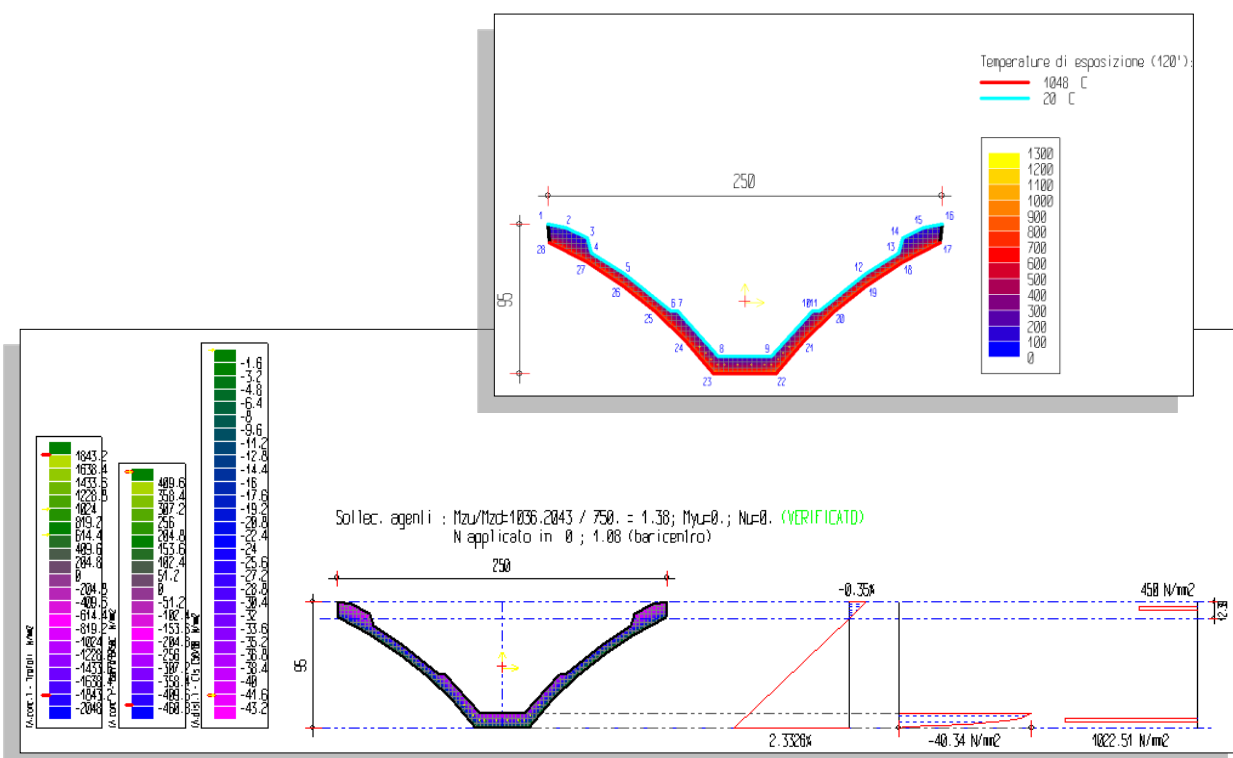




## Tutorial IS FUOCO

### Applicazioni Pratiche: Verifica di elementi strutturali sottoposti ad incendio



Nel seguito si modelleranno due sezioni (tratte dai numerosi esempi presenti sul manuale del programma IS Fuoco) di elementi strutturali sottoposti ad incendio:

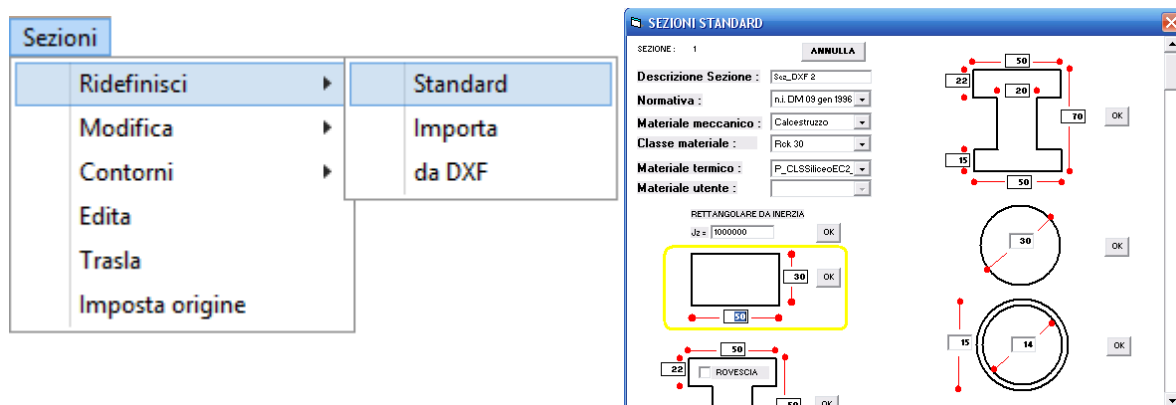
- pilastro in c.a. 25cm x 25cm sottoposto ad incendio per 120 minuti;
- profilo ad L in acciaio verniciato sottoposto ad incendio per 60 minuti.

