

Invito alla trave a fibre

18 novembre 2025

Forse non tutti sanno che...

Forse non tutti sanno che.... Splendida rubrica della Settimana Enigmistica. Rubrica dal titolo che ci ha sempre affascinati perché unisce la cortesia del forse con la certezza di dare una informazione interessante

Forse non tutti sanno che Nòlian mette a disposizione uno strumento potentissimo, modernissimo e che può risolvere problemi altrimenti non di immediata soluzione.

La trave a fibre.

Un'idea geniale che prevede la discretizzazione della sezione in innumerevoli "fibre" che consentono la massima flessibilità nella descrizione della sezione.

Alle fibre si possono associare materiali diversi da fibra a fibra, sofisticati, non lineari; calcestruzzo a comportamento ciclico non lineare, confinato o meno e fasce di rinforzo di qualsiasi materiale, armature con acciaio ad andamento non lineare, cavi di pretensione. Una versatilità unica e insieme sintetica.

Non si tratta di un passatempo per "nerd" ma di uno strumento che aiuta nella soluzione di problemi quotidiani di progettazione e, con la interfaccia grafica evoluta di Nòlian, è anche facile da usare.

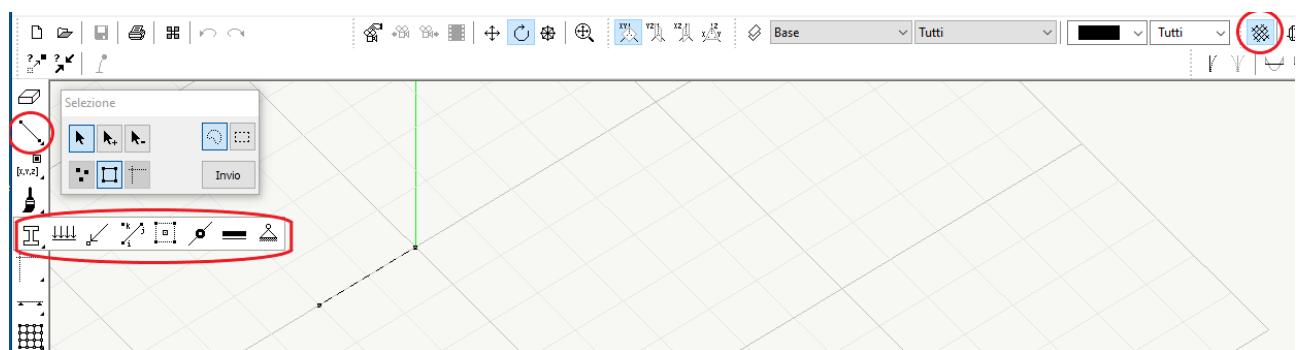
Se, ad esempio, si usa la Trave a fibre omogenea, basta definire il materiale, associarla ad un elemento dal quale la trave a fibre acquisisce la geometria automaticamente.

Non usare uno strumento così potente e risolutivo non è un buon modo di svolgere il proprio ruolo di progettista evoluto.

Se siete curiosi e volete sperimentare, una “visita guidata”.

Sperimentare con la trave a fibre

Scaricate il FreeLite se non avete Nòlian.



Vi troverete già sul piano xy a quota z=0.

In figura, cerchiati, i comandi da impiegare.

Attivate la griglia dalla "toolbar".

Attivate dalla palette sulla sinistra lo strumento di tracciamento di un elemento monodimensionale. Tracciate graficamente l'elemento con l'aiuto della griglia.

