

GUIDA

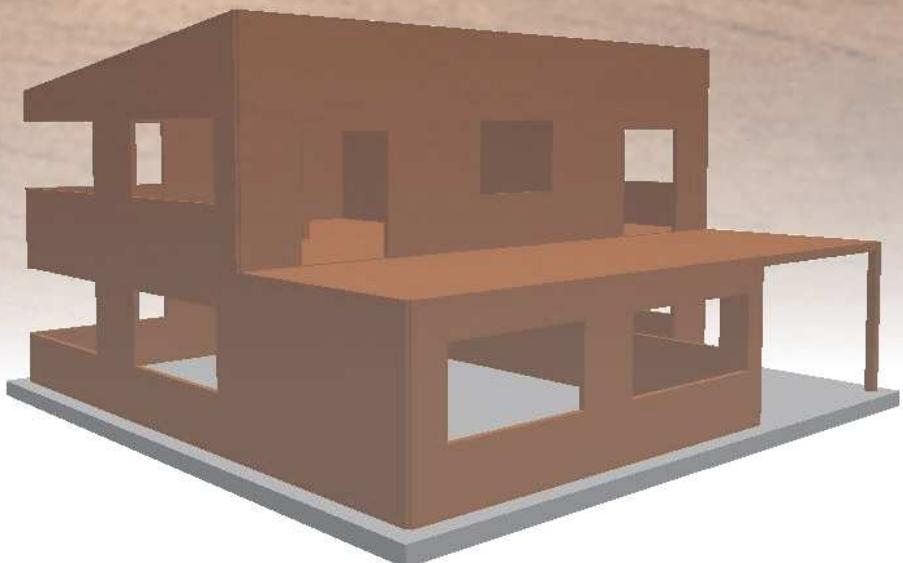
Modulo TS2 X-LAM

FaTA-E

# TS2

X-LAM MODULE

Modulo per la verifica di pannelli in legno



## COPYRIGHT

Tutto il materiale contenuto nella confezione (CD contenente i files dei software, chiave di protezione, altri supporti di consultazione) è protetto dalle leggi e dai trattati sul copyright, nonché dalle leggi e trattati sulle proprietà intellettuali.

E' vietata la cessione o la sublicenziazione del software a terzi.

E' altresì vietata la riproduzione del presente manuale in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo senza la preventiva autorizzazione scritta del produttore.

Informazioni e permessi sui prodotti o parti di essi possono essere richiesti a:



Stacec s.r.l.  
Software e servizi per l'ingegneria  
Corso Umberto I, 358  
89034 – Bovalino (RC)

Tel. 0964/67211  
Fax. 0964/61708



Rev. 2/2011.  
Fata\_e 27.0.x  
Vem 15.0.x

## Premessa

TS2 è il modulo, prodotto da Stacec, indirizzato alla verifica di pannelli Xlam.

TS2 è utilizzato da FaTAe. E' compito di FaTAe passare, di volta in volta, le informazioni geometriche, meccaniche e sollecitazionali necessarie a TS2 per la verifica degli elementi.



 STACEC

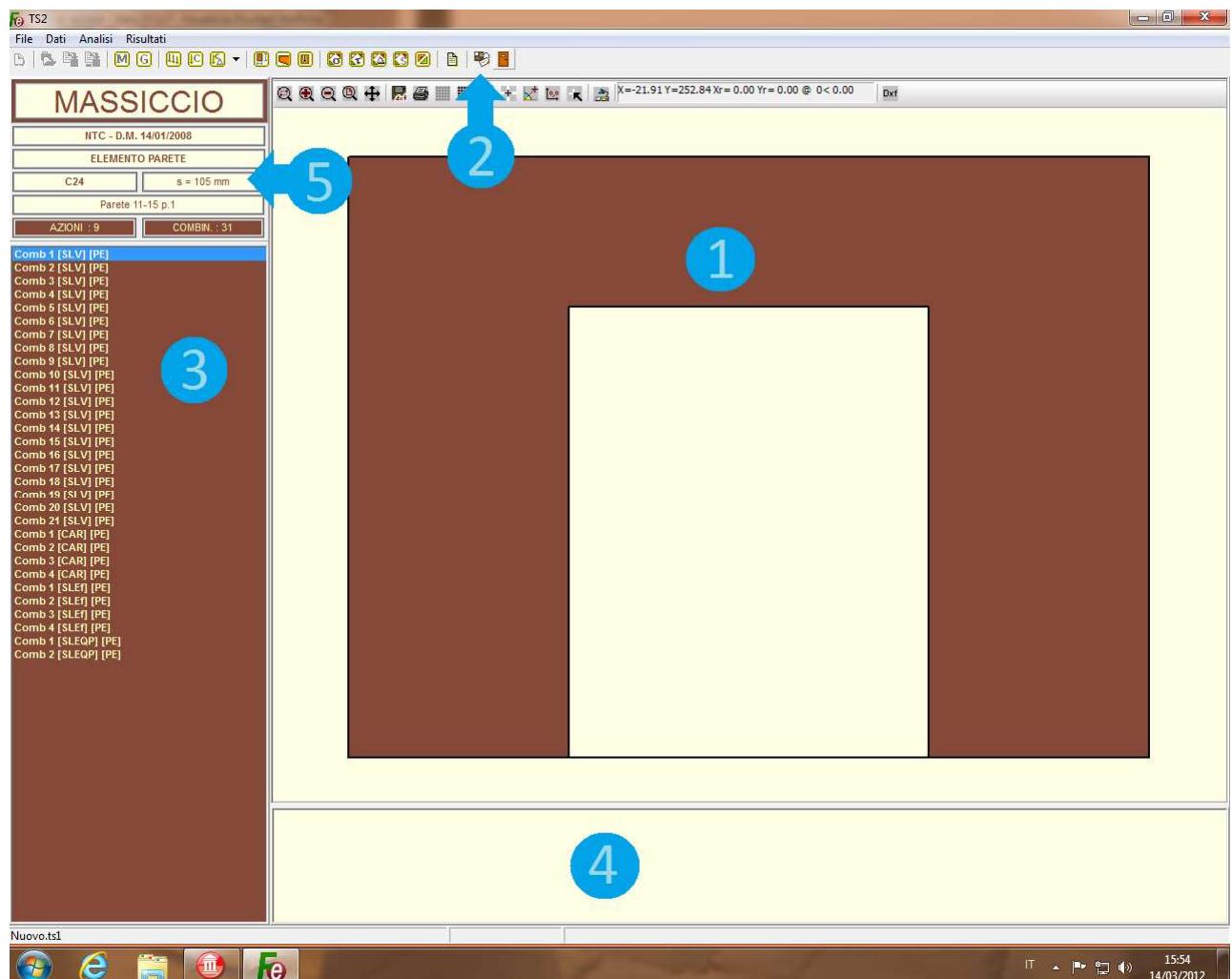
Stacec Srl - S.S. 106 Km 57 - 89034 Bovalino (RC) - 0964.67211