## Esempio n°1 – Pilastro in c.a. sottoposto ad incendio

Dato un pilastro quadrato avente lato pari a 25 cm, lo si espone su tutti i lati alla curva di fuoco standard per 120 minuti, si calcolano le temperature nei nodi e si verifica la resistenza della sezione sottoposta a due diverse terne di sollecitazioni.

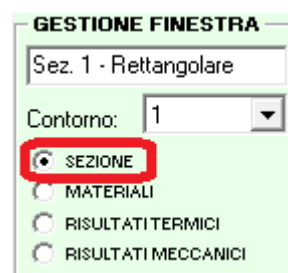
- Creiamo la sezione 25 cm x 25 cm;

Andiamo alla voce “Sezioni → Ridefinisci → Standard”; selezioniamo la sezione rettangolare, scriviamo 25 cm sulla base e sull'altezza, confermiamo cliccando il tasto “OK”.



Il programma IS Fuoco è gestibile tramite il pannello “Gestione Finestra” presente nella parte destra della schermata principale dove, tramite l’opportuna scelta rapida, il programma setta la grafica in modo ottimale, precisamente:

- Sezione: consente di visualizzare la sezione corrente;
- Materiali: riassume graficamente i materiali in gioco;
- Risultati Termici: verifica termica della sezione;
- Risultati Meccanici: verifica meccanica della sezione.

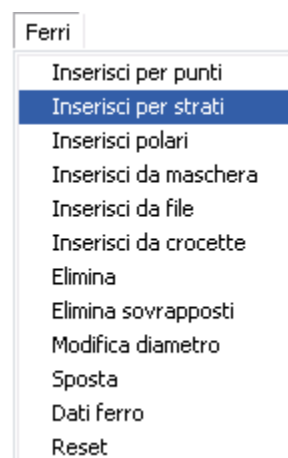


- Inseriamo l’armatura, 6 barre Ø 14;

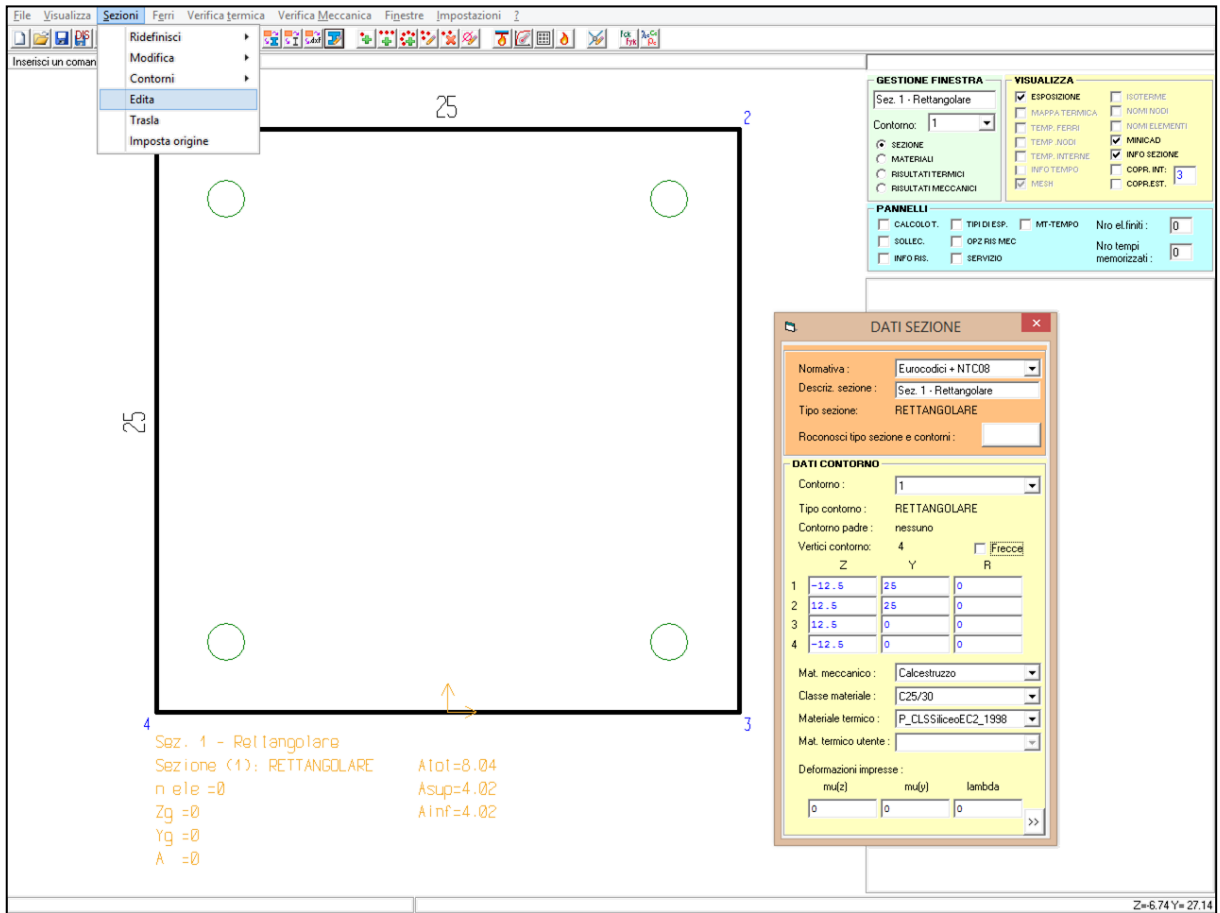
Da menu : “Ferri - Inserisci - Inserisci per strati”; nella barra degli input viene richiesto il numero dei ferri ed il loro diametro, che vanno digitati da tastiera. In questo esempio il numero di ferri è 2 ed il loro diametro è 16 mm, bisogna però modificare il copriferro da 3 cm (default del programma) a 4 cm per l’esempio corrente.

