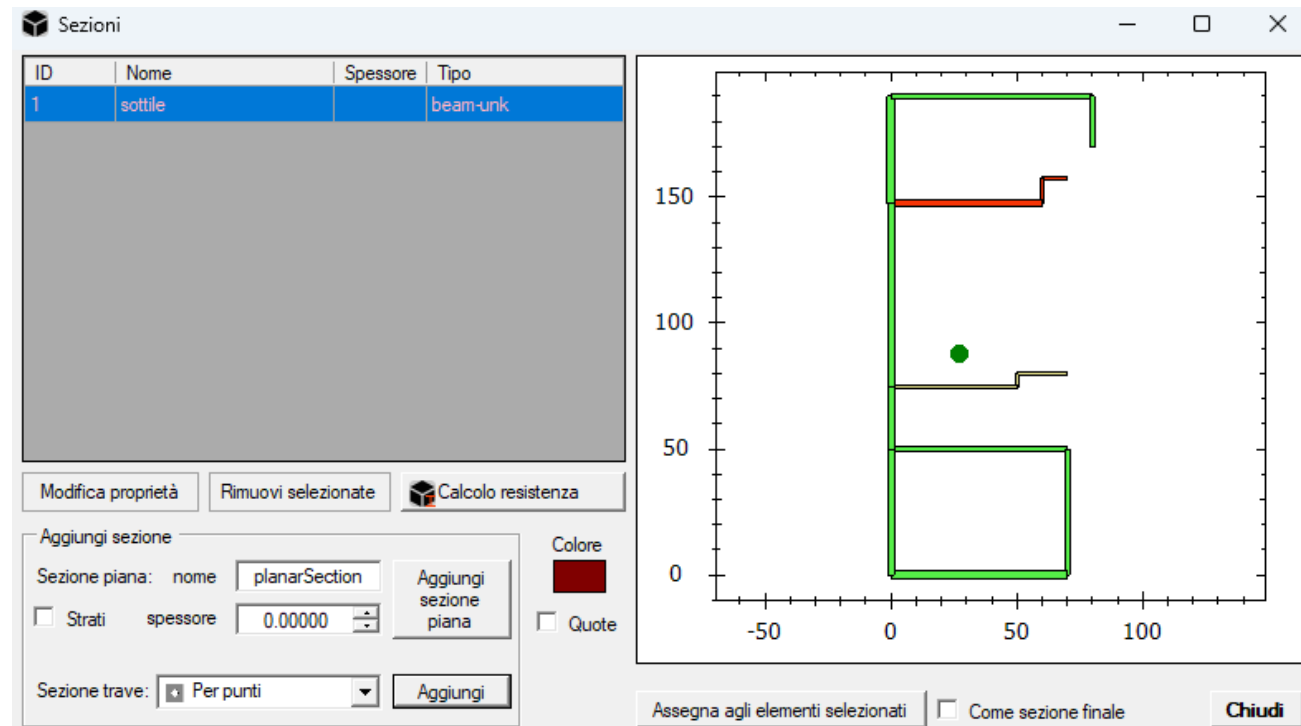




NextFEM Designer

Modulo ColdFormed

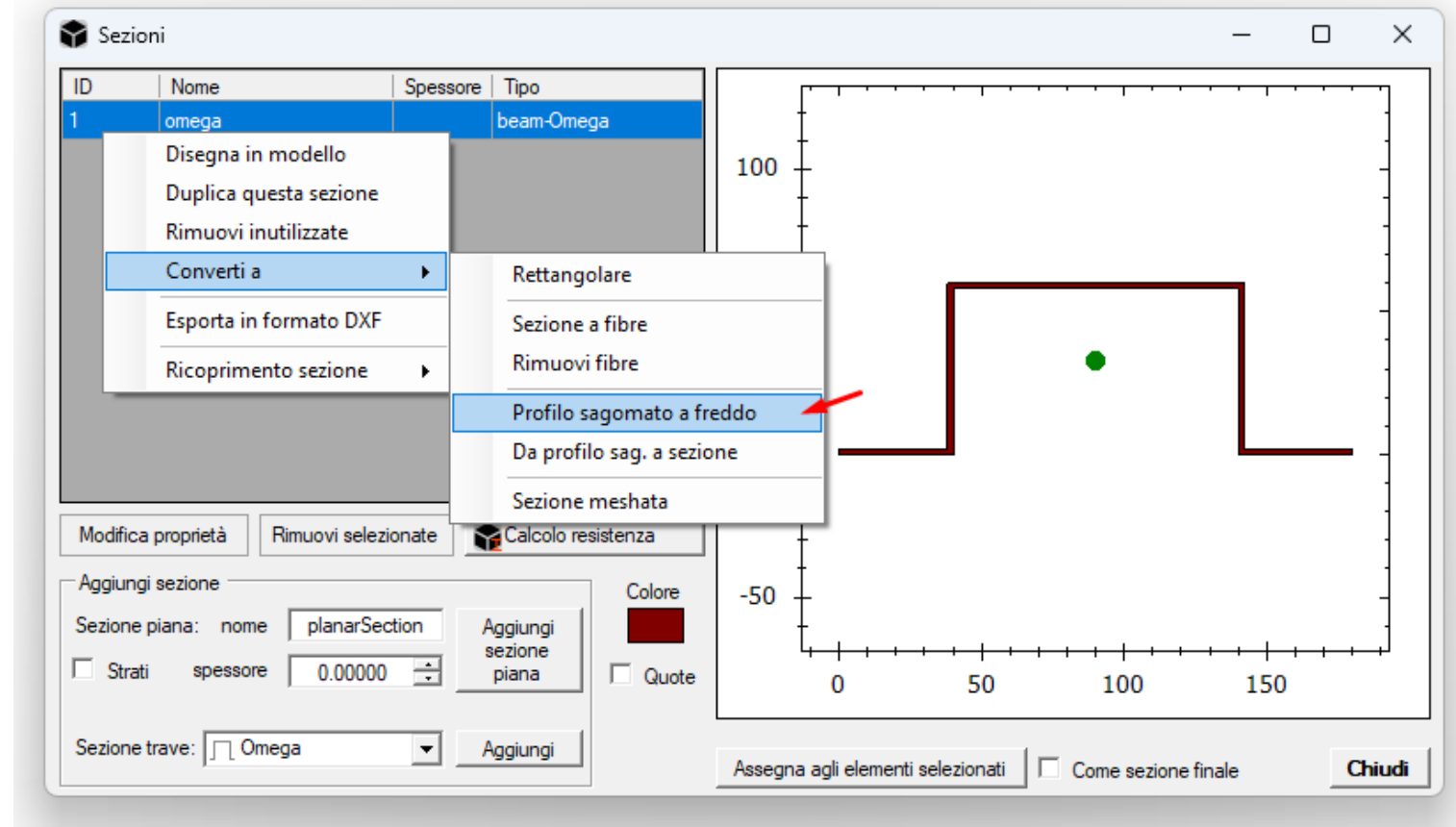
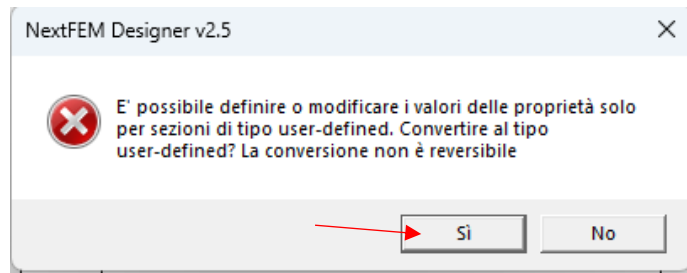
Manuale modulo verifiche profili sottili
in acciaio e alluminio



Sezioni sottili – sezione parametrica

Per eseguire il calcolo di una sezione come sottile, è necessario impostare preventivamente la sua geometria come insieme di linee d'asse e di spessori.

Le sezioni parametriche di NextFEM Designer hanno la possibilità di essere convertite automaticamente in sezioni sottili, mediante il comando [tasto dx] / *Converti a / Sezione sottile*.



