la direzione $Z_{globale}$ negativa vengono interpretate come ***inerziali***, cioè da utilizzarsi (se attive) nella generazione del sistema di forze orizzontali dovute al sisma : nelle viste strutturali e nella tabella numerica le forze d'inerzia, definite a meno di un moltiplicatore, sono rappresentate in bianco. E' comunque possibile disattivare, mediante il tasto destro del mouse, il fatto che un'azione sia da considerarsi inerziale.

Dal momento che i possibili meccanismi di collasso sono strettamente collegati alle caratteristiche di realizzazione dell'edificio analizzato, alle reali condizioni di vincolo della parete o delle pareti interessate dal meccanismo, all'esistenza di eventuali carenze costruttive, ed ipotizzati anche sulla base di eventuali quadri fessurativi, la tabella delle azioni proposte dal programma potrebbe molto probabilmente richiedere modifiche o integrazioni da parte dell'utente. Le tabelle, una volta costruite e modificate, possono quindi essere salvate, insieme ai meccanismi di collasso e ai contorni definiti, tramite i comandi ***"File→ Salva progetto"*** (che salva il progetto col nome di default ***murcin.mcl***) e ***"File→Salva progetto con nome . . ."*** : il programma stesso può essere lanciato direttamente dal menù generale di DOLMEN, allo scopo di riaprire un progetto già iniziato.
Il tasto "**(Ri)calcola tutti**" nella pagina **"Dati generali"** del pannello dati e il tasto "**Reset**" nella pagina **"Verifica corrente**" rigenerano tutte le verifiche o solo quella corrente, a partire dalla rilettura del file struttura e delle sollecitazioni e carichi sulla struttura stessa



A seconda della pagina attiva nel pannello dati cambia anche il tipo di stampa della verifica : se la pagina attiva è quella della verifica corrente, la stampa viene interpretata come una stampa di lavoro, e

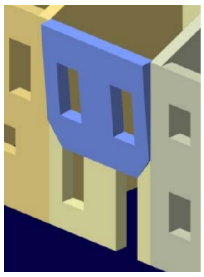
riporta tutte le azioni, attive e disattive, con i loro possibili contributi : nella pagina dei dati dati generali invece è possibile stampare tutte le verifiche, e le azioni stampate saranno solo quelle attive.

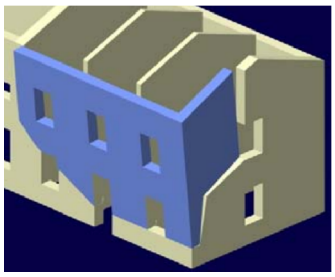
Il moltiplicatore λ delle forze d'inerzia che attiva il meccanismo di collasso dovrà essere confrontato con l'accelerazione dovuta al sisma, ovvero con la domanda sismica : se il moltiplicatore calcolato è negativo, significa che le azioni ribaltanti sono maggiori di quelle stabilizzanti già in assenza di sisma.

Fondamentale è l'individuazione del possibile meccanismo di collasso da verificare, derivante dall'analisi delle possibili sconnessioni, dalla disposizione dei carichi agenti, e in generale dal riconoscimento di carenze strutturali in seguito ad un rilievo della struttura. DOLMEN riconosce cinque categorie di possibili meccanismi di collasso, ovvero di modelli cinematici per l'analisi

6.8.1 RIBALTAMENTO SEMPLICE o COMPOSTO

In assenza di cordoli o catene ai piani, e soprattutto in assenza di collegamento alle pareti ortogonali, o in presenza di lesioni nelle pareti ortogonali, e/o di spinte non contrastate sulla parete, potrebbe attivarsi un meccanismo di ribaltamento, semplice o composto. Il meccanismo consiste di una rotazione rigida di porzioni di parete, o dell'intera parete, attorno ad una cerniera cilindrica orizzontale posta alla base del solido interessato dal cinematismo.



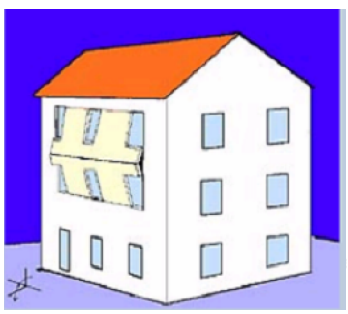


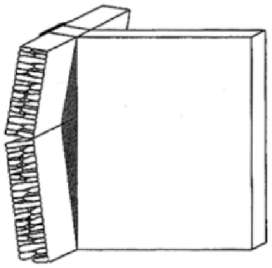
Se al ribaltamento della parete, o di porzione di essa, si accompagna il trascinamento di parte delle pareti di spina (cioè se il contorno di rottura non giace tutto su uno stesso piano), siamo in presenza di un ribaltamento composto.

In ambedue i casi il PdLV si traduce in una semplice equazione di equilibrio al ribaltamento nella direzione ortogonale alla parete principale, con incognita il coefficiente moltiplicatore delle forze d'inerzia : per DOLMEN vengono unificati nella categoria del ribaltamento composto anche i meccanismi classificati nelle schede *reluis* come ribaltamento composto di cuneo diagonale e a doppia diagonale, dato che la parte di contorno sulle pareti di controvento può avere forma qualsiasi

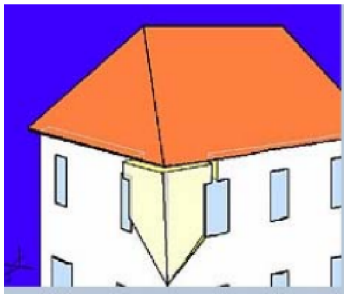
6.8.2 FLESSIONE VERTICALE DI PARETE

Questo cinematismo si può manifestare se la tesa muraria risulta trattenuta agli estremi mediante efficaci vincoli di connessione con gli orizzontamenti, e riceve delle spinte orizzontali localizzate : se il collegamento alle pareti ortogonali è carente, si crea una cerniera cilindrica orizzontale che divide la parete in due blocchi: in questo caso l'utente disegnerà il contorno del solido di rottura, ed assegnerà la quota della cerniera cilindrica di separazione dei due blocchi





6.8.3 RIBALTAMENTO DEL CANTONALE

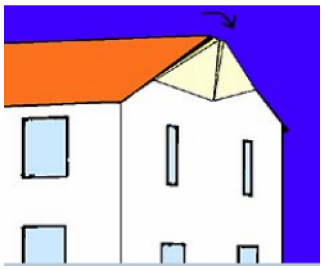


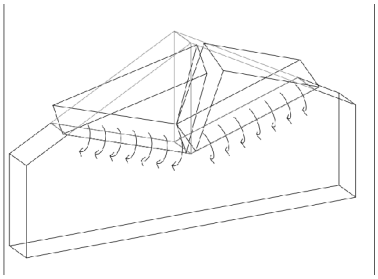


Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di un cuneo di distacco, delimitato da superfici di frattura ad andamento diagonale nelle pareti concorrenti all'angolo, rispetto ad una cerniera posta alla base del solido.
Questo meccanismo è tipico di edifici in cui siano presenti spinte concentrate in testa ai cantonali dovute ai carichi trasmessi da tetti a padiglione.
Si ammette in generale che il ribaltamento possa avere per direzione la componente orizzontale della spinta del puntone : per questo motivo il software propone la scelta fra tre opzioni :

- ribaltamento secondo direzione asta : la direzione del ribaltamento diventa la componente orizzontale della direzione dell'asta
- ribaltamento secondo la bisettrice pareti . in generale i puntoni dei tetti a padiglione hanno più o meno questa direzione : questa opzione è pensata per il caso in nel modello FEM non sia presente un'asta alla quale associare la direzione del ribaltamento
- ribaltamento secondo gli assi coordinati : l'opzione è aggiunta per completezza

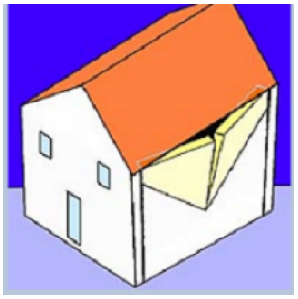
6.8.4 RIBALTAMENTO DEL TIMPANO





Questo tipo di cinematismo è in genere provocato dall'azione ciclica di martellamento della trave di colmo della copertura. La presenza di travi di colmo di notevoli dimensioni diventa in fase sismica causa di spinte elevate, che possono determinare il distacco di elementi cuneiformi : questi macroelementi tenderanno a ruotare ciascuno attorno ad un asse costituito da una cerniera cilindrica obliqua, scorrendo nel contempo verso l'alto lungo gli assi. DOLMEN suddivide in due elementi il contorno globale di rottura definito dall'utente secondo un asse dal vertice inferiore al vertice superiore del contorno.

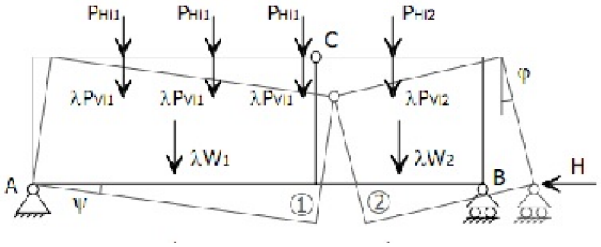
6.8.5 FLESSIONE ORIZZONTALE NON EFFICACEMENTE CONFINATA





In generale, il meccanismo di flessione orizzontale si manifesta in pareti vincolate a muri ortogonali, solitamente in presenza di coperture spingenti e mal collegate in sommità,, e si traduce nella formazione di cunei di distacco che ruotano rigidamente intorno a cerniere cilindriche.
Se la parete di facciata non risulta efficacemente confinata nei confronti degli spostamenti nel suo piano (ad es. perché appartiene ad edifici isolati o d'angolo) l'allontanamento dei muri di controvento determina un'instabilità che porta ad una rotazione di due macroelementi attorno a cerniere cilindriche pressochè verticali poste agli estremi dei macroelementi.

DOLMEN suddivide in due elementi il contorno globale di rottura, tagliandolo con una retta verticale passante per un'ascissa definita dall'utente.