“Impostazioni - Disegno - Dati” → nella quinta voce “Copriferro predefinito - armature longitudinali – asse ferro” inserire 4 e premere accetta e esci.

Ci si posiziona, poi, sulla sezione del pilastro cliccando sulla linea di copriferro nell’estremità di sinistra e poi nell’estremità di destra; in automatico si avranno il numero di ferri scelto e una distanza costante fra essi.

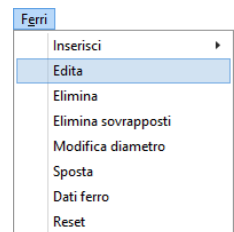
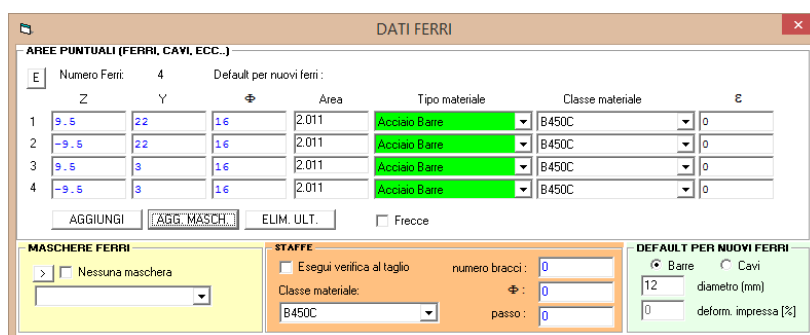


- Impostazione materiali;



Una volta definite la forma della sezione e l'armatura bisogna scegliere le caratteristiche dei materiali che le compongono e la normativa a cui riferirsi. Selezioniamo il menu "Sezioni → Edita" in modo da rendere visibile il pannello corrispondente. Per il campo "Normativa" si sceglie "Eurocodici + NTC18", per quanto riguarda il materiale meccanico si seleziona il calcestruzzo con classe materiale C25/30, infine, per quanto riguarda il materiale termico, si imposta il cls siliceo previsto dall'Eurocodice 2.

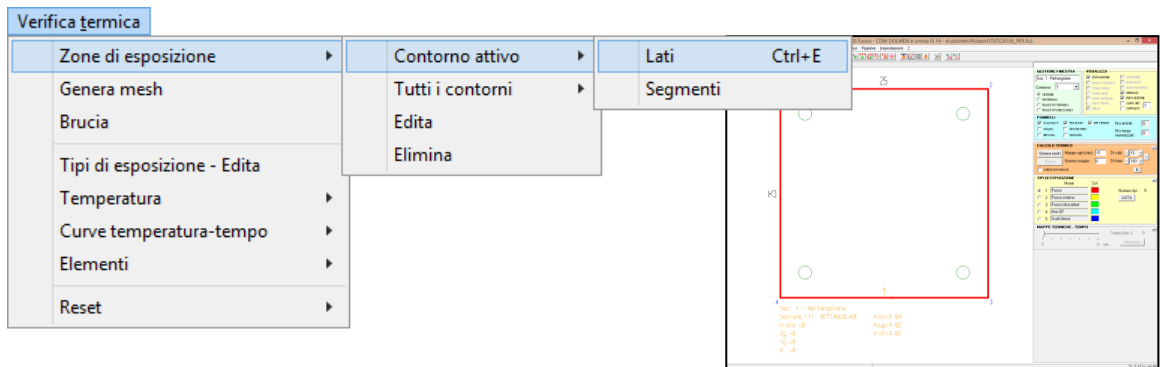
Selezionando "Ferri → Edita" appare il pannello delle caratteristiche dell'armatura; in particolare possono essere editate le coordinate e le caratteristiche dei singoli ferri. Inoltre sempre in questa schermata è attivabile la verifica a taglio.