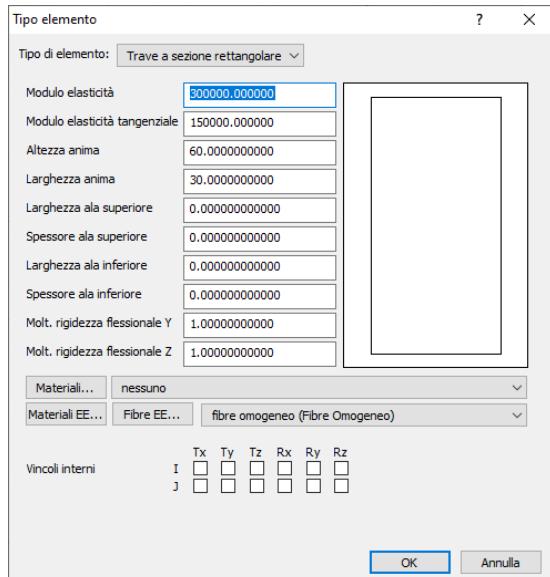
Attivate l'icona dei vincoli, sempre dalla palette, e vincolate tutti i 6 gdl di un nodo.

Sul nodo opposto della mensola assegnate una forza concentrata secondo z negativo.

Per farlo, doppio clic sull'icona dei carichi e generate una condizione di carico. Quindi attivate l'icona dei carichi concentrati e cliccate sul nodo. Assegnate il valore della forza, suggeriamo valore negativo sull'asse z.

Ora dobbiamo assegnare le caratteristiche dell'elemento.

Attiviamo l'icona della palette con il simbolo di una sezione. Clicchiamo sull'elemento già tracciato e assegniamo le dimensioni di una sezione. Suggeriamo rettangolare assegnando solo i primi due valori di dimensione nel dialogo. Ovviamente dobbiamo assegnare anche i moduli elastici.



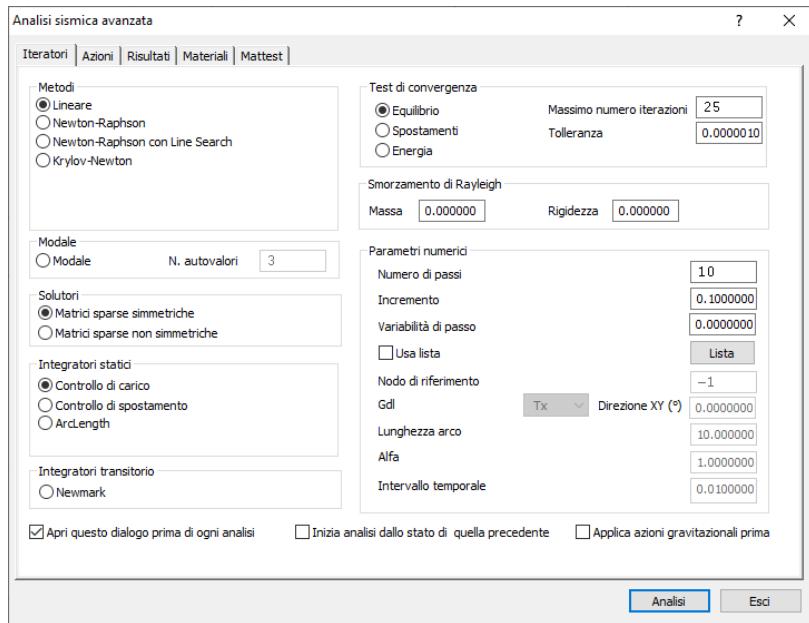
Abbiamo fatto. Clicchiamo su analisi statica e poi, dal menu Risultati, attiviamo Spostamenti e clicchiamo sul nodo. Leggeremo gli spostamenti del nodo sotto il carico.

Annotiamo il valore di spostamento secondo z per successivi riscontri.

Ora passiamo all'ambiente Earthquake Engeneering.

L'ambiente Earthquake Engeneering

Nell'ambiente Earthquake Engeneering occorre assegnare le azioni che possono essere molto sofisticate. In questo caso abbiamo solo l'azione statica già generata in Nòlian, però dovremo assegnarla come azione quindi generiamo un'azione statica ed associamo la condizione di carico già generata in Nòlian. (Analisi → Sismica avanzata → Azioni).



Ora, per prendere confidenza, selezioniamo dal menu Analisi la opzione Sismica avanzata, ma non faremo un'analisi sismica non lineare ma una semplice analisi lineare. Quindi dal dialogo che si apre selezioniamo analisi lineare e lanciamo l'analisi. Se non abbiamo fatto errori lo spostamento dovrebbe essere lo stesso ottenuto già con Nolian.