Lo schema statico del PdLV diventa così (visto dall'alto) uno schema cerniera-carrello, ove il carrello è rappresentativo dell'insufficiente confinamento offerto dai muri di controvento. Per poter valutare la forza limite H rappresentativa della resistenza offerta dalla parete di controvento, il programma chiede quale parete pensare come carrello, quale lunghezza della parete di controvento (solitamente un metro) è chiamata a sopportare la spinta, nonché l'altezza della parete di controvento (che dipende dalla quota alla quale si pensa vincolata questa parete, cioè la quota a partire dalla quale la parete di controvento potrebbe ribaltarsi)
Le tabelle numeriche presentate sono due : la prima è relativa al calcolo della forza limite H (da equilibrio al ribaltamento della parete di controvento in presenza di sisma ortogonale alla sola parete principale, e quindi senza inerzie), la seconda è la vera e propria tabella relativa al calcolo del cinematismo. Aprendo il menù di tasto destro su una delle due tabelle, la si rende la tabella corrente : nelle viste vengono rappresentati le azioni e il solido della tabella corrente

CAPITOLO 7

LEGNO

INDICE

7.1 INTRODUZIONE 3

7.2 UTILIZZO DEL PROGRAMMA 4

7.2 - 1: ASTE DA VERIFICARE 4
7.2 - 2: DATI MATERIALE 5
7.2 - 3. NOME FILE DI OUTPUT 6
7.2 - 4: CARICHI 7
7.2 - 5: CALCOLO E CHIUSURA 9
7.3 CONVENZIONI 10
7.4 PARAMETRI D'INSTABILITA' 10
7.5 RISULTATI A VIDEO 11

7.1 INTRODUZIONE

Premendo il tasto del menu principale “LEGNO → VERIFICA ASTE” (vedi Figura 1) o del CAD 3D Struttura (vedi Figura 2), si apre una finestra che permette di selezionare le aste da sottoporre a verifica e di scegliere le caratteristiche dei materiali. Il modulo DW18 verifica le aste secondo le sollecitazioni calcolate nel CAD 3D Struttura, tiene in conto i casi di carico significativi, considera l’effetto della durata dei carichi e valuta tutte le possibili instabilità delle aste secondo quanto richiesto dall’Eurocodice 5 (UNI EN 1995-1-1) e dalle NTC 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008).

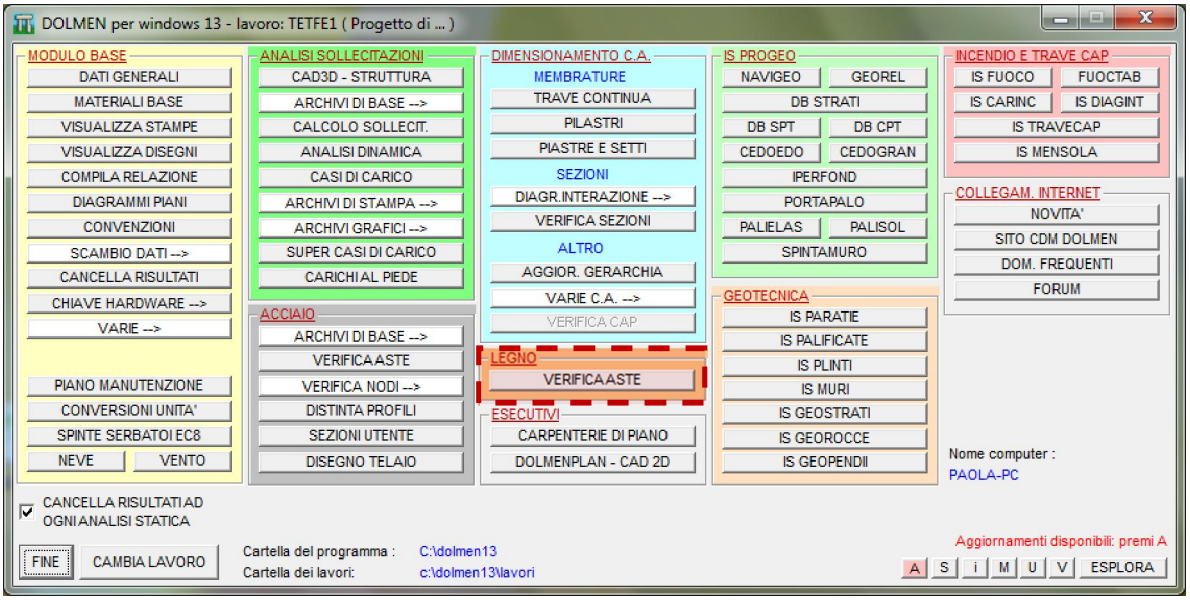


Figura 1 Pannello principale DOLMEN - Verifica aste in legno

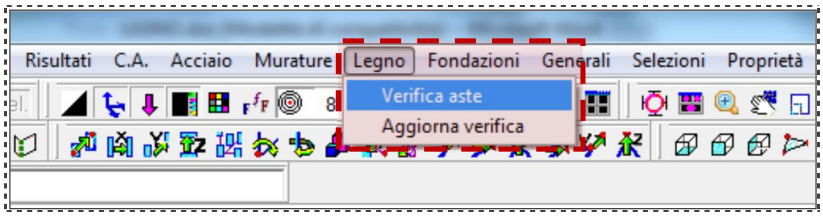
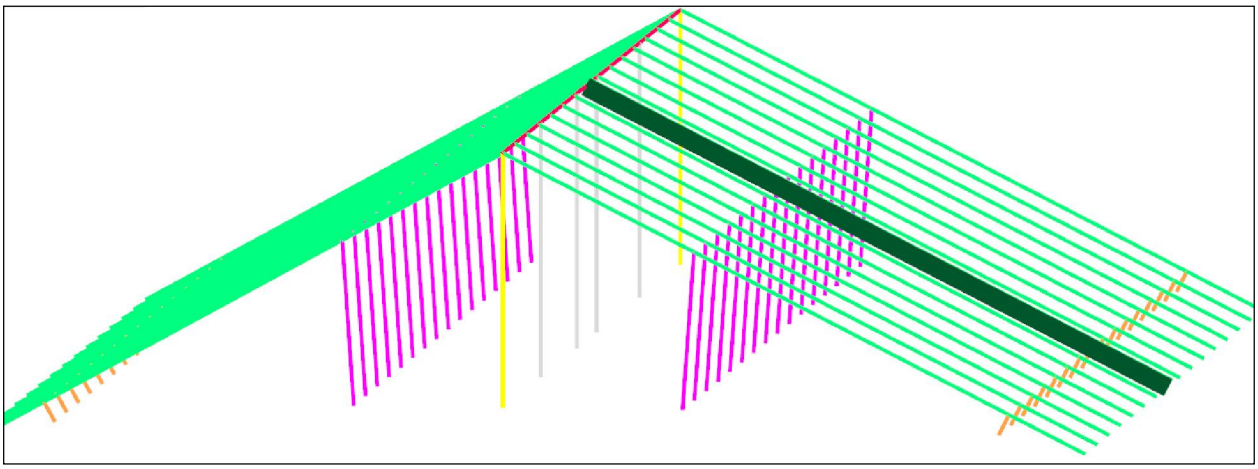


Figura 2 CAD 3D Struttura - Verifica aste in legno



7.2 UTILIZZO DEL PROGRAMMA

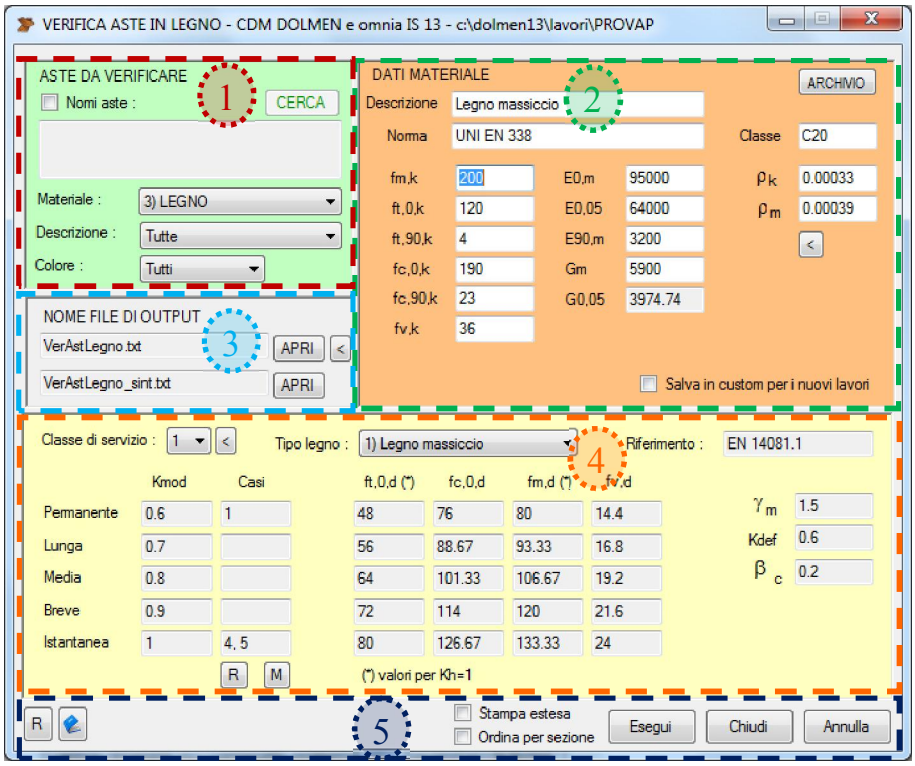


Figura 3 Pannello principale DW18

7.2 - 1: ASTE DA VERIFICARE

Le aste possono essere selezionate per nome "Nomi aste", materiale, descrizione e colore, il risultato finale sarà dato dall'intersezione di questi quattro parametri di scelta. Se non si vogliono indicare nomi di aste particolari occorre togliere la selezione da "Nomi aste", mentre se si vogliono scegliere tutti i materiali bisogna scegliere "Tutti" dalla casella di scelta a discesa "Materiale", se non si vogliono indicare schede di descrizione particolari, si deve indicare "Tutte" nella casella di scelta a discesa "Descrizione" e, infine, "Tutti" consentirà di avere tutti i colori disponibili.

Il tasto "CERCA", attivo se è selezionato "Nomi aste", consente di vedere le aste che saranno oggetto di verifica o di scegliere, direttamente da un'immagine del modello, le aste volute.