- **Zone di esposizione;**

Passiamo alla selezione “Risultati termici” per portare a video tutte le opzioni relative;

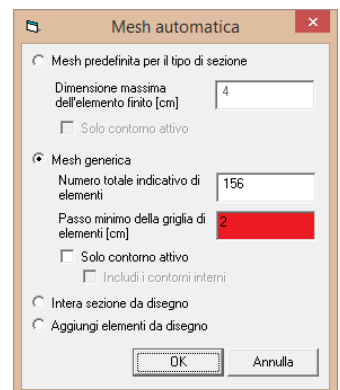
Nel pannello “Tipi di esposizione” si trova l’elenco delle curve temperatura - tempo previste di default dal programma, che coincidono con quelle previste dall’EC2. Si seleziona quindi “Fuoco” tra i possibili tipi di esposizione e lo si assegna a tutti e 4 i lati del pilastro con il comando “Verifica termica - Zone di esposizione – Contorno attivo - Lati” e poi si clicca con il mouse sui quattro lati esterni che risultano sottoposti ad incendio.



- **Meshatura ed Avvio Analisi - Visualizzazione risultati termici**

Alla voce “Calcolo termico” (riquadro arancio sulla destra nella schermata principale) clicchiamo il tasto “Genera mesh”. A questo punto si apre un pannellino con due possibili scelte: “Mesh predefinita per il tipo di sezione” e “Mesh generica”. Per questa sezione avente una forma semplice e comune si sceglie la prima opzione e si modifica la dimensione massima dell’elemento finito digitando 2.

Confermata questa scelta, si definisce il numero di mappe e la durata di queste (nel presente esempio si scelgono otto mappe da 15 minuti) e si clicca il tasto “Brucia”. In questo modo il calcolo ha inizio e la barra di progressione comincia a muoversi dal tempo 0 a quello scelto. Quando questa barra si trova sulla tacca finale, ossia in corrispondenza di 120 minuti, il calcolo termico è completo ed in automatico viene selezionata la quarta voce del menu “Gestione finestra” portando in primo piano:

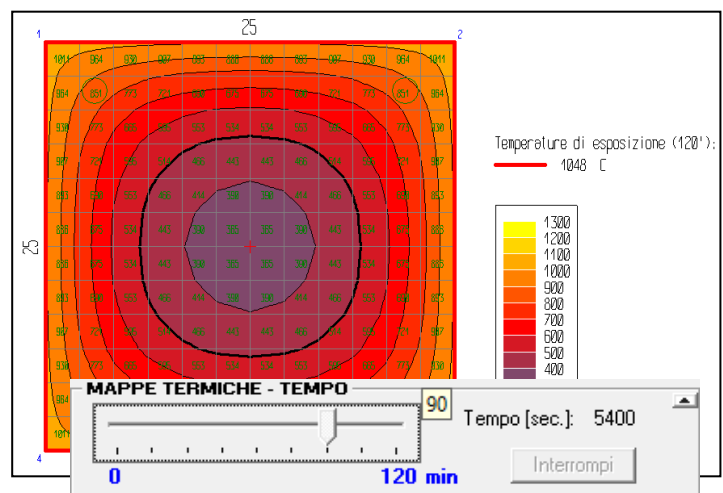
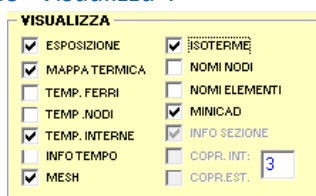


- Esposizione
- Mappa termica
- Mesh

Noi aggiungiamo:

- Temp. interne
- Isoterme

Basta selezionare le relative voci nel pannello “Visualizza”.



Tramite l'apposito cursore è possibile interrogare i risultati termici ai diversi step temporali.

- **Verifiche strutturali;**

Selezioniamo “Risultati meccanici” ottimizzando così la grafica per la verifica meccanica della sezione.

Occorre creare due combinazioni di carico quindi premere “LISTA” nel pannello “Sollecitazioni” e creare due terne di sollecitazione tramite il tasto “Aggiungi”; inserire i seguenti valori:

**Terna n°1**

Mzd = 0            daNcm  
Myd = 0            daNcm  
Nd = -50000      daN  
Tyd = 0 daN

**Terna n°2**

Mzd = 10000      daNcm  
Myd = 10000      daNcm  
Nd = -10000      daN  
Tyd = 0 daN



Per visualizzare le unità di misura in cui sono espressi tali valori, o per inserirli con un'altra unità di misura, bisogna cliccare due volte sul numero scritto in colore blu e si aprirà un pannello di conversione, in cui il valore che si trova colorato in giallo sarà poi visualizzato nella casella di inserimento dati.

Per calcolare gli effetti delle terne di sollecitazione sulla sezione occorre premere il tasto “CALCOLA”. È possibile visualizzare i risultati in funzione della terna di sollecitazione e del tempo di esposizione. Nel pannello “Opzioni risultati meccanici” si può scegliere “A freddo” oppure “A caldo”, selezionando la seconda possibilità compare la barra di progressione per analizzare i risultati con il passare del tempo di esposizione all'incendio.