## Input

L'ambiente principale di TS2 è composto dalle seguenti parti:

1. Finestra di visualizzazione della geometria del pannello;
2. Barra degli strumenti;
3. Lista delle combinazioni di carico;
4. Visualizzatore dei risultati;
5. Informazioni generali.

La figura seguente colloca con la stessa numerazione le parti sopra citate all'interno dell'ambiente principale.



La barra degli strumenti è composta, a sua volta, dai seguenti pulsanti:

- Materiali;
  - *Definizione delle proprietà meccaniche dei materiali.*
- Dati generali;
  - *Definizione di informazione di carattere generale indispensabili per poter effettuare le verifiche (Normativa di riferimento, Coefficienti di sicurezza, destinazione d'uso dell'elemento, etc.).*
- Azioni di carico;
  - *Definizione delle singole azioni di carico.*
- Combinazioni di carico;
  - *Definizione delle combinazioni di carico utilizzando le azioni definite al punto precedente tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.*
- Combinazioni di carico per verifiche di deformabilità;
  - *Definizione delle combinazioni di carico da utilizzare nelle verifiche di deformabilità istantanea e finale utilizzando le azioni già definite tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.*
- Sezione;
  - *Definizione della sezione trasversale del pannello.*
- Geometria;
  - *Definizione della geometria del pannello.*
- Sollecitazioni;
  - *Definizione delle sollecitazioni da inserire per ognuno dei nodi del pannello e per ognuna delle azioni definite. TS2 provvede, in automatico, a legare tali sollecitazioni tramite le combinazioni di carico definite.*