A che serve tutto questo? A prendere confidenza con in modo di lavorare secondo le vostre scelte e le vostre esigenze e non quelle del programma.

Finalmente la trave a fibre

Ora è finalmente la volta della trave a fibre.

Andate sul menu Materiali. Qui vi si apre un mondo. Non vi preoccupate.

Per prima cosa generate un materiale monodimensionale elastico con le stesse caratteristiche di elasticità assegnate in precedenza all'elemento.

Ora avete il materiale, vi serve la sezione. Andate, sempre restando nel dialogo dei materiali, su Sezioni e quindi Fibre omogeneo. Assegnate alla sezione il materiale elastico appena generato.

Ora dovete associare la sezione appena generata all'elemento. Attivate dalla palette lo strumento con l'immagine di una sezione e quindi cliccate sull'elemento. Dal menu Materiali Earthquake Engineering scegliete il materiale della sezione appena generata.

Ripetete l'analisi lineare. Controllare lo spostamento: sarà certamente inferiore a quello già ottenuto in precedenza. Perché? Perché per abitudine alla trave avremo assegnato una resistenza a taglio la metà di quella flessionale, cosa che non è significativo per un materiale elastico. Assegniamo la resistenza a taglio nella trave pari a quella flessionale e la deformazione sarà pressoché coincidente. Ancora una volta le possibilità di una visione critica di ciò che si dà in genere per certezze acquisite.

Questa è una lezione importante. Contrariamente alle pretese di certezza assoluta presupposta nelle normative, l'analisi delle strutture impiega metodi numerici sofisticati ma che insegnano che vi è un margine di incertezza non una verità assoluta. Occorre abituarsi a considerare in modo critico il

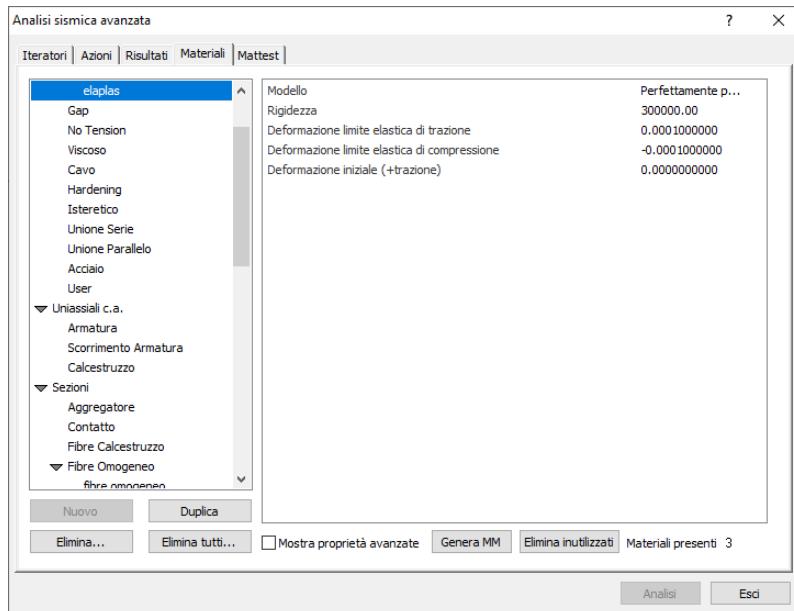
peso di questo margine.

Non ce ne siamo accorti ma abbiamo usato una trave a fibre.