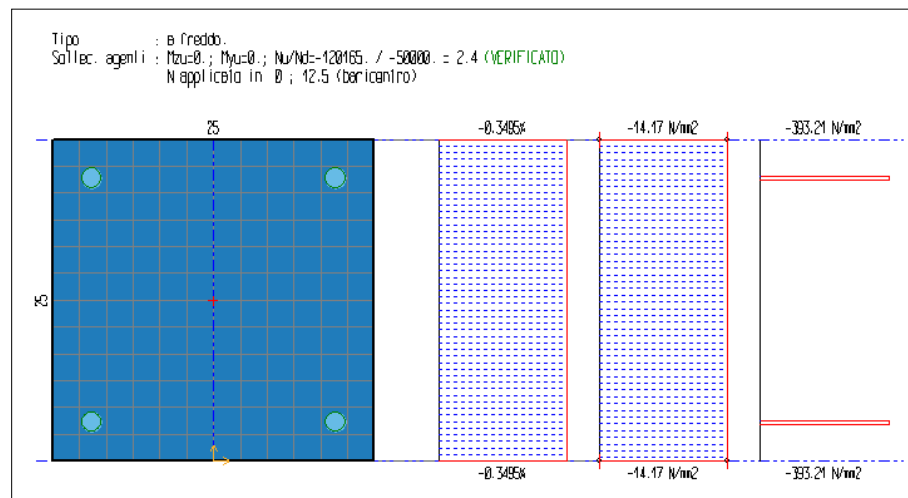
È presente un menu a tendina dal quale si può selezionare il risultato da visualizzare scegliendo tra le seguenti possibilità:

- Deformazioni elastiche;
- Tensioni nei materiali;
- Tensione (T°) / Tensione Max (20°);
- Tensione (T°) / Tensione Max (T°);
- Tensione Max (T°);
- Tensione Max (T°) / Tensione Max (20°)

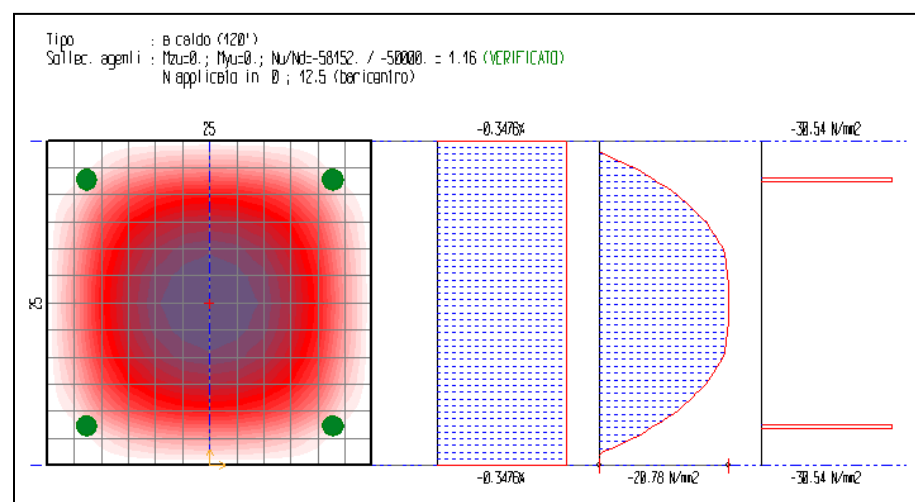
Vediamo ora alcune schermate relative all'analisi risultati:



- a freddo, terna 1, tensioni nei materiali



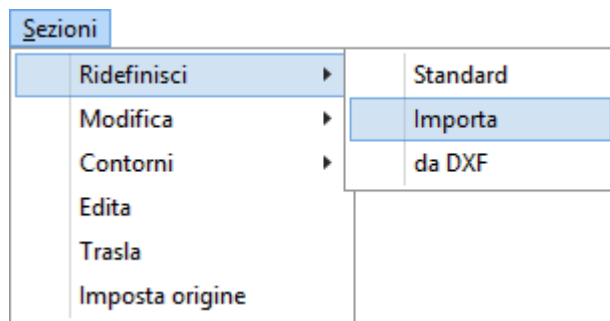
- a freddo, terna 2, tensioni nei materiali
- a caldo, 120', terna 1, tensioni nei materiali



- a caldo, 120', terna 2, tensioni nei materiali





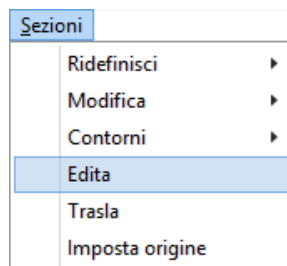


Bisogna selezionare il profilo voluto e poi cliccare sul tasto “Apri”, in questo modo il pannello “Importa sezione utente” si chiude e si torna sulla finestra principale, in cui la sezione presente sarà il profilato scelto.