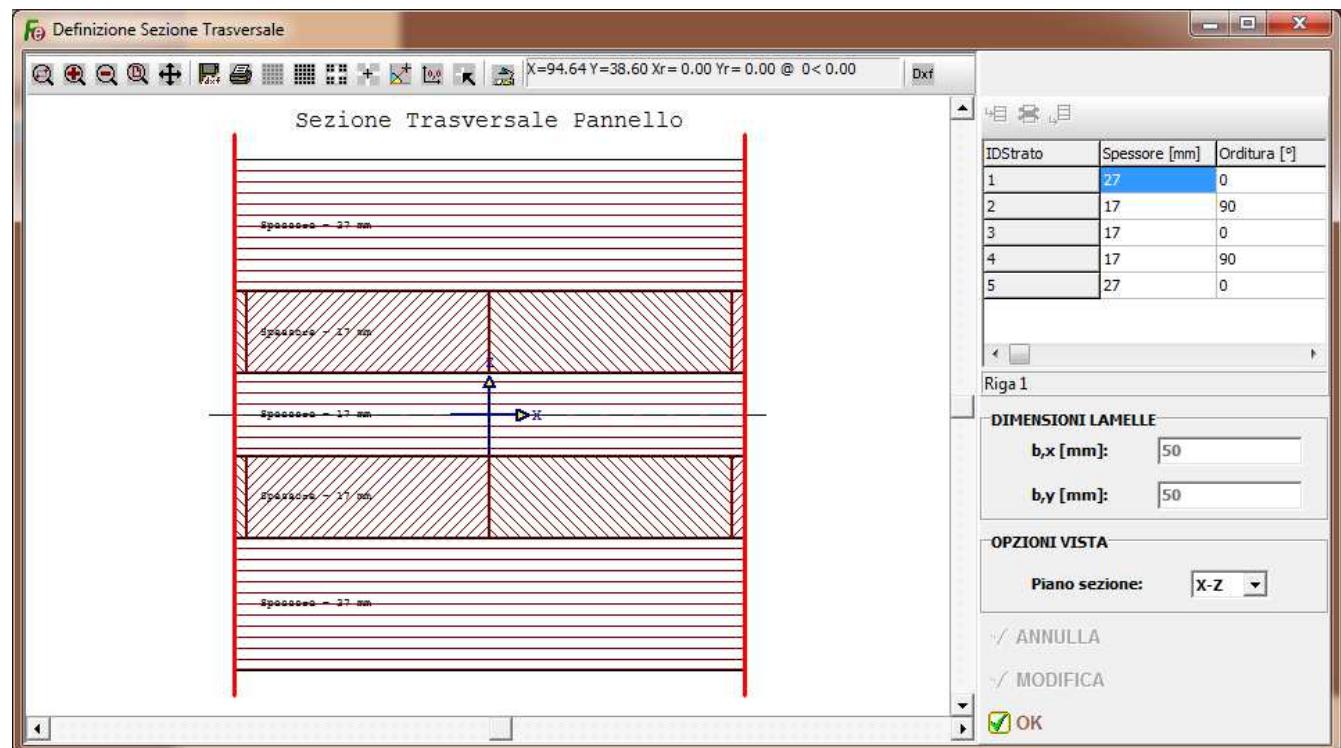


- Verifica di resistenza normale;
  - *Effettua solo le verifiche di resistenza normale del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.*
- Verifica di resistenza tangenziale;
  - *Effettua solo le verifiche di resistenza tangenziale del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.*
- Verifica di stabilità;
  - *Effettua solo le verifiche di stabilità del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.*
- Verifica di deformabilità;
  - *Effettua solo le verifiche di deformabilità in funzione della geometria definita.*
- Tutte le verifiche;
  - *Effettua tutte le verifiche.*
- Relazione di calcolo;
  - *Crea e visualizza la relazione di calcolo in formato RTF.*
- About TS2;
  - *Restituisce informazioni sulla versione e sulla data di pubblicazione di TS2.*
- Chiudi.