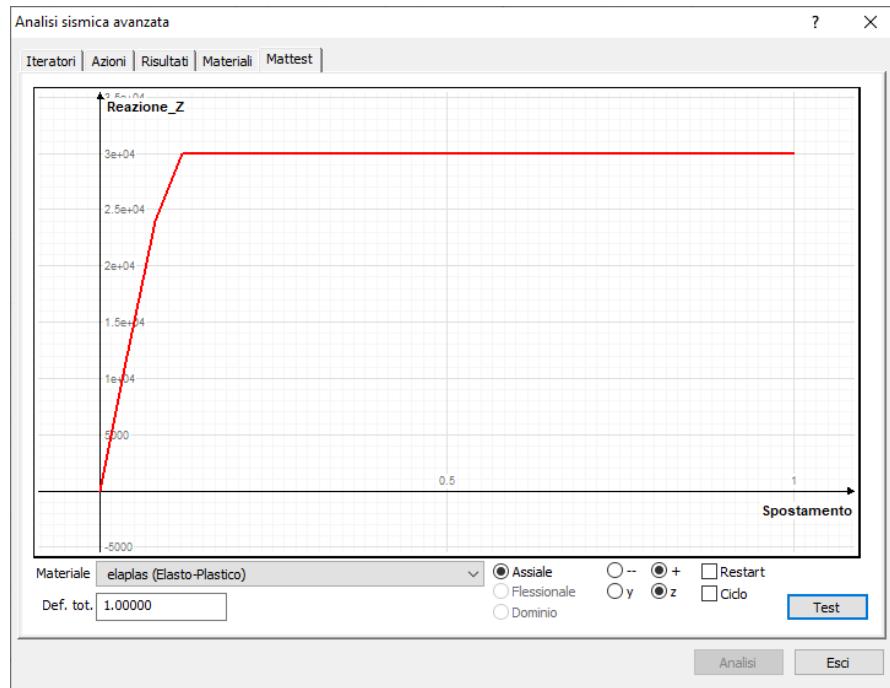
Vi chiederete perché questo lungo percorso. Perché per imparare ad usare gli attrezzi, in qualsiasi mestiere, occorre soprattutto esercitarsi.

Ora andiamo progressivamente sul più complesso.

Proviamo un materiale omogeneo ma a comportamento elasto-plastico come ad esempio l'acciaio. Come abbiamo fatto per il materiale elastico, generiamo un materiale elasto-plastico, cioè un semplice materiale con deformazione di snervamento e comportamento post-critico indurente. In figura un esempio.

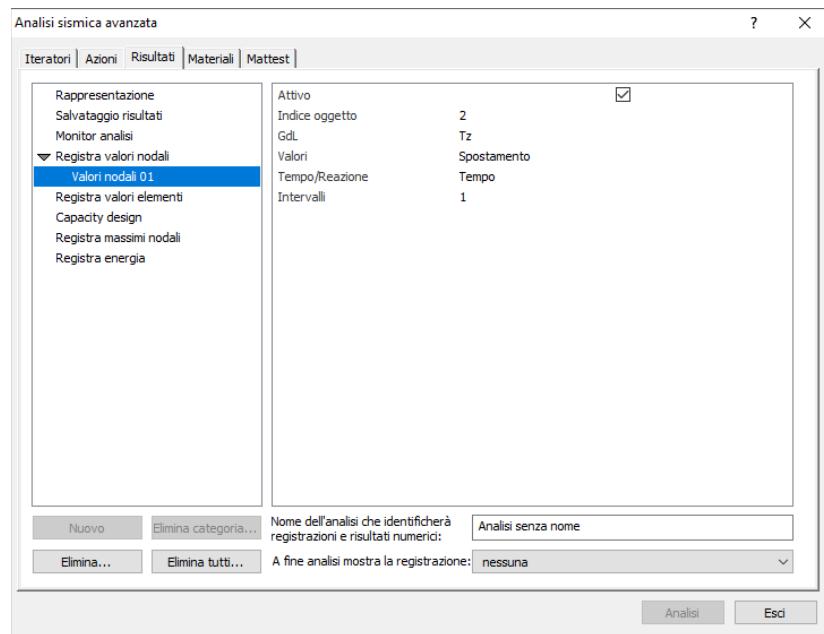


L'assegnazione numerica vorremmo controllarne la correttezza. Andiamo su MatTest, selezioniamo il materiale e un intervallo di test. Vedremo il comportamento elasto-plastico che ci aspettavamo.