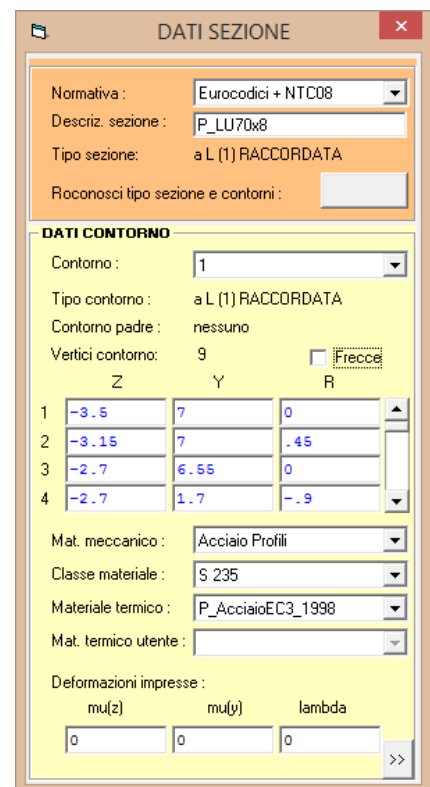


- **Impostazione materiali;**

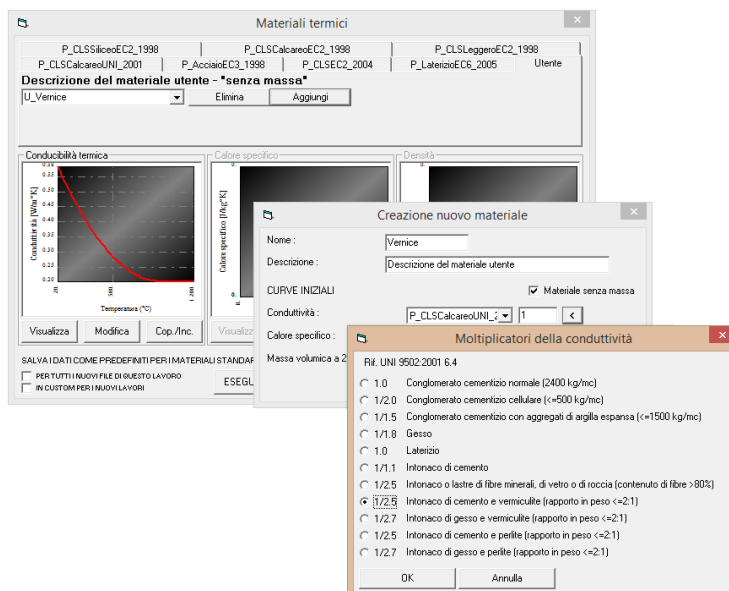
A questo punto bisogna scegliere le caratteristiche dei materiali e la normativa a cui riferirsi; selezionare quindi la voce “Sezioni → Edita” in modo da rendere visibile il pannello corrispondente.



Si compila il pannello “Dati sezione” inserendo “Eurocodici+NTC18” come normativa, per quanto riguarda il materiale meccanico si seleziona “Acciaio profili” con classe materiale S235. Infine, per quanto riguarda il materiale termico, si imposta l'acciaio previsto dall'Eurocode 3.



- **Creazione materiale isolante;**



Definiamo le caratteristiche della vernice protettiva che riveste il profilo metallico.

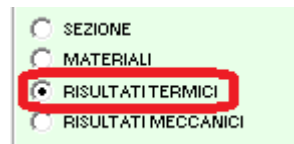
Eseguendo “Impostazioni - Materiali - Termici”, si apre un pannello con varie linguette. Aprendo quella nominata “Utente”, si clicca sul tasto “Aggiungi”.

Si apre la finestra “Creazione nuovo materiale” che richiede un

nome ("Vernice") e una descrizione; dopo aver compilato tali campi, si spunta la dicitura "Materiale senza massa". L'ultima richiesta che rimane riguarda la conducibilità, se non si ha a disposizione questo valore si può prendere uno di quelli forniti a titolo d'esempio tra alcuni materiali comuni. In questo esempio si sceglie "Intonaco o lastre di fibre minerali" la cui conducibilità è pari a 1/2,5. Si conferma questa scelta cliccando su "OK" e poi su "Genera materiale" e su "Esci".

- **Zone di esposizione e rivestimento;**

Passiamo alla selezione "Risultati termici" per portare a video tutte le opzioni relative;

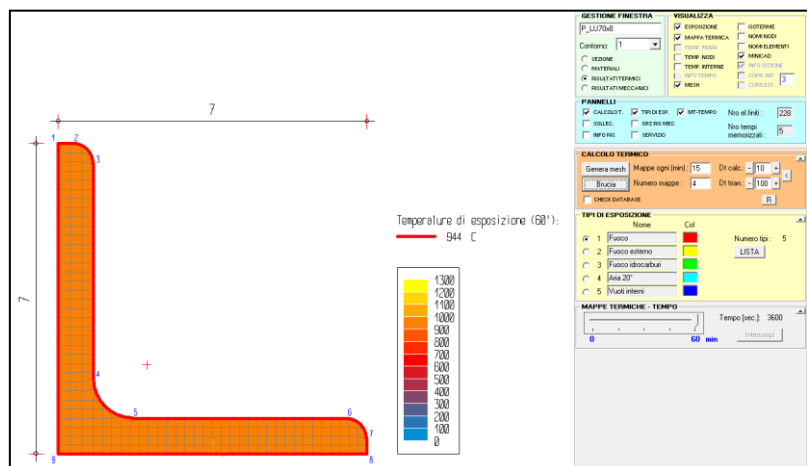


Nel pannello "Tipi di esposizione" si trova l'elenco delle curve temperatura - tempo previste di default dal programma, che coincidono con quelle previste dall'EC2. Assegniamo la protezione "Vernice" alla curva "Fuoco" con uno spessore di 2 mm: in "Tipi di esposizione" premiamo "LISTA" per accedere al pannello relativo alla personalizzazione dei tipi di esposizione e, selezionata la prima curva (Fuoco), selezioniamo "Vernice" come isolante impostando 2 mm di spessore. Per far sì che il primo tipo di esposizione sia assegnato a tutti i lati, si esegue: "Verifica termica - Zone di esposizione - Lati" e poi si clicca con il mouse sui lati esterni che vengono esposti ad incendio.