*Chiude la finestra principale del modulo.*

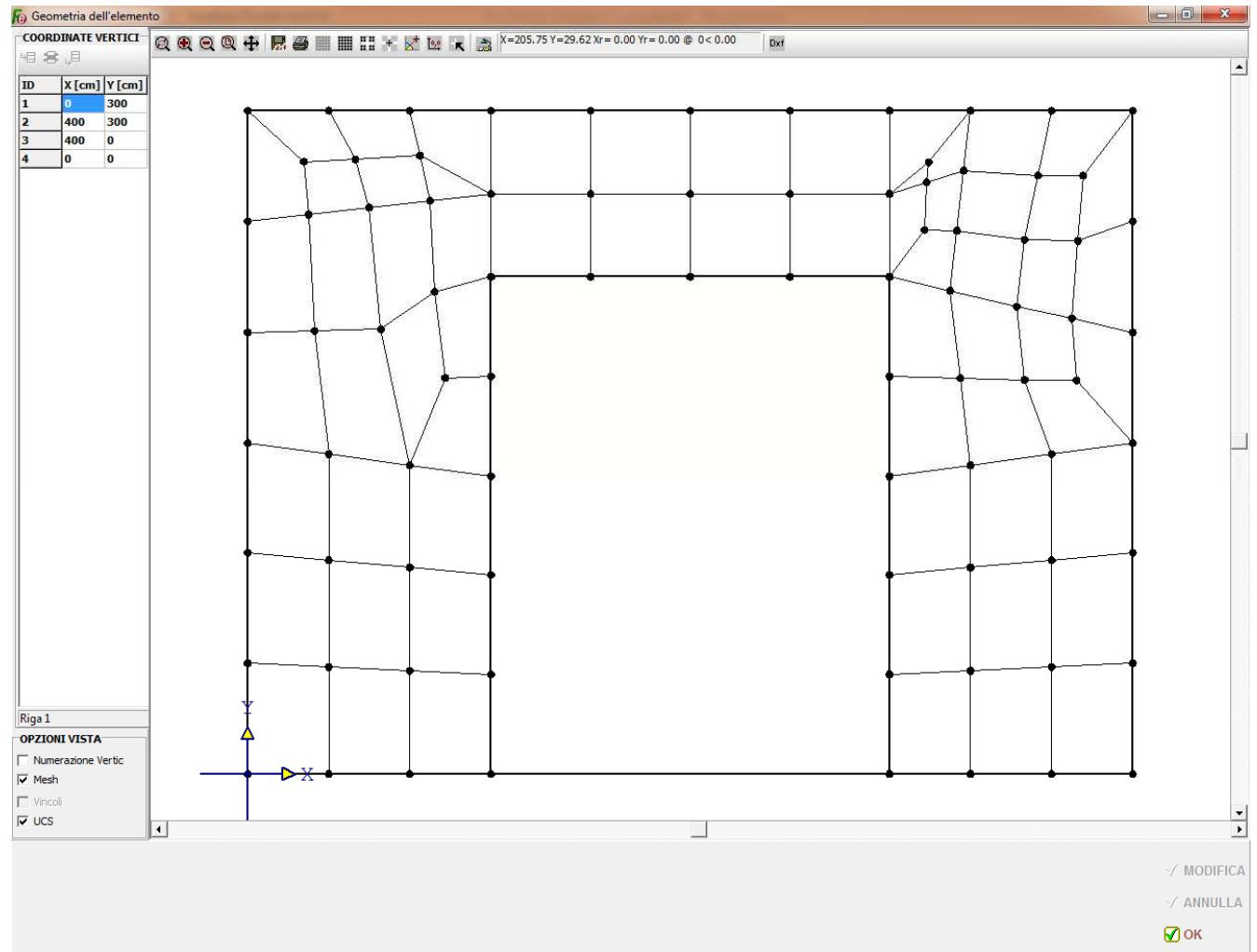
### Finestra della Sezione Trasversale

Nella finestra vengono fornite le informazioni relative alla stratigrafia. E' possibile visualizzare la stratigrafia nei due piani trasversali al pannello.



## Finestra della Geometria

Nella finestra è possibile visualizzare le informazioni relative alla geometria e alla mesh usata per l'analisi del pannello.

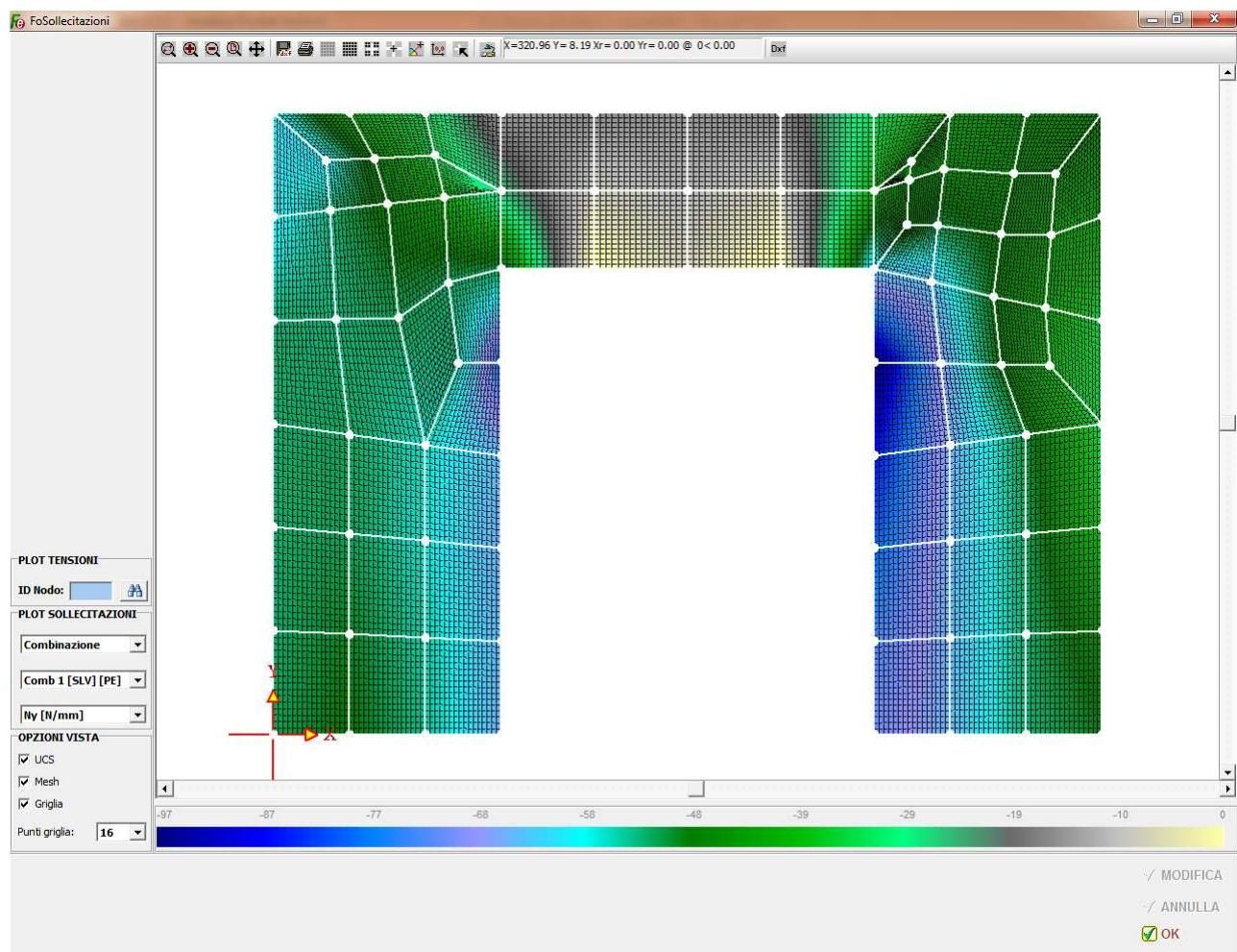


## Finestra degli Sforzi Generalizzati

Nella finestra vengono fornite le informazioni relative agli sforzi generalizzati. E' possibile scegliere di visualizzare tutte le componenti di sforzi generalizzati per ciascuna condizione e combinazione di carico.