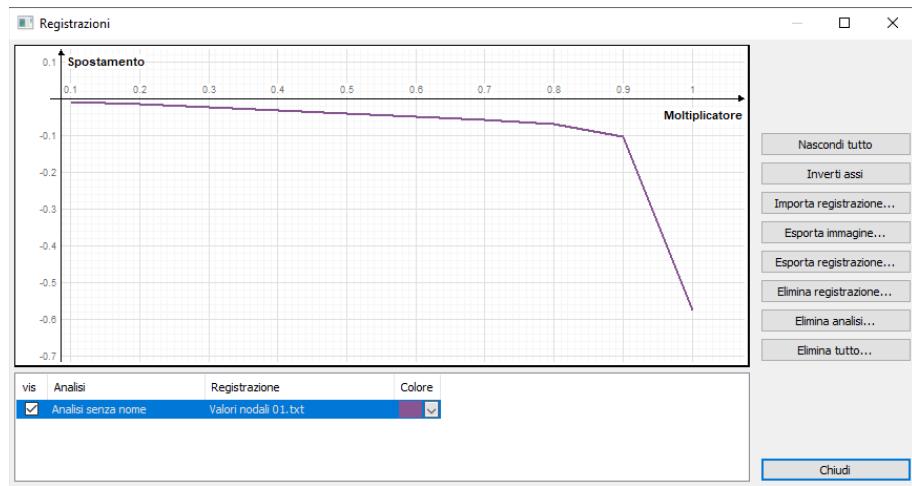


Per vedere gli spostamenti, assegniamo il materiale all’elemento come abbiamo già fatto. Per entrare nella fase di snervamento dobbiamo aumentare il carico. (Nel nostro esempio avevamo assegnato una forza di 1000 ed ora la portiamo a 5000). Sempre eseguendo una analisi lineare otterremo uno spostamento del vertice, nell’esempio che stiamo eseguendo noi, di molte volte superiore a quello per l’aumento del carico.

Posiamo anche attivare una registrazione.



E quindi vedere l'andamento dello spostamento.



Non abbiamo eseguito analisi non lineari che darebbero risultati leggermente diversi ma non eclatanti in quanto il comportamento del materiale è sostanzialmente lineare ad ogni incremento del carico ad ogni iterazione.

Ora andiamo progressivamente sul più complesso: sezione in calcestruzzo.

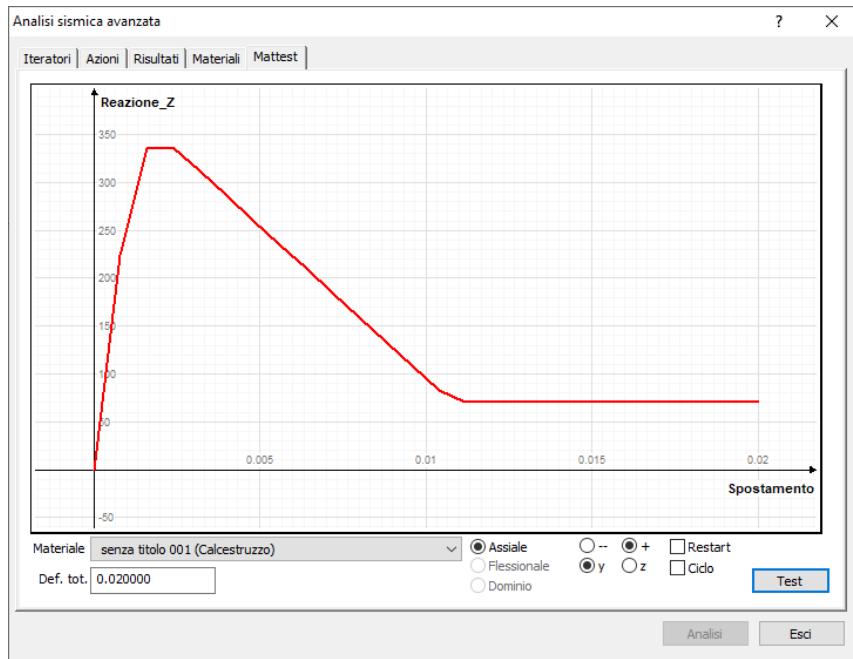
Come abbiamo fatto in precedenza: Materiali, Sezioni, Fibra calcestruzzo. Qui dobbiamo aver generato in precedenza un materiale calcestruzzo e un materiale armatura.