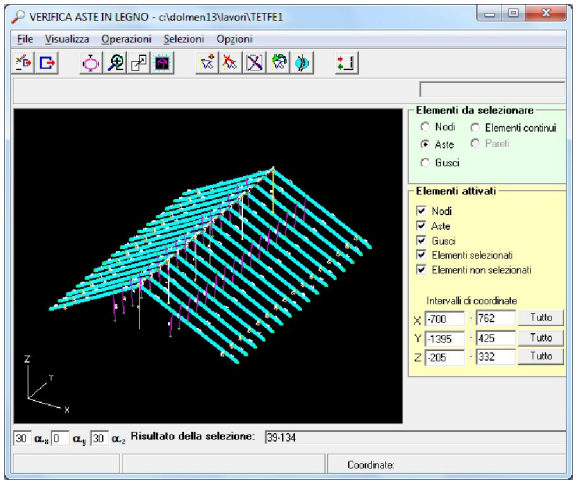


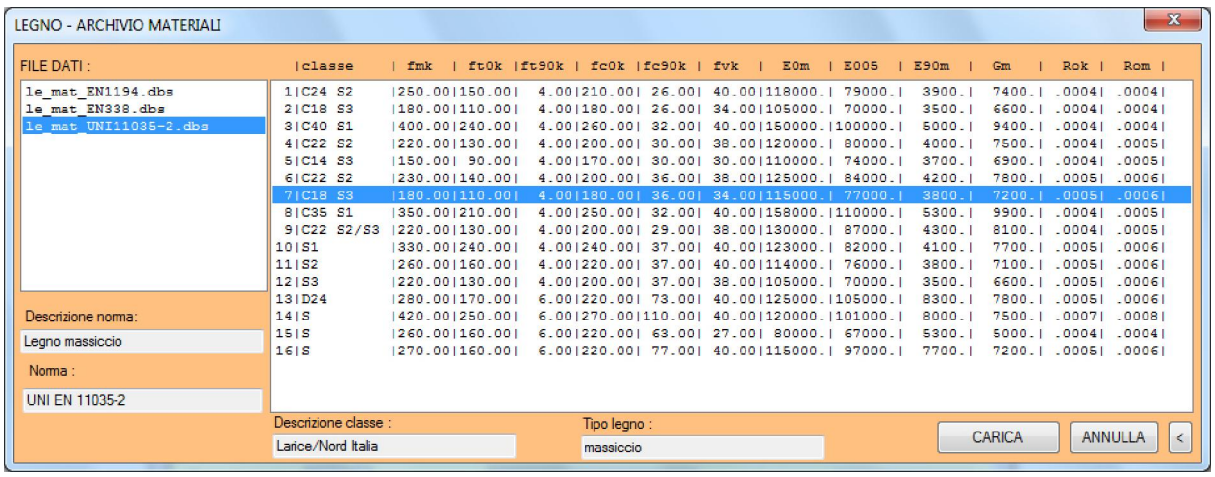
Figura 4 Ricerca delle aste

7.2 - 2: DATI MATERIALE

In questa sezione si impostano le caratteristiche dei materiali secondo quanto previsto dal Capitolo 11 delle NTC 2008, in particolare i dati richiesti sono:

- Flessione $f_{m,k}$
- Trazione parallela $f_{t,0,k}$
- Trazione perpendicolare $f_{t,90,k}$
- Compressione parallela $f_{c,0,k}$
- Compressione perpendicolare $f_{c,90,k}$
- Taglio $f_{v,k}$
- Modulo elastico parallelo medio $E_{0,mean}$
- Modulo elastico parallelo caratteristico $E_{0,05}$
- Modulo elastico perpendicolare medio $E_{90,mean}$
- Modulo elastico tangenziale medio G_{mean}
- Massa volumica caratteristica ρ_k
- Massa volumica media ρ_{mean}

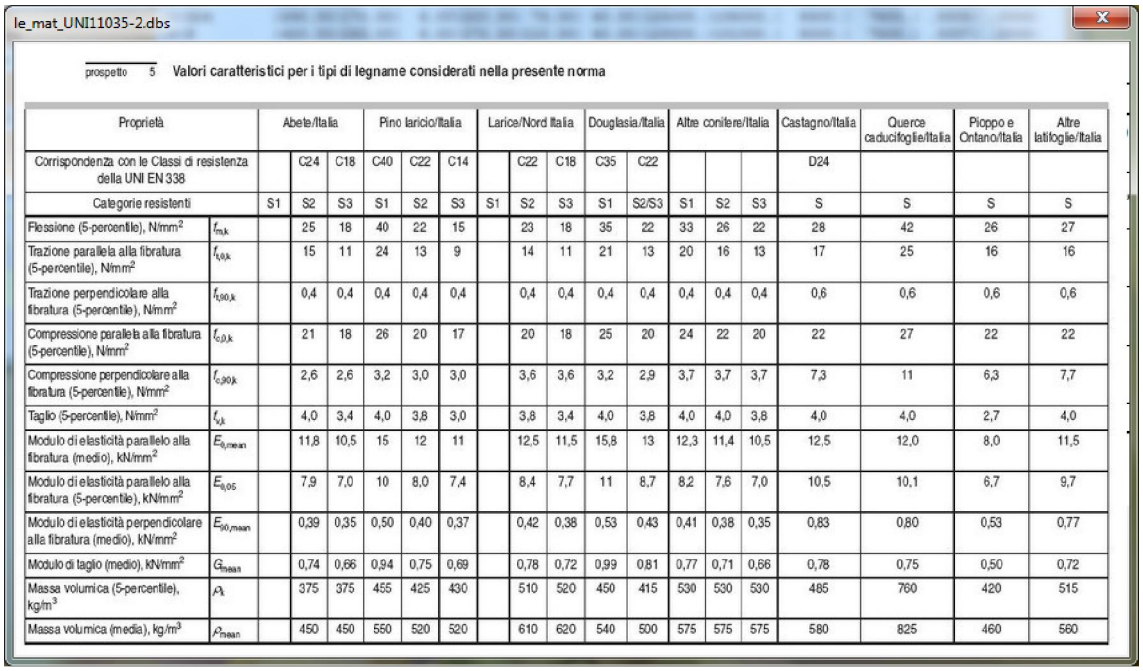
L'utente può inserire i dati nelle caselle di richiesta oppure richiamare quelli presenti nel programma tratti dalle attuali Normative (UNI EN 1194, UNI EN 338, UNI 11035-2, …) tramite il tasto "ARCHIVIO".



	classe	fmk	ft0k	ft90k	fc0k	fc90k	fvk	E0m	E005	E90m	Gm	Rok	Rom
1	C24 S2	250.00	150.00	4.00	210.00	26.00	40.00	118000.	79000.	3900.	7400.	.0004	.0004
2	C18 S3	180.00	110.00	4.00	180.00	26.00	34.00	105000.	70000.	3500.	6600.	.0004	.0004
3	C40 S1	400.00	240.00	4.00	260.00	32.00	40.00	150000.	100000.	5000.	9400.	.0004	.0004
4	C22 S2	220.00	130.00	4.00	200.00	30.00	38.00	120000.	80000.	4000.	7500.	.0004	.0005
5	C14 S3	150.00	90.00	4.00	170.00	30.00	30.00	110000.	74000.	3700.	6900.	.0004	.0005
6	C22 S2	230.00	140.00	4.00	200.00	36.00	38.00	125000.	84000.	4200.	7800.	.0005	.0006
7	C18 S3	180.00	110.00	4.00	180.00	36.00	34.00	115000.	77000.	3800.	7200.	.0005	.0006
8	C35 S1	350.00	210.00	4.00	250.00	32.00	40.00	158000.	110000.	5300.	9900.	.0004	.0005
9	C22 S2/S3	220.00	130.00	4.00	200.00	29.00	38.00	130000.	87000.	4300.	8100.	.0004	.0005
10	S1	330.00	240.00	4.00	240.00	37.00	40.00	123000.	82000.	4100.	7700.	.0005	.0006
11	S2	260.00	160.00	4.00	220.00	37.00	40.00	114000.	76000.	3800.	7100.	.0005	.0006
12	S3	220.00	130.00	4.00	200.00	37.00	38.00	105000.	70000.	3500.	6600.	.0005	.0006
13	D24	280.00	170.00	6.00	220.00	73.00	40.00	125000.	105000.	8300.	7800.	.0005	.0006
14	S	420.00	250.00	6.00	270.00	110.00	40.00	120000.	101000.	8000.	7500.	.0007	.0008
15	S	260.00	160.00	6.00	220.00	63.00	27.00	80000.	67000.	5300.	5000.	.0004	.0004
16	S	270.00	160.00	6.00	220.00	77.00	40.00	116000.	97000.	7700.	7200.	.0005	.0006

Figura 5 Archivio materiali

Selezionando la Normativa nella colonna "File dati", si hanno i valori corrispondenti dei parametri nella tabella situata nella parte destra della finestra (vedi Figura 5). Per confermare la scelta fatta occorre cliccare il tasto "CARICA" e si avrà il legno voluto nel pannello principale del modulo DW18. Il tasto "<" consente di vedere l'estratto di Normativa da cui sono stati tratti i valori.



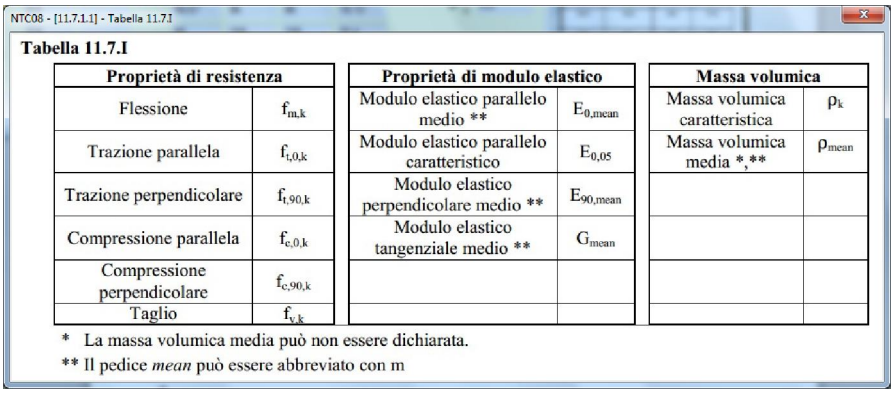
le_mat_UNI11035-2.dbs

prospetto 5 Valori caratteristici per i tipi di legname considerati nella presente norma

Proprietà		Abete/Italia			Pino laricio/Italia			Larice/Nord Italia			Douglasia/Italia		Altre conifere/Italia			Castagno/Italia	Querce caducifoglie/Italia	Pioppo e Ontano/Italia	Altre latifoglie/Italia
Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338			C24	C18	C40	C22	C14		C22	C18	C35	C22				D24			
Categorie resistenti		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Flessione (5-percentile), N/mm²	$f_{m,k}$		25	18	40	22	15		23	18	35	22	33	26	22	28	42	26	27
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm²	$f_{t,0,k}$		15	11	24	13	9		14	11	21	13	20	16	13	17	25	16	16
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm²	$f_{t,90,k}$		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm²	$f_{c,0,k}$		21	18	26	20	17		20	18	25	20	24	22	20	22	27	22	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm²	$f_{c,90,k}$		2,6	2,6	3,2	3,0	3,0		3,6	3,6	3,2	2,9	3,7	3,7	3,7	7,3	11	6,3	7,7
Taglio (5-percentile), N/mm²	$f_{v,k}$		4,0	3,4	4,0	3,8	3,0		3,8	3,4	4,0	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	4,0	2,7	4,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm²	$E_{0,mean}$		11,8	10,5	15	12	11		12,5	11,5	15,8	13	12,3	11,4	10,5	12,5	12,0	8,0	11,5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm²	$E_{0,05}$		7,9	7,0	10	8,0	7,4		8,4	7,7	11	8,7	8,2	7,6	7,0	10,5	10,1	6,7	9,7
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm²	$E_{90,mean}$		0,39	0,35	0,50	0,40	0,37		0,42	0,38	0,53	0,43	0,41	0,38	0,35	0,83	0,80	0,53	0,77
Modulo di taglio (medio), kN/mm²	G_{mean}		0,74	0,66	0,94	0,75	0,69		0,78	0,72	0,99	0,81	0,77	0,71	0,66	0,78	0,75	0,50	0,72
Massa volumica (5-percentile), kg/m³	ρ_k		375	375	455	425	430		510	520	450	415	530	530	530	485	760	420	515
Massa volumica (media), kg/m³	ρ_{mean}		450	450	550	520	520		610	620	540	500	575	575	575	580	825	460	560

Figura 6 Valori caratteristici da UNI11035-2

Il tasto "<" del menu principale, sempre nella parte 2, consente di visualizzare le caratteristiche dei materiali richieste dalle NTC 2008 al Capitolo 11.