Con la conversione, si perde il tipo parametrico della sezione, che viene convertita in una sequenza di rettangoli. Questa conversione abilita la trattazione della sezione come sottile, che altrimenti non avviene.

Sezioni sottili – sezione utente

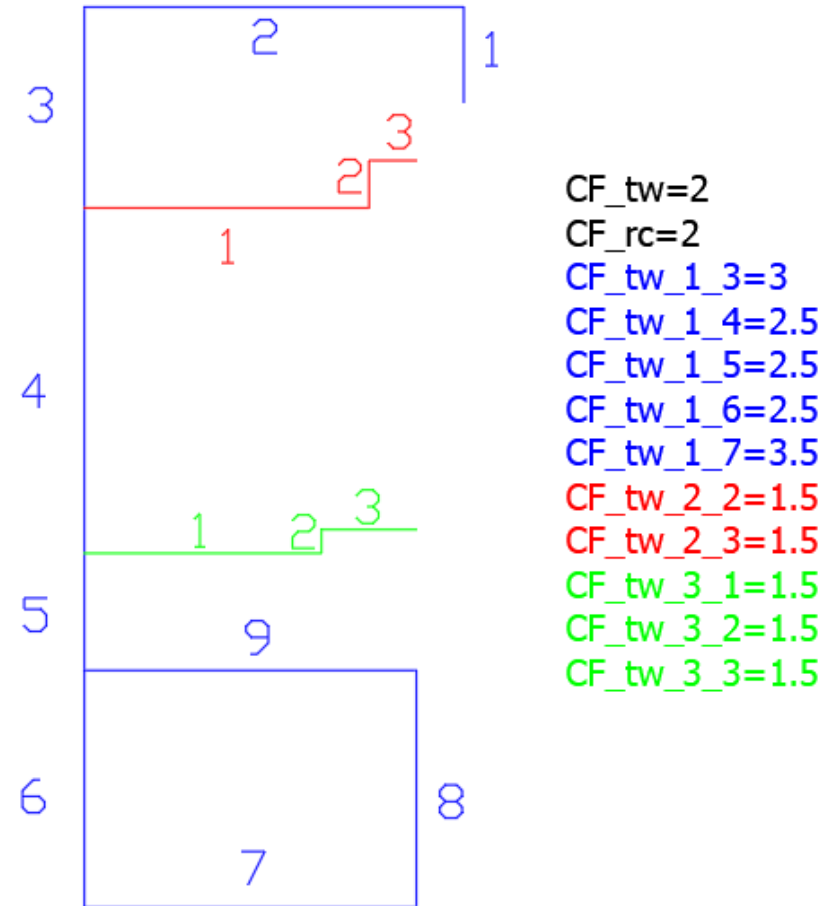
Spesso le sezioni sottili hanno forme non parametriche, e risulta necessario per l'utente inserire manualmente la geometria tramite polilinee. Nella figura a destra, sono presenti 3 polilinee. Ogni segmento della polilinea può avere spessore diverso.

Il calcolo di sezioni sottili da utente con il modulo **ColdFormed** richiede:

- L'input della linea d'asse della sezione, preferibilmente da **CAD** mediante **polilinee**
- Definizione spessore e raggio di curvatura
- Assegnazione degli spessori, se diversi

NB:

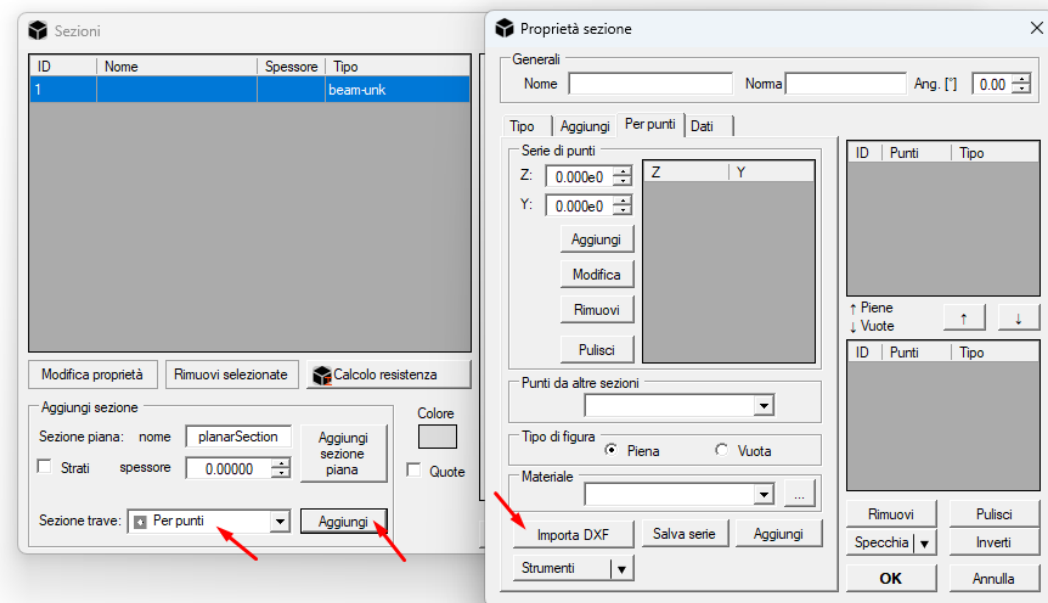
Inserire sempre vertici della polilinea all'incrocio di altre polilinee (vedasi ad es. estremi del segmento 4).



CF_tw è lo spessore di default, CF_rc il raggio di curvatura per gli spigoli. Gli altri spessori sono definiti nella codifica $CF_tw_indiceFigura_indiceTratto$, in cui ogni indice è a base 1. Non è necessario specificare lo spessore dei tratti diversi dal default (in nero).