Forse si è compresa la logica di Nòlian, logica costruttiva e molto articolata, piena di possibilità di indagine.

Ormai nelle assegnazioni siamo degli esperti.

Non ci resta che costatare che gli spostamenti con la trave in calcestruzzo sono cambiati. È ovvio, talmente ovvio che spesso non si pensa alla complessità del problema dell'analisi strutturale.

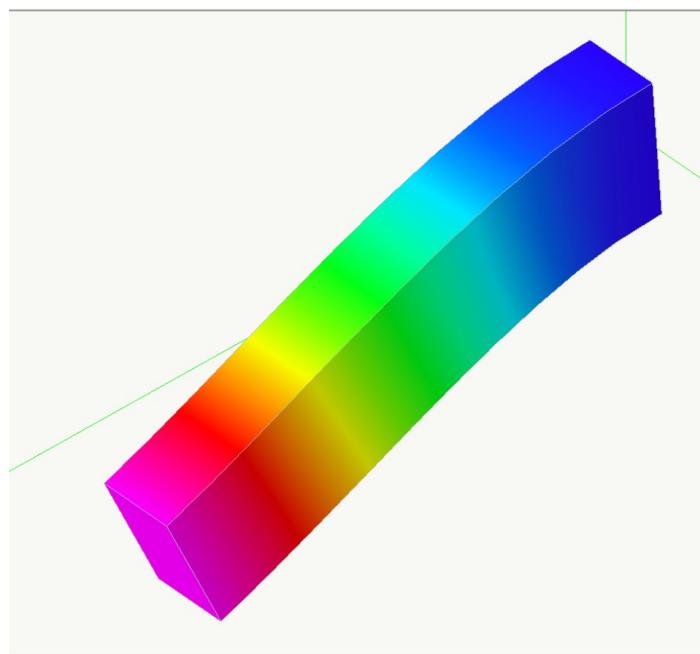
Potrete anche vedere il diagramma tensione deformazione del materiale calcestruzzo tramite la funzione MatTest.



Aumentando la forza e magari facendo un'analisi non lineare, ci accorgeremo delle potenzialità e della ricchezza della vera analisi strutturale. Il materiale infatti entrerà in fase plastica.

Come si vede, un approccio unitario tramite strumenti numerici sofisticati e che interpretano un meccanismo appunto unitario, non costringe alla “parcellizzazione” del problema e cioè ad avere ambiti separati per ogni tipo di problema. Con questo tipo di approccio unitario si può seguire l’andamento strutturale in tutti i suoi aspetti operando con un unico “oggetto” e un unico percorso strumentale e mentale.

Per chi ama più la grafica che non i grafici, una immagine della trave inflessa.



Ora possiamo sperimentare la sezione a fibre per via grafica. Qui avremo ancora più possibilità, ma ormai avrete capito il modo di operare e la filosofia di approccio ai modelli di Nòlian. Vi lasciamo

sperimentare da soli.

Buon lavoro.

L'interfaccia grafica della trave a fibre

Anzi.