La discretizzazione del plot può essere infittita arbitrariamente. La griglia prodotta dalla discretizzazione può essere visualizzata o nascosta, come pure la mesh.

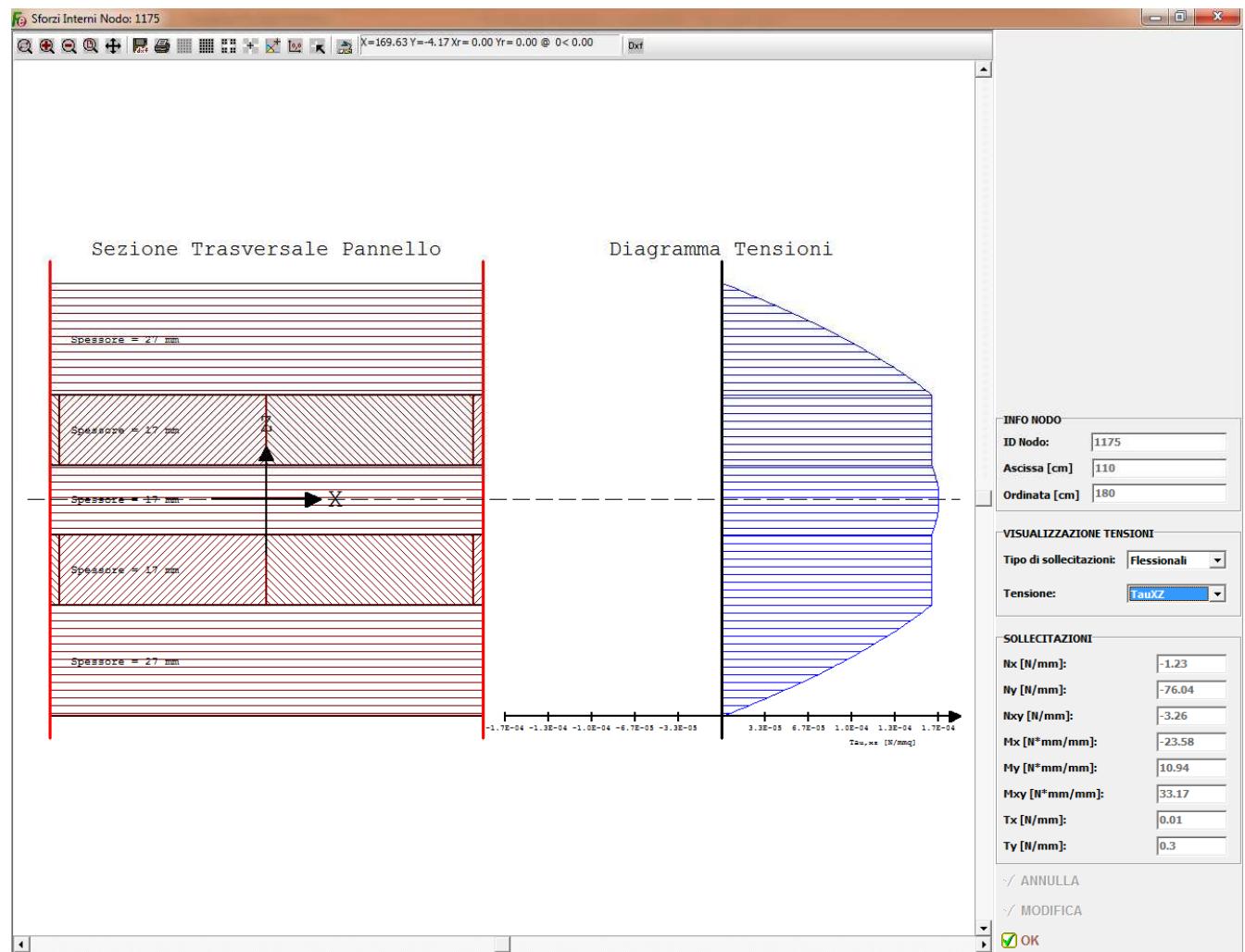
E' possibile tramite un controllo digitale, individuare ciascun nodo della mesh e le sollecitazioni in tale nodo, tramite l'identificatore del nodo nella numerazione del calcolo ad elementi finiti. Tale numerazione è usata anche per riferirsi ai nodi dove si verificano i peggiori fattori di sicurezza delle varie verifiche.