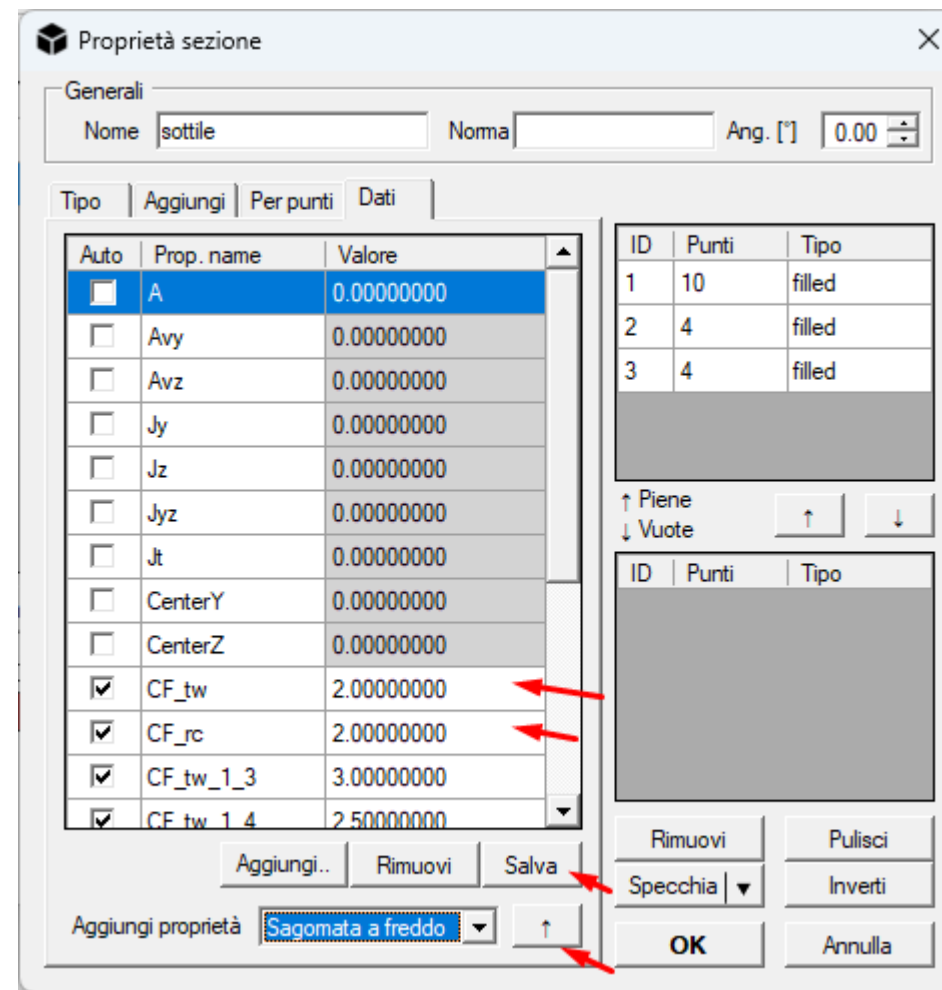
Sezioni sottili - sezione utente

Una volta disegnati gli assi in CAD è necessario salvare il file in formato DXF 2004 per poterlo importare dal comando *Proprietà sezione / Per punti / Importa DXF*.



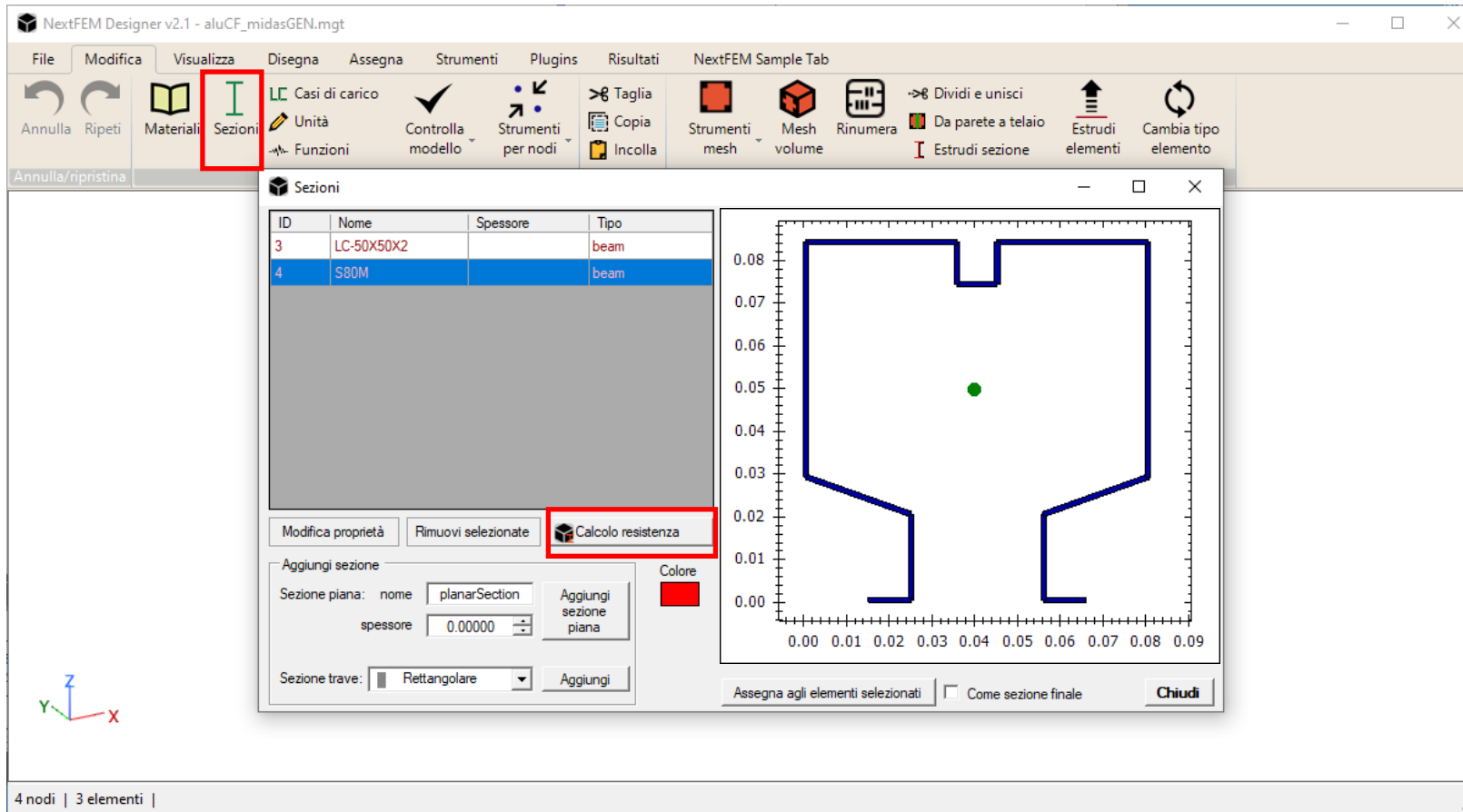
Se esiste un file di test con lo stesso nome del DXF (es. *sezione.dxf* e *sezione.txt*), viene letto automaticamente. Il file di testo può contenere la specifica degli spessori.