NTC08 - [11.7.1.1] - Tabella 11.7.I

Tabella 11.7.I

Proprietà di resistenza		Proprietà di modulo elastico		Massa volumica	
Flessione	$f_{m,k}$	Modulo elastico parallelo medio **	$E_{0,mean}$	Massa volumica caratteristica	ρ_k
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	Massa volumica media *,**	ρ_{mean}
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	Modulo elastico perpendicolare medio **	$E_{90,mean}$		
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	Modulo elastico tangenziale medio **	G_{mean}		
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$				
Taglio	$f_{v,k}$				

* La massa volumica media può non essere dichiarata.

** Il pedice *mean* può essere abbreviato con m

Figura 7 Proprietà richieste da NTC 2008

Spuntando la voce "Salva in custom per nuovi lavori" il programma salva tutti i parametri dei materiali inseriti della zona 2 del pannello principale e li rende disponibili per prossimi file in nuove cartelle di lavoro.

7.2 - 3. NOME FILE DI OUTPUT

Al termine del calcolo il DW18 genera il file VerAstLegno.txt, nel quale è contenuta la relazione di calcolo, questa potrà essere in formato completo (vedi Figura 8) o in formato ridotto.

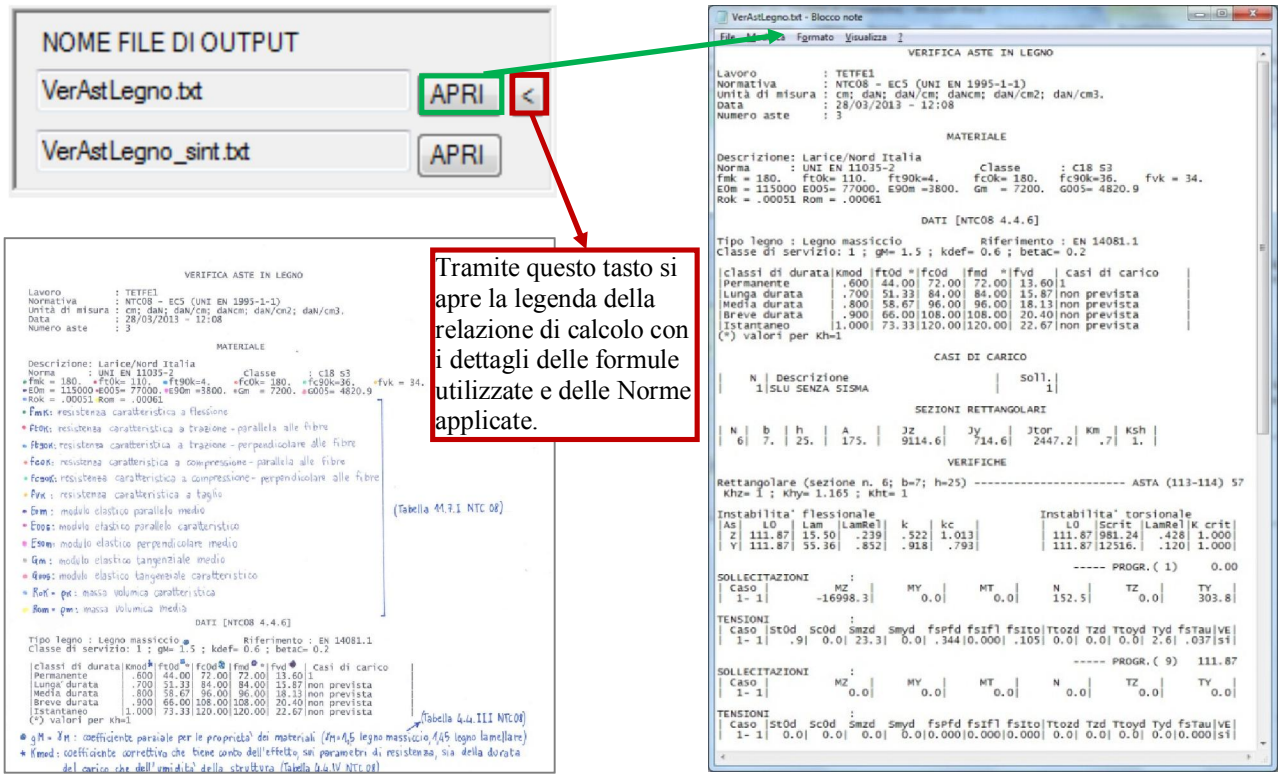


Figura 8 Legenda relazione di calcolo e relazione di calcolo

Nella relazione di calcolo completa sono riportate le proprietà di resistenza, di modulo elastico e di massa volumica, le caratteristiche delle sezioni, i calcoli per l'instabilità flessionale e torsionale, le sollecitazioni (con tutti i casi di carico se si sceglie "Stampa estesa" con i casi più gravosi se non si spunta "Stampa estesa" nella parte inferiore del pannello principale) e le verifiche tensionali. I calcoli sono condotte secondo quanto richiesto dalle NTC 2008 e dall'Eurocodice 5.

La relazione di calcolo sintetica riporta i soli valori dei fattori di sicurezza ottenuti, le percentuali di utilizzo del materiale e l'indicazione se l'asta o le aste sono verificate oppure no. Questo formato consente di ridurre notevolmente il quantitativo di materiale stampato.

Se la selezione delle aste da verificare è stata fatta per "Descrizione" il nome del file di output riporterà tale descrizione; in questo modo si potranno generare diversi file di relazione e di lettura dei risultati per ogni descrizione scelta, consentendo di confrontare i diversi risultati delle varie aste.

7.2 - 4: CARICHI

In questa ultima parte del pannello principale del modulo DW18 - Legno viene scelta la classe di servizio, secondo quando previsto dal Capitolo 4 delle NTC 2008, tra tre possibili che variano in funzione dell'umidità del materiale. Tramite il tasto "<", posto accanto al menu di scelta a discesa delle tre classi, apre una finestra con la tabella di Normativa (Tabella 4.4.II, vedi Figura 9).

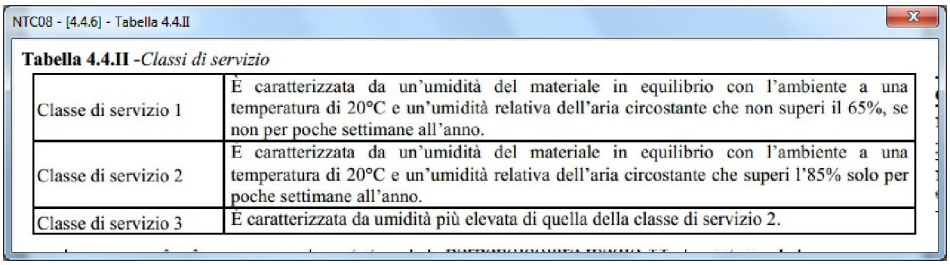

NTC08 - [4.4.6] - Tabella 4.4.II

Tabella 4.4.II -*Classi di servizio*

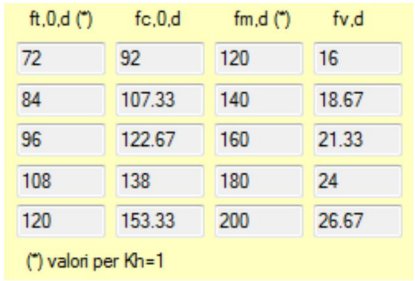
Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Figura 9 Classi di servizio

Viene poi chiesto il tipo di legno a scelta tra 1) Legno massiccio, 2) Legno lamellare incollato e 3) Altro, in base alla tipologia selezionata viene aggiornata la Normativa di riferimento. Scegliendo la voce "3) Altro" si sbloccano le tabelline e sarà quindi possibile inserire dei dati utente.



In una prima tabella ci sono i coefficienti correttivi (k_{mod}) che tengono conto dell'effetto sia sui parametri di resistenza, sia sulla durata del carico che dell'umidità della struttura (tratti dalla Tabella 4.4.IV delle NTC 2008). A ogni riga di coefficiente k_{mod} è associato il numero di caso di carico a cui questo sarà abbinato (l'utente può modificare le impostazioni di default tramite il tasto "M" posto al di sotto della tabella). Il tasto "R" resetta le impostazioni ripristinando il default.



Nella tabella in centro alla zona n. 4 sono riportati i valori di calcolo delle caratteristiche di resistenza ottenuti moltiplicando i valori caratteristici per il coefficiente correttivo k_{mod} e dividendo per il coefficiente parziale per le proprietà dei materiali (γ_M = 1,5 in caso di legno massiccio e γ_M = 1,45 in caso di legno lamellare secondo la Tabella 4.4.III delle NTC 2008).

I valori riportati sono ottenuti dalle seguenti espressioni:

$$f_{t0d} = \frac{f_{t0k}}{\gamma_M} k_{mod}$$

$$f_{c0d} = \frac{f_{c0k}}{\gamma_M} k_{mod}$$

$$f_{md} = \frac{f_{mk}}{\gamma_M} k_{mod}$$

$$f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} k_{mod}$$

Nella parte restante sono riportati tre ultimi coefficienti:

γ_M = coefficiente parziale per le proprietà dei materiali

k_{def} = coefficiente di deformabilità (da tabella 4.4.V delle NTC 2008)

β_c = coefficiente di imperfezione per l'instabilità flessionale (dal paragrafo 4.4.8.2.2 delle NTC 08)

- per legno massiccio $\beta_c = 0,2$;
- per legno lamellare $\beta_c = 0,1$.

7.2 - 5: CALCOLO E CHIUSURA

Nella parte bassa del pannello sono presenti alcuni tasti:

R: reset parametri del pannello

: apre questo manuale d'uso del programma

Stampa estesa: attiva la stampa estesa

Ordina per sezione: se selezionata la relazione di calcolo avrà le aste ordinate per tipo di sezione

Esegui: esegui il calcolo e salva le impostazioni del pannello (solo per il lavoro corrente)

Chiudi: salva le impostazioni del pannello e chiudi (solo per il lavoro corrente)

Annulla: chiudi il pannello senza salvare le impostazioni

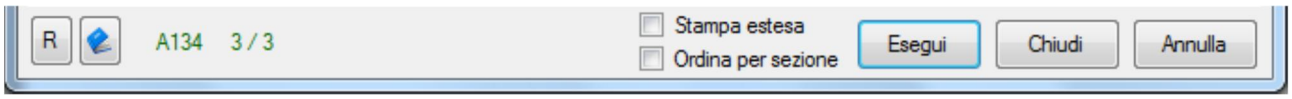


Figura 10 Verifica soddisfatta

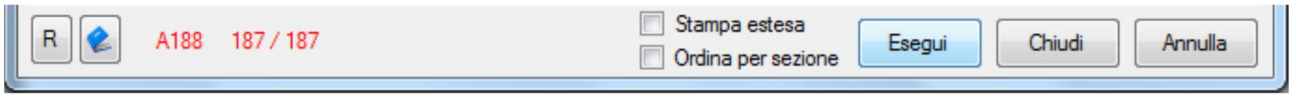


Figura 11 Verifica non soddisfatta

Lanciando il calcolo con il tasto "Esegui" inizia il conteggio delle aste da calcolare, al termine si avrà "num. aste / num. aste" scritto di colore verde scuro se tutte le verifiche sono andate a buon fine, di colore rosso se qualche verifica non è soddisfatta (anche una sola).