## Finestra delle Tensioni Puntuali

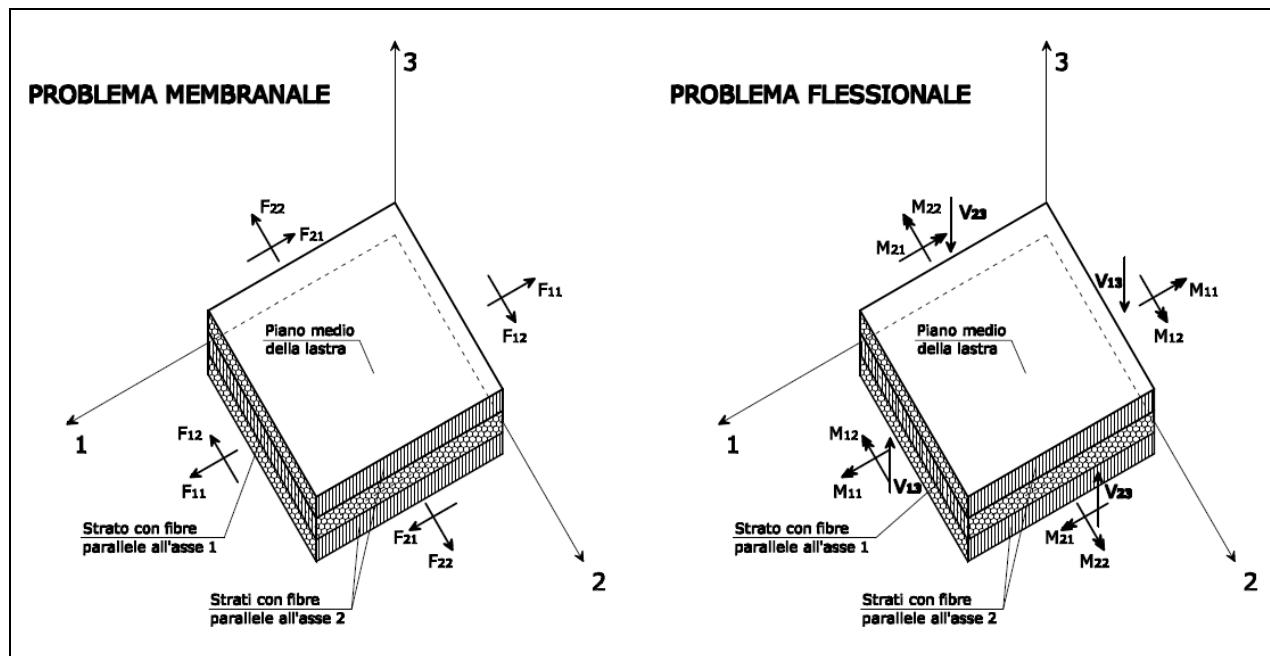
Nella finestra vengono fornite le tensioni puntuale per un dato nodo della mesh del pannello ed una data condizione o combinazione di carico.

E' possibile visualizzare i diagrammi lungo lo spessore del pannello di ciascuna componente di tensione puntuale.



## VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza dell'elemento laminato vengono condotte in tutti nodi del modello FEM sulla base dei seguenti sforzi generalizzati riportati in figura rispettivamente per il problema membranale e flessionale.



Tali verifiche prendono come riferimento il testo unico NTC 14 Gennaio 2008, in aggiunta alla norma UNI EN 1995-1-1-2005 "Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1 Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici" e la norma tedesca DIN 1052 (D) – 2008.

La verifiche effettuate sul i-esimo nodo:

- Verifica delle *tensioni normali* (*Presso-Flessione* o *Tenso-Flessione*) in direzione 1 e 2;
- Verifica a *Taglio-Torsione* nel piano 1-2;
- Verifica a *Taglio Trasversale* nei piani 1-3 e 2-3;
- Verifica di *Rolling* nei piani 1-2, 1-3, 2-3;

### Verifica di Tenso-Flessione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione :

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\sigma_{t,0,d}$  : valore di progetto della tensione di trazione parallela alla fibratura;

- $\sigma_{m,0,d}$ : valore di progetto della tensione di flessione parallela alla fibratura;
- $f_{t,0,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione parallela alla fibratura;
- $f_{m,d,xlam}$ : valore di progetto della resistenza del pannello nei confronti della flessione;

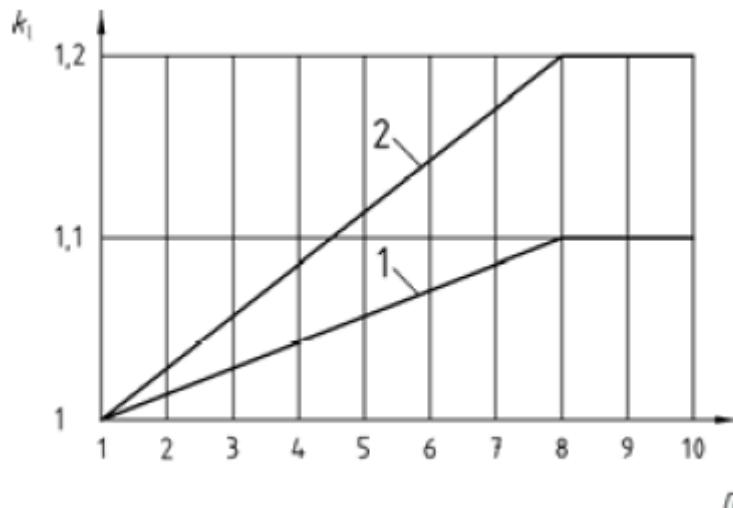
La formula è basata sulle relazioni riferite nel documento DIN 1052, § 10.7.1, formule 127 e 132.