- **Meshatura ed Avvio Analisi;**

Alla voce "Calcolo termico" (riquadro arancio sulla destra) clicchiamo il tasto "Genera mesh". A questo punto si apre un pannellino con due possibili scelte: "Mesh predefinita per il tipo di sezione" e "Mesh generica"; impostiamo la dimensione massima dell'elemento finito digitando 0.2.



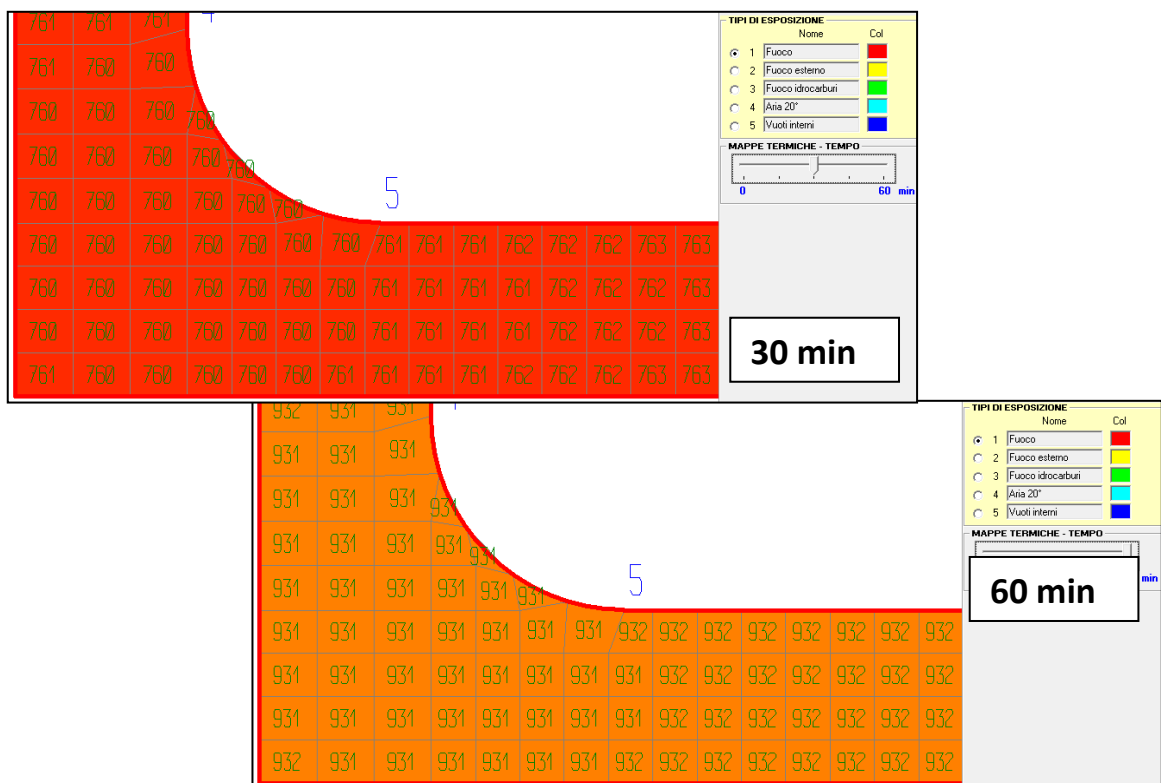
Confermata questa scelta si definisce il numero di mappe e la durata di queste (nel presente esempio si scelgono 4 mappe da 15 minuti) e si clicca il tasto “Brucia”. In questo modo il calcolo ha inizio e la barra di progressione comincia a muoversi dal tempo 0 a quello scelto. Quando questa barra si trova sulla tacca finale, ossia in corrispondenza di 60 minuti, il calcolo termico è completo ed in automatico viene selezionata la quarta voce del menu “Gestione finestra” portando in primo piano:

- Esposizione
- Mappa termica
- Mesh

Noi aggiungiamo:

- Temp. interne

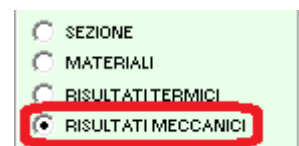
Tramite l'apposito cursore è possibile interrogare i risultati termici ai diversi step temporali.



- **Verifiche strutturali;**

Selezioniamo “Risultati meccanici” ottimizzando così la grafica per la verifica meccanica della sezione.