7.3 CONVENZIONI

Si ricorda che gli sforzi normali di compressione hanno segno negativo (-) e che quelli di trazione hanno segno positivo (+).

Se lo sforzo è di compressione il programma calcolerà la σ_{c0d} e porrà pari a 0 la σ_{t0d}; viceversa accadrà in caso di trazione.

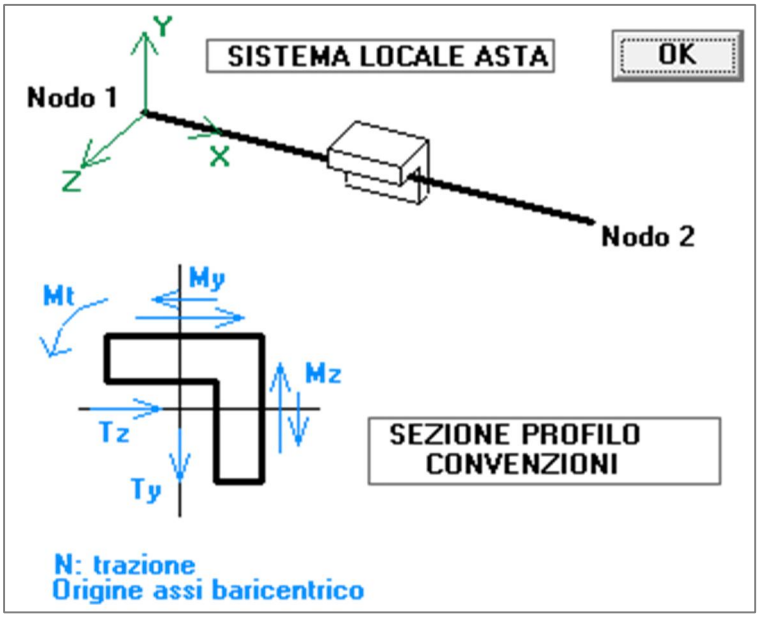


Figura 12 Convenzioni

7.4 PARAMETRI D'INSTABILITA'

Per impostare la lunghezza efficace o lunghezza libera d'inflessione, come indicato nel prospetto 6.1 dell'Eurocodice 5, occorre impostare i parametri d'instabilità nel CAD 3D Struttura alle voci "Calcolo → Gestione parametri d'instabilità" prima di effettuare il calcolo (vedi Figura 13).

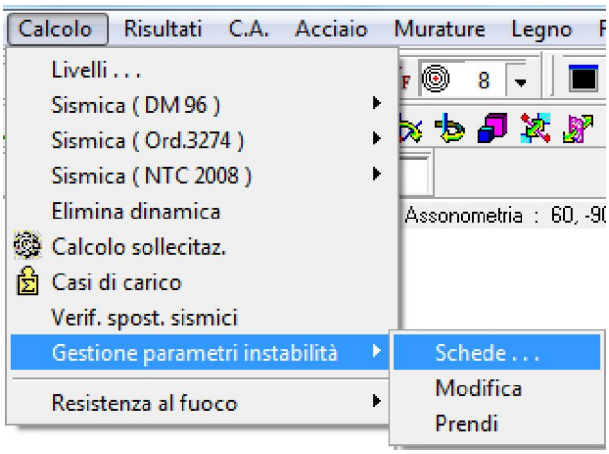


Figura 13 Gestione parametri d'instabilità

7.5 RISULTATI A VIDEO

I risultati del calcolo possono essere visti anche graficamente nel CAD 3D Struttura. Per visualizzarli occorre caricare le condizioni o i casi di carico in "Risultati → Scelta casi/condizioni" e poi caricare i risultati da "Risultati → Altri risultati" (vedi Figura 14). Nella finestra che si apre si potranno scegliere i risultati tra i vari disponibili.

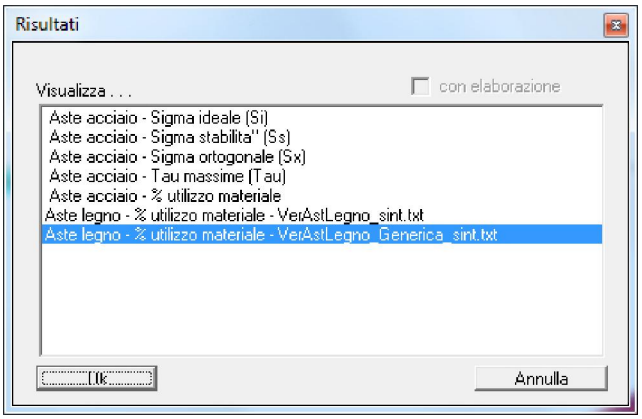


Figura 14 Scelta risultati

La visualizzazione avviene tramite scala colorata (vedi Figura 15) tra una percentuale di utilizzo del materiale minima e una percentuale di utilizzo del materiale massima (per una verifica soddisfatta tale valore dovrà essere inferiore al 100%).

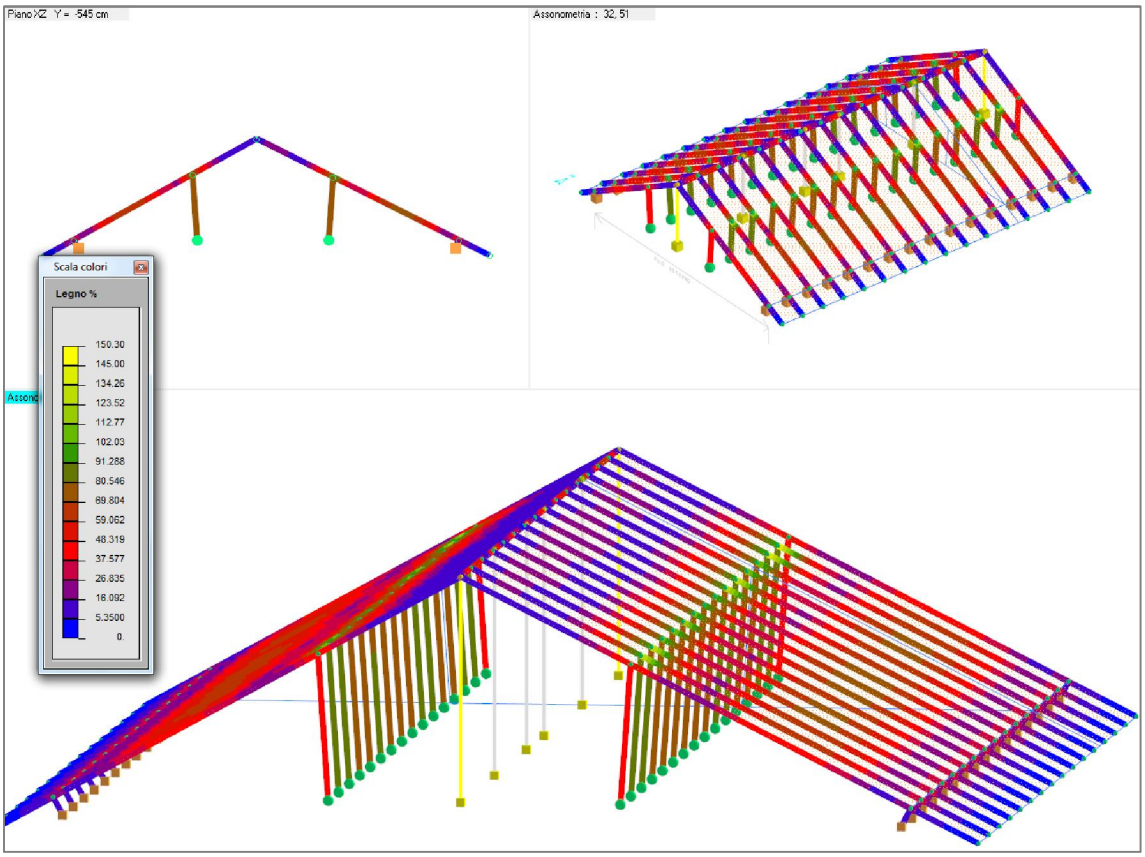


Figura 15 Risultati: percentuale utilizzo

CAPITOLO 8

NODI INVILUPPO

INDICE

8 INTRODUZIONE 3

8.1 UTILIZZO DEL PROGRAMMA 3

8.1 - 1: SCELTA ASTE E NODI 4
8.1 - 2: SCELTA CASI DI CARICO 4
8.1 - 3: SCELTA RIFERIMENTO 5
8.1 - 4: SOLLECITAZIONI 6

8.2 SCOPO DEL PROGRAMMA 9

8.2.1 ESEMPIO DI CALCOLO FAZZOLETTO 9

8 INTRODUZIONE

Premendo il tasto del menu principale “NODI - INVILUPPO” (vedi Figura 1) si apre una finestra che permette di selezionare i nodi e le aste da cui ricavare l’inviluppo delle sollecitazioni calcolate nel CAD 3D Struttura, permettendo di scegliere più nodi, i casi di carico da considerare e di ottenere tutti i valori o solo i massimi ed i minimi nell’opportuno sistema locale. I risultati ottenuti potranno essere copiati ed incollati su fogli di calcolo Excel o su file testuali. Scopo del programma è avere le sollecitazioni in alcuni nodi in modo da poter dimensionare connessioni, fazzoletti, ….