Per il calcolo della  $f_{m,d,xlam}$  si considera

$$f_{m,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{m,d}$$

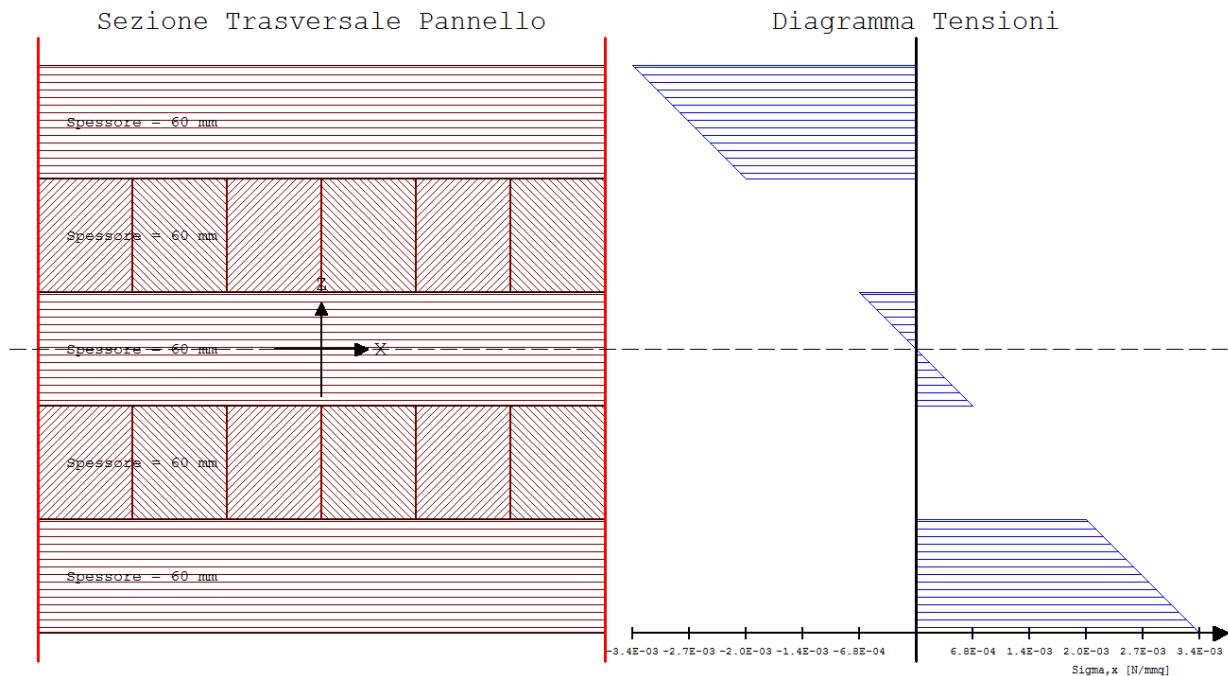
dove:

- $k_{sys}$ : coefficiente di sistema;
- $f_{m,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della flessione;

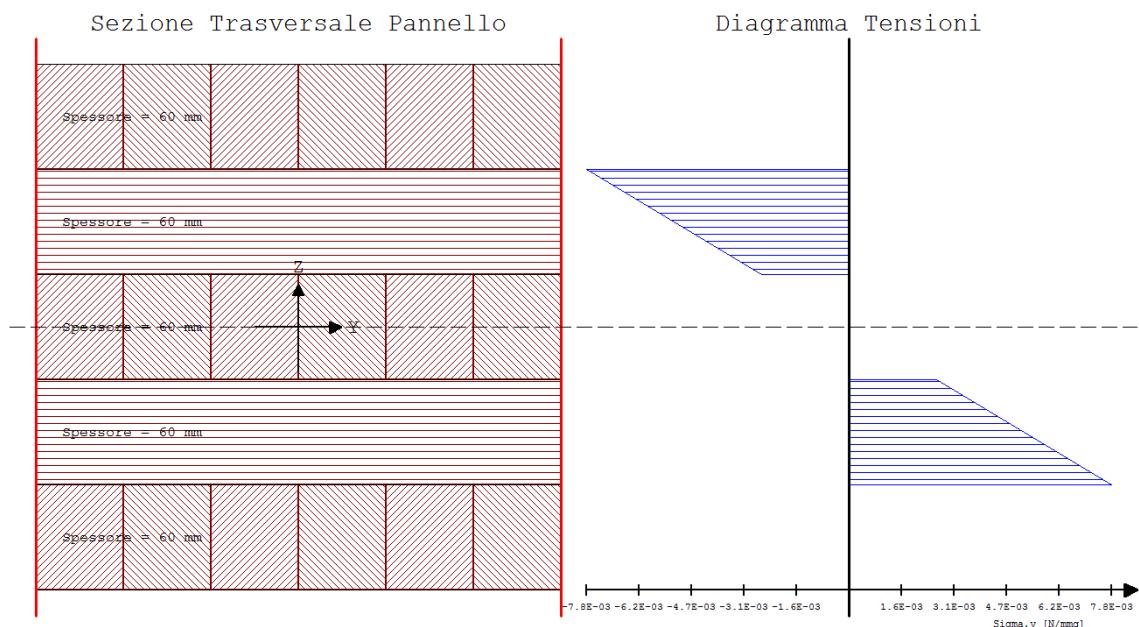


Valori del coefficiente di sistema  $k_{sys}$  secondo il DIN 1052, § 10.7.1. Per i pannelli XLAM si considerano i valori del grafico 1.