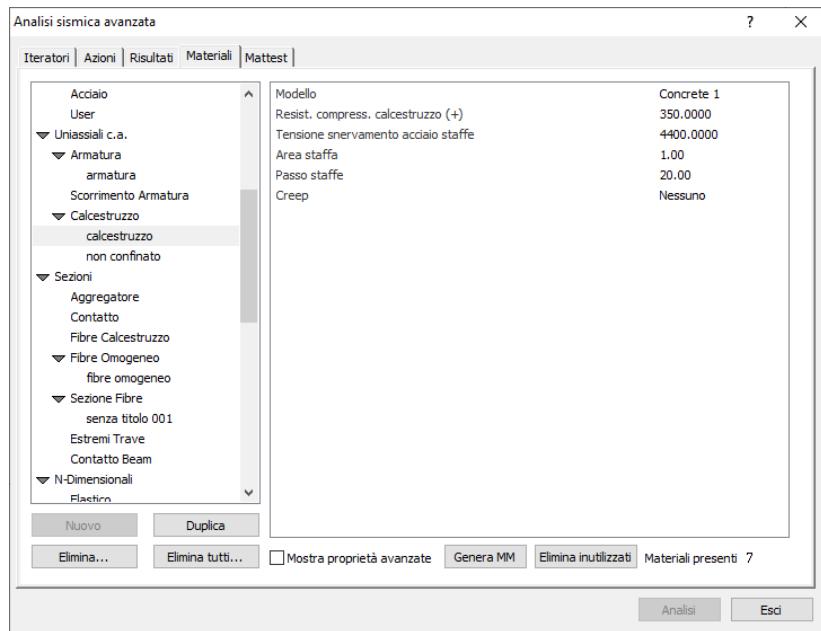
A chi volesse ancora qualche suggerimento ecco qualche indicazione sulla trave a fibre per via grafica.

La trave a fibre è uno strumento eccezionale per l'analisi strutturale, lo abbiamo detto.

In Earthquake Engineering vi è anche un dialogo di interfaccia che consente di sfruttare a pieno tutte le potenzialità di questo strumento.

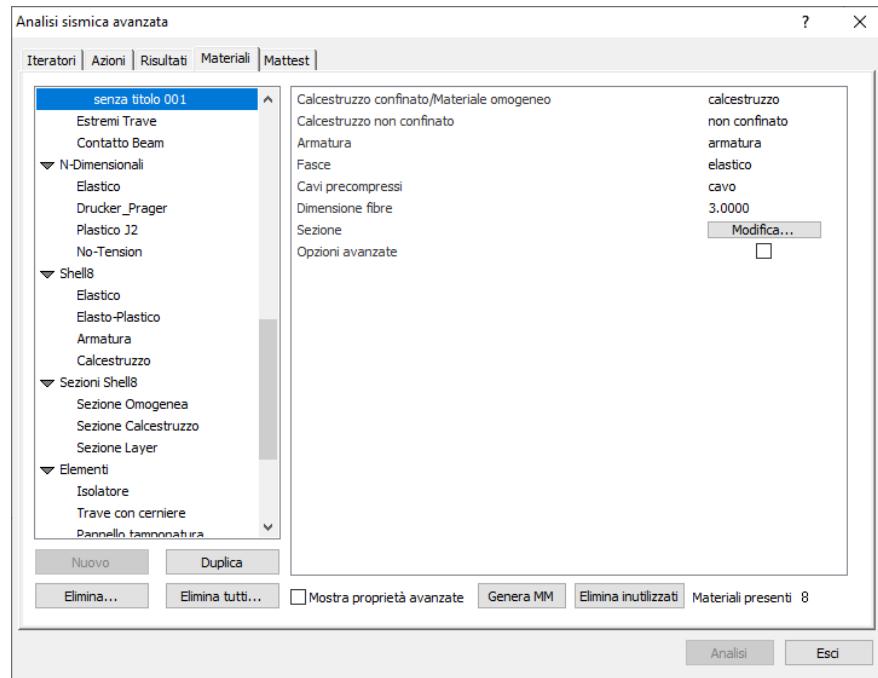
Si accede a questo dialogo dal menu Materiali, quindi Sezioni, quindi Trave a fibre grafica.

Occorre aver prima assegnato i materiali necessari: calcestruzzo, armature, eventuali cavi di pretensione.