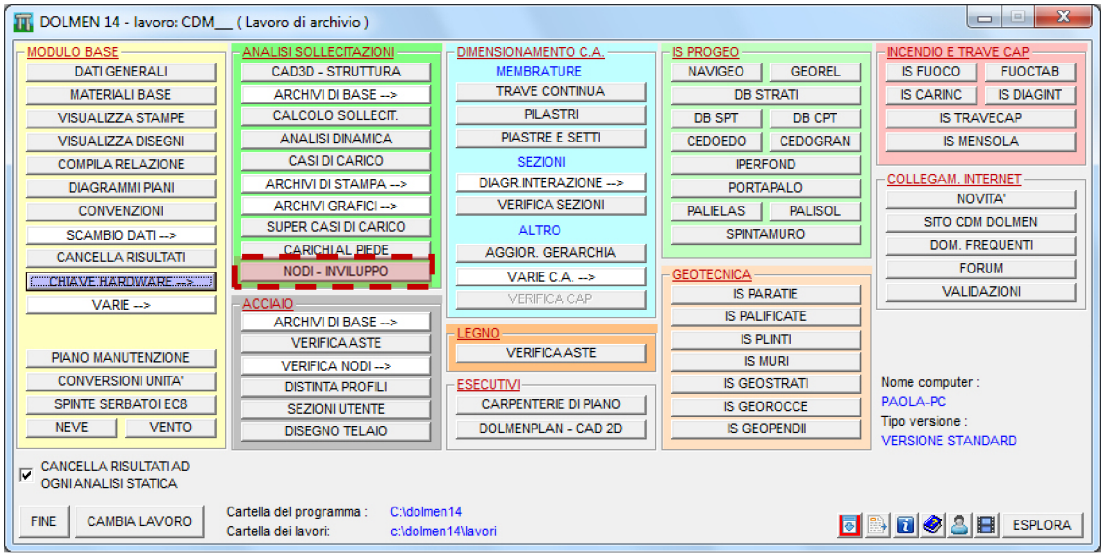


Figura 1 Pannello principale DOLMEN – Tasto “NODI - INVILUPPO”

8.1 UTILIZZO DEL PROGRAMMA

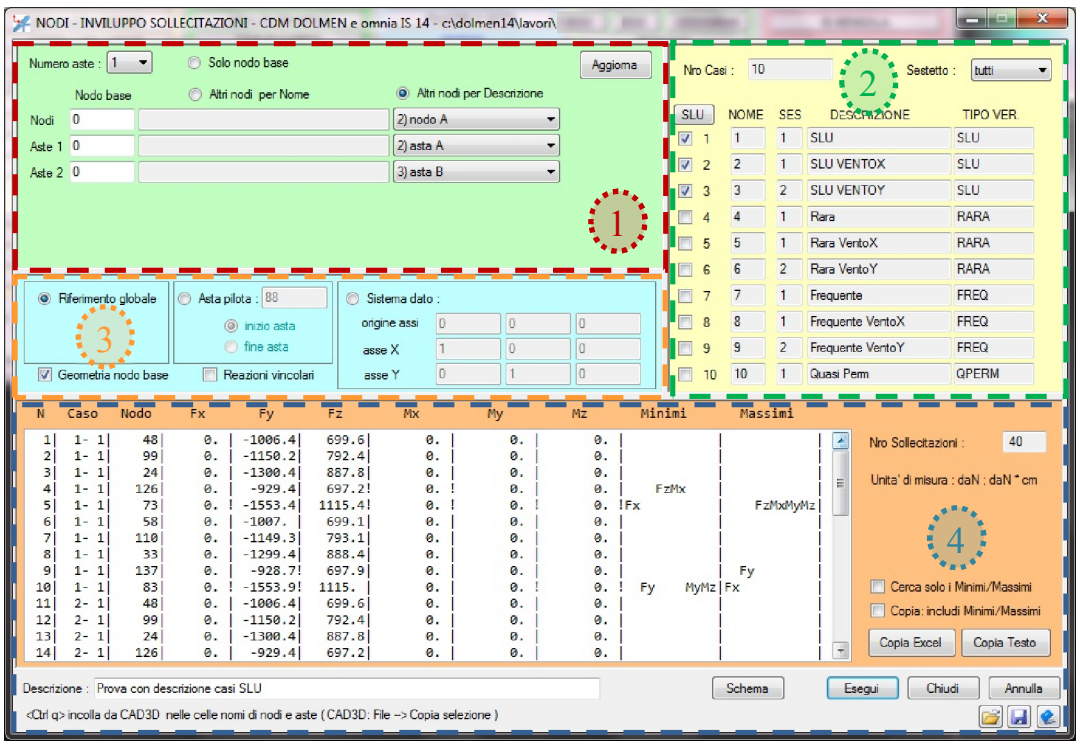


Figura 2 Pannello principale NODI - INVILUPPO

8.1 - 1: SCELTA ASTE E NODI

Per prima cosa il programma chiede il numero di aste che convergono nel nodo o nei nodi (da 0 a 5) e, in base a questa scelta, aggiorna il numero di righe sottostanti.

La seconda scelta riguarda la scelta del nodo, che può avvenire secondo tre modalità:

- **Solo nodo base:** si inserisce il nome del nodo (ricavato dal CAD 3D Struttura) nella prima riga e in quelle sottostanti si indica il nome delle aste (ricavato dal CAD 3D Struttura) che convergono in quel nodo.
- **Altri nodi per nome:** si possono scegliere più nodi con geometria uguale o simile indicandone il nome (ricavato dal CAD 3D Struttura) nella prima riga e, in quelle sottostanti, si indica il nome delle aste (ricavato dal CAD 3D Struttura) che convergono in quei nodi.
- **Altri nodi per descrizione:** si possono scegliere più nodi indicandoli per descrizione (definito nel CAD 3D Struttura) nella prima riga e, in quelle sottostanti, si indicano, in base alla descrizione, le aste (definito nel CAD 3D Struttura) che convergono in quei nodi.

Per le prime due opzioni si può utilizzare la funzione "Copia ed incolla" dal CAD 3D Struttura. Nel DW1 occorre selezionare il "Nodo base" e l'asta o le aste ad esso associato (Tramite le voci "File → Copia selezione" oppure con i tasti Ctrl+c e la selezione del nodo e delle aste), poi si selezionano gli eventuali altri nodi da indagare e le corrispondenti aste; in questo modo l'utilizzatore non deve conoscere i nomi di nodi ed aste e può fare semplicemente Ctrl+q nelle caselle corrispondenti della sezione 1, diminuendo i tempi di input.

8.1 - 2: SCELTA CASI DI CARICO

In questa sezione si scelgono i casi di carico di cui ricavare l'inviluppo delle sollecitazioni. Il programma riporta elencati tutti i casi di carico definiti e seleziona in automatico tutti quelli di tipo SLU (Stato Limite Ultimo), anche grazie al tasto "SLU"; l'utente può scegliere quali utilizzare spuntando la prima casella a sinistra di ciascuna riga. L'utilizzatore può decidere di vedere tutti i sestetti oppure solo qualcuno, tramite la voce "Sestetto" posto in alto a destra nella sezione 2 di colore giallo. Per ogni caso è riportato il nome, sotto forma numerica, il numero di sestetti, la descrizione ed il tipo di verifica (es. SLU = Stato Limite Ultimo, QPERM = quasi permanente,…)



Figura 3 Casi di carico

8.1 - 3: SCELTA RIFERIMENTO

In questa sezione si sceglie il sistema di riferimento in base a cui il programma ricaverà l'inviluppo delle sollecitazioni, questo può avvenire secondo le seguenti modalità:

- **Riferimento globale:** le sollecitazioni vengono riportate nel sistema ottenuto per traslazione del globale DOLMEN, visibile nel CAD 3D Struttura, sul nodo.

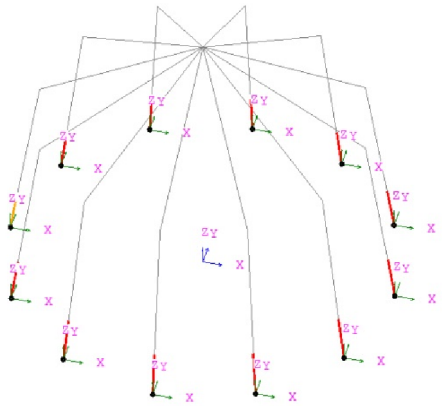


Figura 4 Sistema di riferimento globale

- **Asta pilota:** l'utente sceglie un'asta, di cui deve indicare il nome (ricavato dal CAD 3D Struttura), da cui prenderà il sistema di riferimento; il programma chiede, inoltre, se prendere l'inizio o la fine dell'asta.

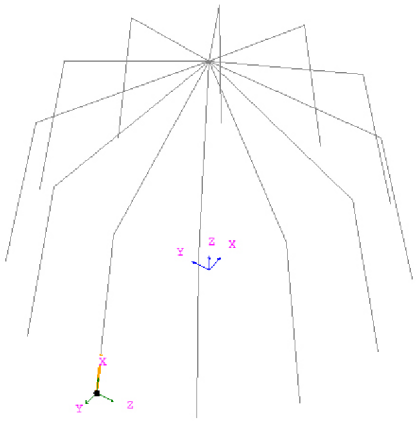


Figura 5 Sistema di riferimento asta pilota

- **Sistema dato:** l'utente assegna un sistema dato per versori relativamente al nodo base, dovrà quindi specificare l'origine degli assi, la posizione dell'asse X e dell'asse Y, come da tabella riportata di seguito.

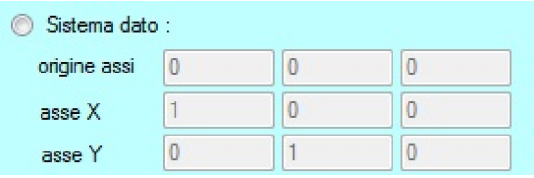


Figura 6 Sistema dato

Selezionando la voce "**Geometria base**" tutti i nodi scelti assumeranno la geometria e, quindi, il sistema di riferimento del "Nodo base" (questo può fare la differenza in caso di strutture in cui i nodi sono su piani diversi e con angoli diversi).

Se la voce "**Reazioni vincolari**" non è spuntata si otterranno le azioni delle aste al nodo, se è spuntata si avranno le reazioni vincolari.

8.1 - 4: SOLLECITAZIONI

In quest'ultima parte si ha il report finale con l'inviluppo delle sollecitazioni per il nodo o i nodi scelti e per le corrispondenti aste.

Nella parte della finestra di colore arancio è riportato il numero di sollecitazioni (se non ancora eseguito il calcolo tale valore è assente), sono presenti due opzioni:

- **Cerca solo i Minimi/Massimi:** se selezionato, eseguendo il calcolo con il tasto "Esegui", compaiono nella tabella solo i valori delle sollecitazioni minime e massime.
- **Copia: includi Minimi/Massimi:** se selezionato include nella copia, eseguita con i tasti "Copia Excel" e "Copia Testo", anche l'indicazione di quali sono i valori minimi.

e due tasti:

- **Copia Excel:** copia la cartella dei risultati per incollarli poi in un foglio di lavoro Excel®
- **Copia Testo:** copia la cartella dei risultati in formato testo

Nella parte inferiore di colore grigio (vedi Figura 7), sono presenti la descrizione, personalizzabile dall'utente, il promemoria della funzione "incolla dal CAD 3D" con i tasti della tastiera <Ctrl q> ed alcuni pulsanti con diverse funzionalità:

- **Schema:** visualizza lo schema tridimensionale ed evidenzia il nodo o i nodi scelti e le corrispondenti aste.
- **Esegui:** esegue il calcolo e riempie la tabella sottostante
- **Chiudi:** salva le impostazioni del pannello e chiude il programma, alla riapertura dello stesso si troveranno tutti i parametri scelti, mentre per quanto riguarda le sollecitazioni andrà di nuovo svolto il calcolo con il tasto "Esegui"
- **Annulla:** termina il programma senza salvare le impostazioni del pannello
- **Apri:** apre il file di backup del pannello tra i vari salvati dall'utente
- **Salva**: salva il file di backup del pannello con un nome a scelta dell'utilizzatore
- **Manuale**: apre il manuale in formato .pdf

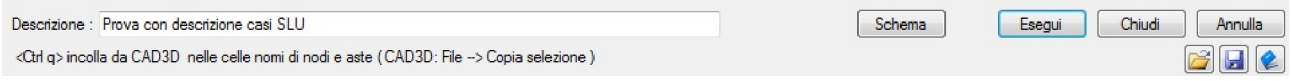


Figura 7 Tasti finali

Lo schema tridimensionale, apribile con il tasto “Schema”, consente di vedere in assonometria i nodi selezionati e le aste scelte. Nella barra laterale è possibile personalizzare l’assonometria, specificandone gli angoli, leggere il numero dei nodi e scegliere il nodo da evidenziare.