Con riferimento alla stratigrafia del pannello, a partire dagli sforzi generalizzati e nell'ipotesi di conservazione delle sezioni piane della lastra nel processo deformativo, si ottengono le tensioni normali di trazione rispettivamente per le giaciture 1-3 e 2-3.



Tensioni normali giacitura 1-3



Tensioni normali giacitura 2-3

Le tensioni normali di trazione risultano:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{\parallel}}{\sum_{i=1}^m t_i}$$

dove:

- $F_{\parallel}$ : sforzo normale diretto secondo la fibratura dello strato da verificare;
- $m$ : numero di strati con fibratura parallela allo strato da verificare;
- $t_i$ : spessore dello strato i-esimo.

Le tensioni normali dovute alla flessione nell'i-esimo strato risultano:

$$\sigma_{m,0,d} = \frac{M_{\perp}}{I_{eq}} \cdot z_i$$

$$I_{eq} = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{t_i^3}{12} + t_i \cdot (z_i - \frac{t_i}{2})^2 \right]$$

dove:

- $M_{\perp}$ : momento flettente diretto secondo la direzione ortogonale alla fibratura dello strato da verificare;
- $m$ : numero di strati con fibratura parallela allo strato da verificare;
- $t_i$ : spessore dello strato i-esimo;
- $z_i$ : posizione dello strato i-esimo.

### Verifica di Presso-Flessione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione :

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\sigma_{c,0,d}$ : valore di progetto della tensione di compressione parallela alla fibratura;
- $\sigma_{m,0,d}$ : valore di progetto della tensione di flessione parallela alla fibratura;
- $f_{c,0,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione parallela alla fibratura;

- 
- $f_{m,d,xlam}$ : valore di progetto della resistenza del pannello nei confronti della flessione;

La formula è basata sulle relazioni riferite nel documento DIN 1052, § 10.7.1, formule 128 e 132.

Per il calcolo della  $f_{m,d,xlam}$ ,  $\sigma_{c,0,d}$ ,  $\sigma_{m,0,d}$  si usano formule analoghe a quelle viste per il caso della tenso flessione.

### Verifica di Taglio-Torsione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione per ogni interfaccia fra due strati del pannello:

$$\left( \frac{\tau_d}{f_{v,d,xlam}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{drill,d}}{f_{v,d,xlam}} \right)^2 \leq 1$$

dove:

- $\tau_d$ : tensione di progetto di taglio;
- $\tau_{drill,d}$ : tensione di progetto di torsione;
- $f_{v,d,xlam}$ : resistenza di progetto a taglio;

La formula si basa sulle relazioni contenute nel DIN 1052, § 10.7.1, formule 129 e 133.

Per il calcolo della  $f_{v,d,xlam}$  si considera

$$f_{v,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{v,d}$$

dove:

- $k_{sys}$ : coefficiente di sistema;
- $f_{v,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del taglio;

Per la definizione di  $k_{sys}$  si consideri quanto detto per il caso della tenso flessione.

Le tensioni  $\tau_d$  e  $\tau_{drill,d}$  sono calcolate secondo quanto previsto dal manuale "BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts", edito dal Politecnico di Graz.

## Verifica di Taglio Trasversale

La verifica prevede il rispetto della seguente:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\tau_d$ : tensione di progetto di taglio;
- $f_{v,d,xlam}$ : resistenza di progetto a taglio;

Per il calcolo della  $f_{v,d,xlam}$  si considera

$$f_{v,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{v,d}$$

dove:

- $k_{sys}$ : coefficiente di sistema;
- $f_{v,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del taglio;

Per la definizione di  $k_{sys}$  si consideri quanto detto per il caso della tenso flessione.

La formula di verifica e il calcolo delle tensioni  $\tau_d$  seguono quanto previsto dal manuale “BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts”, edito dal Politecnico di Graz.

## Verifica di Rolling

La verifica prevede il rispetto della seguente:

$$\frac{\tau_{R,d}}{f_{R,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\tau_{R,d}$ : tensione di progetto di taglio;
- $f_{R,d,xlam}$ : resistenza di progetto a taglio;

Per il calcolo della  $f_{R,d,xlam}$  si considera

$$f_{R,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{R,d}$$

dove:

- $k_{sys}$ : coefficiente di sistema;

- 
- $f_{R,d} = 2 \cdot f_{t,90,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del rolling (calcolata secondo EC5-1-1:2009, § 6.1.7)
  - $f_{t,90,d}$ : valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione perpendicolare alla fibra;

Come valore di  $k_{sys}$  si considera 1.25.

La formula di verifica e il calcolo delle tensioni  $\tau_{R,d}$  seguono quanto previsto dal manuale “BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts”, edito dal Politecnico di Graz.

### **VERIFICHE DI DEFORMABILITA'**

Le verifiche sono eseguite secondo l'EC5-1-1:2009, § 7.2.

### **VERIFICHE DI STABILITA'**

Le verifiche sono eseguite secondo l'EC5-1-1:2009, § 6.3.2.