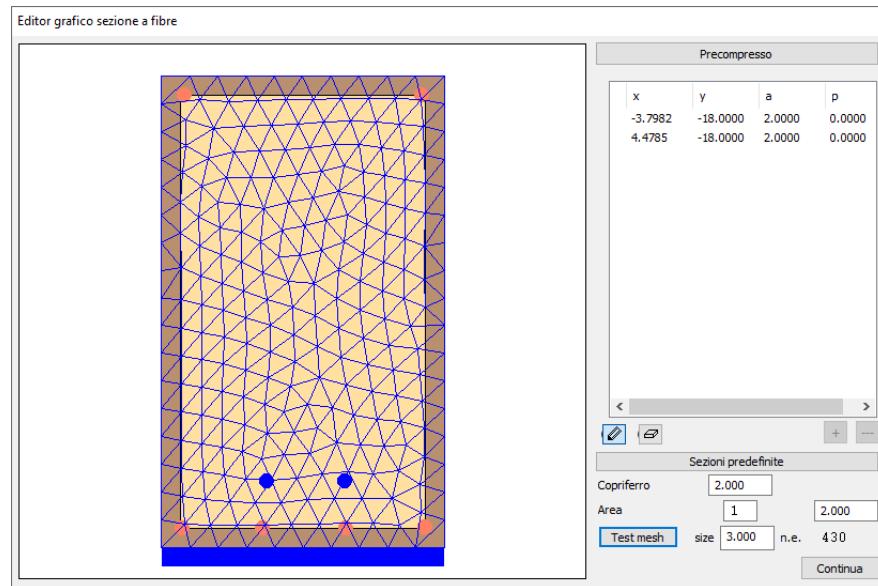


Per il calcestruzzo vi sono due modelli reologici, scegliamo il primo rimandando al manuale per gli approfondimenti.

Quindi accediamo al dialogo. Si assegnano i materiali selezionandoli dai relativi combo-box (ovvero menu).



La sezione può essere assegnata come vertici di un poligono oppure selezionandola dal dialogo "Sezioni predefinite".



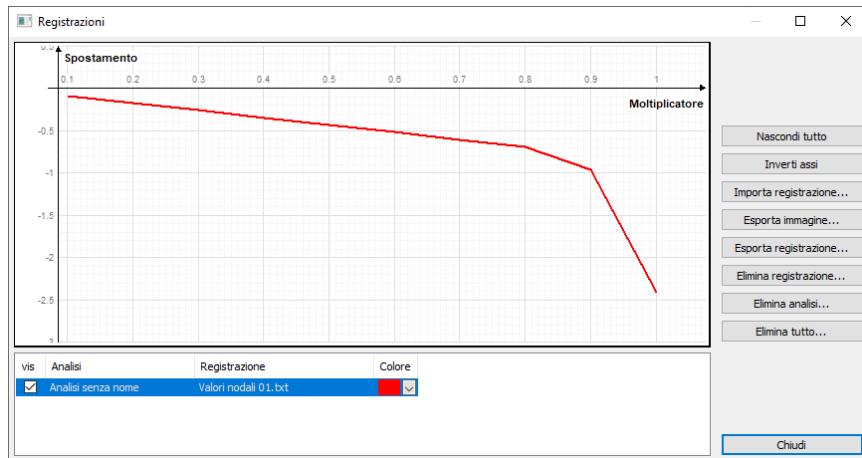
Quindi si assegneranno, cliccando sulla immagine della sezione, le armature sulla linea di copriferro (per i pignoli qui è detto copriferro il perimetro di asse delle armature. il copriferro inteso in senso in senso costruttivo richiederà un opportuno incremento dell'asse delle barre).

Attivando Precompresso è possibile, come per le armature, assegnare la posizione dei cavi di pretensione.

Se lo si desidera si possono aggiungere fasce di rinforzo lungo i lati (nella figura precedente in

colore blu).

Abbiamo, cioè, una completa gestione di una sezione con materiali scelti tra i molti disponibili: a comportamento lineare o non lineare. E' possibile anche scegliere la dimensione delle fibre e controllarne la suddivisione sulla rappresentazione.



Senza senso un raffronto degli spostamenti con la trave precedente. In figura il comportamento non lineare forza-spostamento.

Progettare vuol dire scegliere e si può scegliere solo se si possono configurare delle alternative. Quindi gli strumenti di progetto devono essere flessibili e non procedurali!

Si consiglia di "giocare," cambiando i parametri in un esempio molto semplice, quale appunto una mensola, per impadronirsi del formidabile strumento "Trave a fibre".