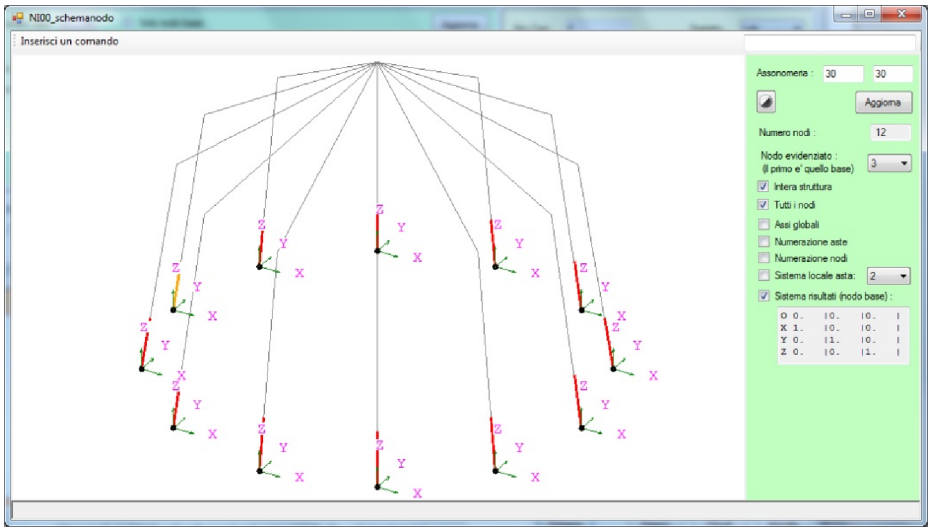


Figura 8 Schema

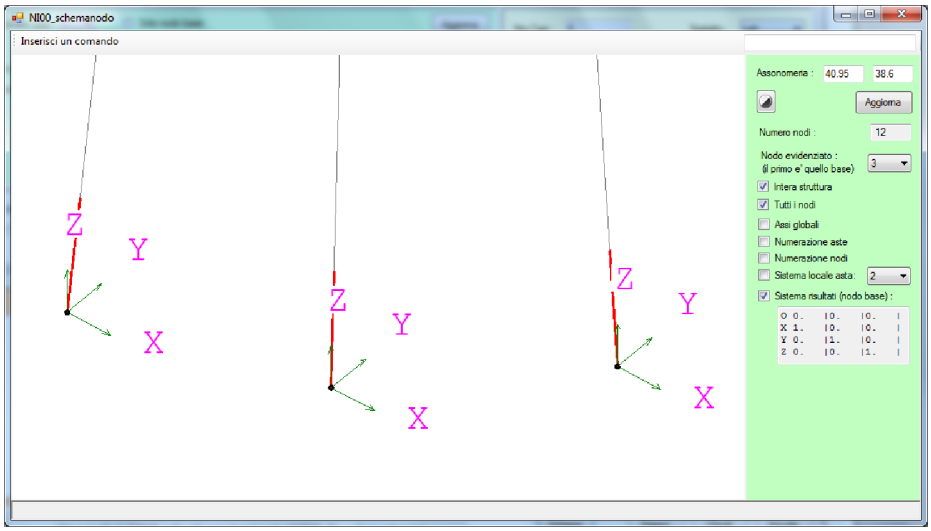


Figura 9 Schema - sistema di riferimento

In tale finestra sono presenti ulteriori opzioni per la visualizzazione:

- **Intera struttura:** attivandolo compare il disegno della struttura nella sua completezza, se tale voce è disattiva si vedono solo i nodi e la parte iniziale delle aste selezionate.
- **Tutti i nodi:** se non selezionato si vede solo il nodo segnato come “nodo evidenziato”, se selezionato si vedono tutti i nodi.
- **Assi globali:** se selezionato attiva la visualizzazione del sistema di riferimento globale.
- **Numerazione aste:** se selezionato consente di vedere il nome delle aste accanto alla loro rappresentazione.

- **Numerazione nodi:** se selezionato consente di vedere il nome dei nodi accanto alla loro rappresentazione.
- **Sistema locale asta:** attiva la visualizzazione del sistema locale dell'asta selezionata.
- **Sistema risultati (nodo base):** se selezionato attiva la visualizzazione del sistema di risultati riferito al nodo di base.

Premendo il tasto "Esegui" compaiono tutte le sollecitazioni nella tabella, queste potranno essere facilmente copiate in fogli di calcolo di Excel® e su documenti testuali di diversa tipologia per successive elaborazioni.

N	Caso	Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Minimi	Massimi
1	1- 1	48	-1006.4	699.6	0.	920636.5	1324387.5	-49568.3		
2	1- 1	99	-1150.2	792.4	0.	1042785.9	1513671.4	-55155.2		
3	1- 1	24	-1300.4	887.8	0.	1168341.7	1711343.5	-60670.9		
4	1- 1	126	-929.4	697.2!	0.	917552.7!	1223028.1	-56474.9	Fy Mx	
5	1- 1	73	-1553.4	1115.4!	0. !	1467905.8!	2044266.5	-83952.2!	Fz Mz	Fy Mx
6	1- 1	58	-1007.	699.1	0.	919986.6	1325218.2	-49404.5!		Mz
7	1- 1	110	-1149.3	793.1	0.	1043763.5	1512490.6	-55396.6		
8	1- 1	33	-1299.4	888.4	0.	1169194.	1710068.7	-60899.3		
9	1- 1	137	-928.7!	697.9	0.	918398.9	1222201. !	-56669.6	My	Fx
10	1- 1	83	-1553.9!	1115.	0. !	1467296.3	2044873.9!	-83811.1	Fx	Fz My
11	2- 1	48	-1006.4	699.6	0.	920636.5	1324387.5	-49568.3		
12	2- 1	99	-1150.2	792.4	0.	1042785.9	1513671.4	-55155.2		

Figura 10 Tabella sollecitazioni

Le colonne presenti nella tabella sono:

- **N:** numero progressivo
- **Caso:** indice del caso di carico (primo numero) ed indice del sestetto (secondo numero)
- **Nodo:** numerazione nodo (nome da CAD 3D Struttura)
- **Fx:** sollecitazione in direzione x (sforzo di taglio sul nodo)
- **Fy:** sollecitazione in direzione y (sforzo di taglio sul nodo)
- **Fz:** sollecitazione in direzione z (sforzo normale sul nodo)
- **Mx:** momento x
- **My:** momento y
- **Mz:** momento z
- **Minimi:** riporta, nella riga corrispondente, se sono presenti dei valori minimi e per quali sollecitazioni sono presenti
- **Massimi:** riporta, nella riga corrispondente, se sono presenti dei valori massimi e per quali sollecitazioni sono presenti

N.B.: Un'ulteriore indicazione dei valori massimi e minimi è data dalla presenza del "**!**" in seguito al valore corrispondente.

8.2 SCOPO DEL PROGRAMMA

Scopo del modulo "NODI INVILUPPO" è ricavare le sollecitazioni in alcuni nodi in modo da poter dimensionare connessioni, fazzoletti, …. partendo dall'inviluppo delle sollecitazioni, valutato nell'opportuno sistema di riferimento locale (vedi esempio immagine seguente).

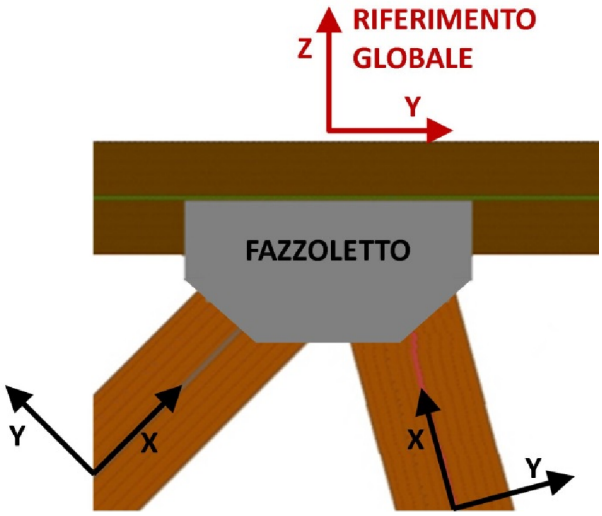


Figura 11 Esempio sollecitazioni

8.2.1 ESEMPIO DI CALCOLO FAZZOLETTO

Con questo esempio andiamo a vedere come utilizzare il modulo "NODI INVILUPPO" per verificare un particolare meccanismo di rottura di un fazzoletto.