Occorre creare una combinazione di carico quindi premere “LISTA” nel pannello “Sollecitazioni” e creare una terna vuota tramite il tasto “Aggiungi”; lasciare nulle le azioni ma impostare “N-” come  $S_{ult}$  per valutare in automatico il massimo sforzo normale di compressione:



LISTA SOLLECITAZIONI AGENTI

E Nro sollecitazioni: 1

	Mzd	Myd	Nd	Tyd	Sult	Descrizione
1	0.	0.	0.	0.	N-	Soll. 1

AGGIUNGI ELIMINA ULT. ELIMINA DOPPI ASTE 3D COP. INC. ☐ Freccie

Per visualizzare le unità di misura in cui sono espressi gli sforzi ed i momenti o per inserirli con un'altra unità di misura bisogna cliccare due volte sul numero scritto in colore blu e si aprirà un pannello di conversione, in cui il valore che si trova colorato in giallo sarà poi visualizzato nella casella di inserimento dati.

Per calcolare gli effetti delle terne di sollecitazione sulla sezione occorre premere il tasto "CALCOLA". È possibile visualizzare i risultati in funzione della terna di sollecitazione e del tempo di esposizione. Nel pannello "Opzioni risultati meccanici" si può scegliere "A freddo" oppure "A caldo", selezionando la seconda possibilità compare la barra di progressione per analizzare i risultati con il passare del tempo di esposizione all'incendio.

OPZIONI RISULTATI MECCANICI

☐ A FREDDO ☒ A CALDO ☒ INTERATTIVI ☐ TAVOLA

☐ CURVE DI LIVELLO ☒ ELEMENTI FINITI ☒ MAPPA ☐ VALORI

Deformazioni elastiche

Deformazioni elastiche

Tensione nei materiali (T°)

Tensione (T°) / Tensione Max. (20°)

Tensione (T°) / Tensione Max. (T°)

Tensione Max. (T°)

Tensione Max. (T°) / Tensione Max. (20°)

Molt. a caldo: 1

Molt. a freddo: 1

È presente un menu a tendina dal quale si può selezionare il risultato da visualizzare scegliendo tra le seguenti possibilità:

- Deformazioni elastiche;
- Tensioni nei materiali;
- Tensione (T°) / Tensione Max (20°);
- Tensione (T°) / Tensione Max (T°);
- Tensione Max (T°);
- Tensione Max (T°) / Tensione Max (20°)

#### • RISULTATI:

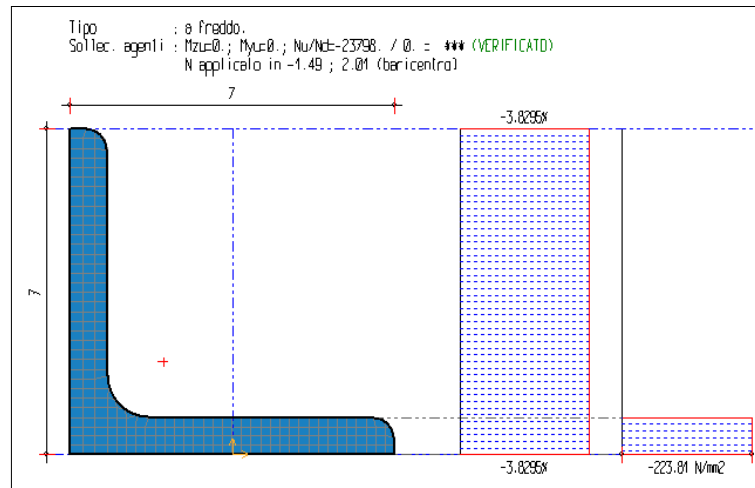
Viene ora rappresentato lo sforzo normale massimo sostenibile dalla sezione in esame, in particolare vengono espressi gli scenari:

- 1 – a freddo
- 2 – a caldo 30 minuti
- 3 – a caldo 60 minuti

a freddo:

Nmax = 23793 daN

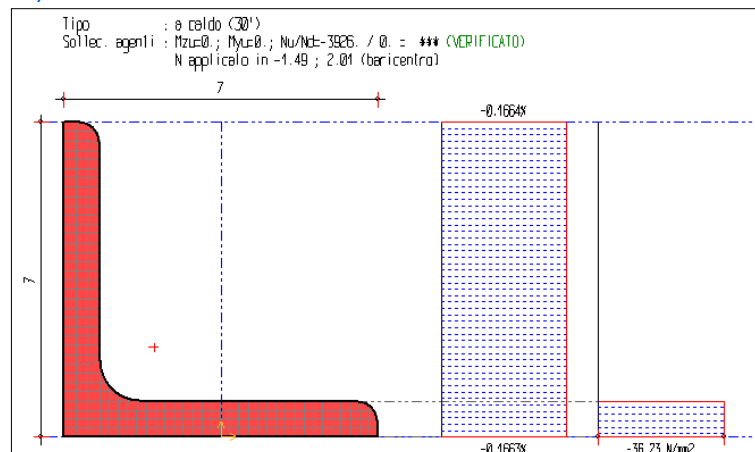
(temp. acciaio = 20°)



a caldo 30':

$N_{max} = 3926 \text{ daN}$

(temp. acciaio = 765°)



a caldo 60':

$N_{max} = 1340 \text{ daN}$

(temp. acciaio = 932°)