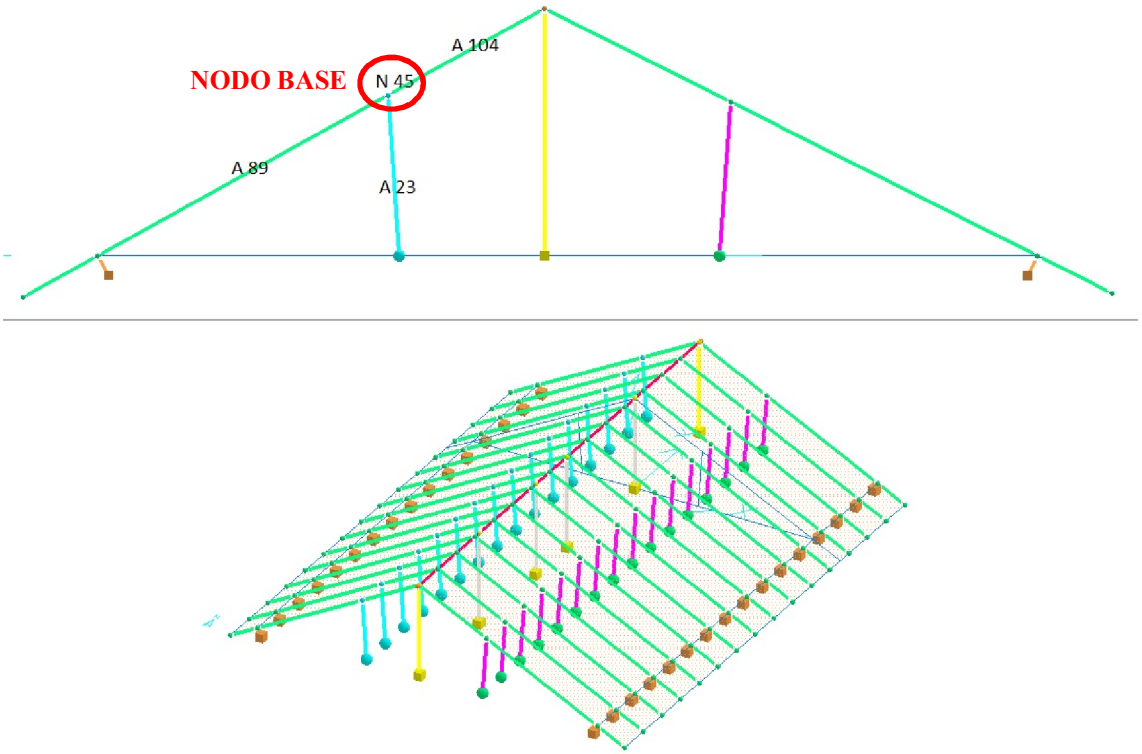


Figura 12 Schema copertura

Consideriamo lo schema dell'immagine precedente (vedi Figura 12) e di voler verificare il meccanismo di rottura, indicato in Figura 13, nel caso di un fazzoletto da porre nel nodo base (N 45) a collegamento tra le aste diagonali (A 104 e A 89) e quella verticale (A 23), come indicato dal cerchio di colore rosso nella Figura 12.

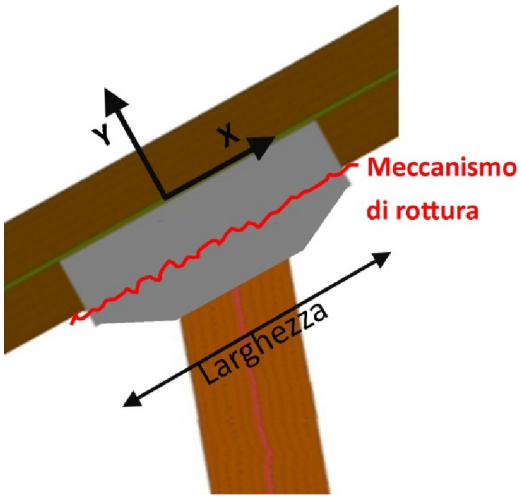
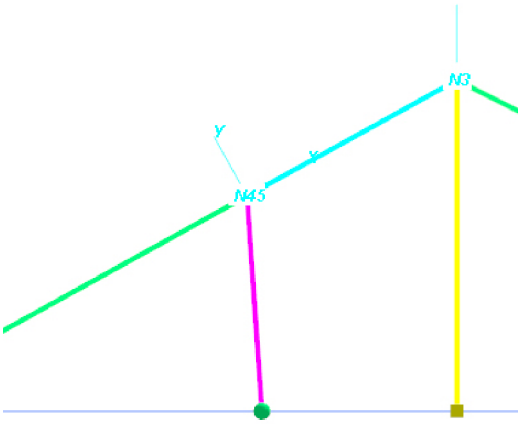
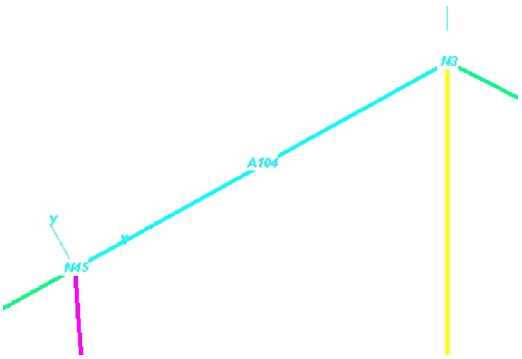


Figura 13 Meccanismo di rottura considerato

Apriamo il modulo NODI INVILUPPO e, per prima cosa, imponiamo il numero di aste pari ad 1, poiché una è l'asta di cui vogliamo ricavare l'inviluppo delle sollecitazioni (asta A 23). Nel CAD 3D Struttura attiviamo il comando "Copia selezione" dal menu "File" o con Ctrl+c e selezioniamo il nodo base (N 45); in "NODI INVILUPPO" in corrispondenza della cella "Nodo base" incolliamo il nome del nodo con i tasti Ctrl+q. Torniamo nell'ambiente grafico tridimensionale e selezioniamo gli altri nodi con geometria uguale (ci poniamo in un'assonometria con angoli di vista 0,0) e con la funzione precedente ancora attiva e tramite una selezione a finestra copiamo i nomi dei nodi, che incolliamo nel modulo dell'inviluppo delle sollecitazioni. Ripetiamo la stessa operazione con le aste verticali in entrambi i moduli.



Per quanto riguarda il riferimento non può andare bene quello globale perché il fazzoletto sarà inclinato ed il suo sistema di riferimento sarà come quello dell'asta A 104, evidenziata in azzurro nell'immagine a lato; per questo motivo utilizziamo come riferimento l'asta pilota ed indichiamo nella cella corrispondente l'asta A 104.



Per una conferma circa l'esattezza delle scelte compiute clicchiamo il tasto schema e decidiamo di visualizzare tutte le aste ed il sistema dei risultati (vedi immagini successive: Figura 14 e Figura 15).

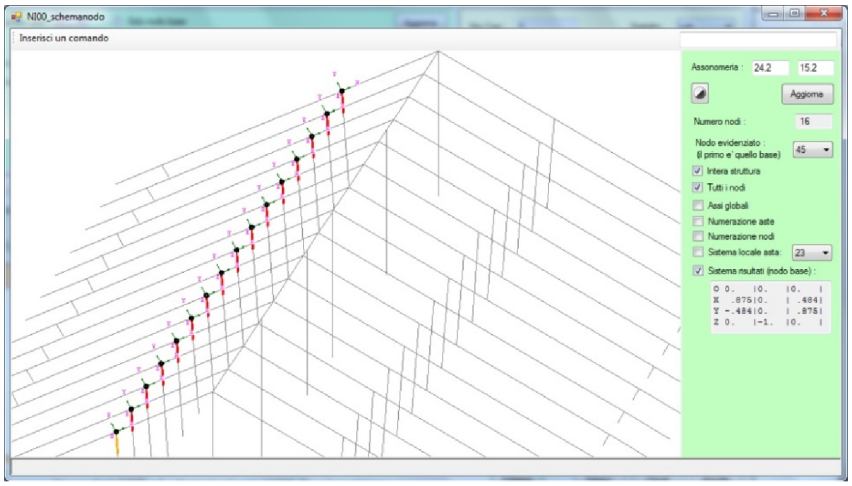


Figura 14 Schema con tutti i nodi

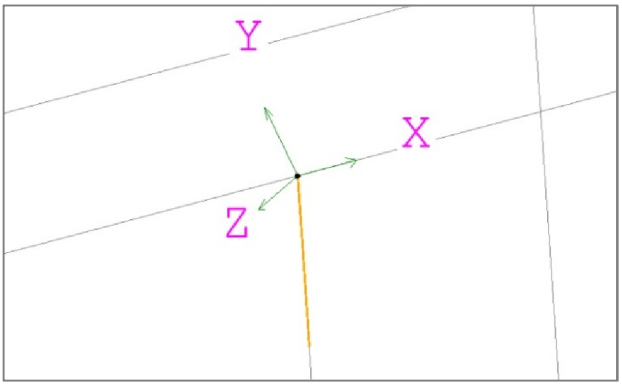


Figura 15 Schema singolo nodo

Alla fine dell'introduzione dei dati il pannello risulta come nell'immagine seguente:

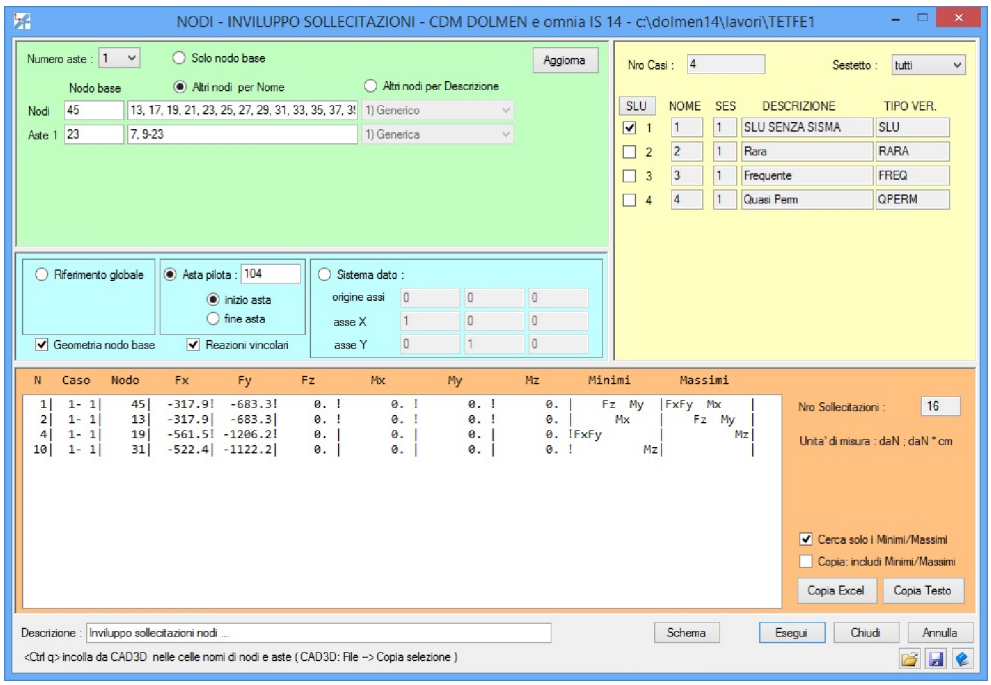


Figura 16 Pannello con dati inseriti

In NODI INVILUPPO selezioniamo la voce “Cerca solo i Minimi/Massimi” e lanciamo il calcolo con “ESEGUI”; copiamo i risultati ottenuti con “Copia Excel” ed andiamo ad impostare il calcolo su un foglio Excel®, dove inseriamo la larghezza e lo spessore del fazzoletto oggetto di verifica (in questo esempio espressi in cm).

Fazzoletto:	
Larghezza	20
Spessore	1.2
Area	24

N	Caso	Sestetto	Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	1	1	45	-317.9	-683.3	0	0	0	0
2	1	1	13	-317.9	-683.3	0	0	0	0
4	1	1	19	-561.5	-1206.2	0	0	0	0
10	1	1	31	-522.4	-1122.2	0	0	0	0

In questo caso abbiamo:

- Fy: sforzo normale
- Fx: sforzo di taglio

È ora possibile impostare in Excel® le formule di calcolo ritenute opportune.