Se il file non è presente o lo spessore è omogeneo, basta impostare la sezione come sottile con il comando già visto per le parametriche, oppure tramite la tab *Dati* in cui caricare l'opzione «*Sagomata a freddo*».



Sezioni sottili

Le sezioni sottili sono elencate in rosso nella maschera *Sezioni*



Per svolgere la verifica sono praticabili 2 strade, a seconda delle necessità:

- Tramite il comando «Calcolo resistenza» si accede alla maschera di calcolo della resistenza di sezioni sottili – punto 8 seguente
- è possibile verificare gli elementi con sezione sottile con il set di verifica apposito, che comprende anche i controlli sull'elemento (es. stabilità, ecc.) - punto 9 seguente

Sezioni sottili

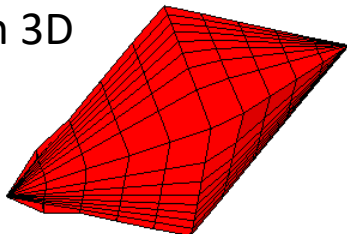
Calcolo della sezione con **Section Analyzer**

Si avvia dalla maschera Modifica / Sezioni – pulsante **Calcolo resistenza**.

Calcolo automatico di:

- resistenza a taglio
- Nmin e Nmax
- Curvatura
- Strain e stress massimo materiale base

Dominio in 3D



Risultati	
Momento resistente Mry	-0.000189167
Curvatura ultima	0.000020552
Nmax	50.595937521
Nmin	-50.595937521
Rapporto di utilizzo	0.006
Fattore di riduzione	0.840209827

Opzioni	
Rapporto di hardening	0.00
Cavi	0.00
Classe della sezione	4

Fattore di riduzione complessivo

Determinazione automatica della classe della sezione

Verifica sezioni sottili

Il comando «Calcolo resistenza» apre la maschera sottostante.

Calcola resistenza della sezione

Definisci proprietà del materiale

Materiale base 2»EN-AW 6060 T5

Posizione barre

X 0.00000 Y 0.00000

Diametro barra 6 mm

Area barra 0.0000283

Base rett.

Cavo σ 0.000

Aggiungi Modifica Rimuovi Pulisci

Materiale barra

Posizionamento veloce barre

Posizione Superiori Numero 2

Copriferro 0.02000

Aggiungi

Sollecitazioni

Assiale N [kN]	1.303
Momento Mz [kN·m]	0.146
Momento My [kN·m]	0.000

Temperatura

Caso nessuna

Tempo

Curve di riduzione

Elastico

Plastico

Fino al limite elastico

Verifica

Risultati

Max stress materiale base	-92550.049228750
Max deform. mat. base	-0.001322144
Momento resistente Mrz	1.161664419
Momento resistente Mry	0.000005237
Curvatura ultima	0.000032426
Nmax	64.691225315

Opzioni | Staffe | Esporta risultati | Elementi trave

Numero elemento 2 Segmento

Risultati

Caso st

Tempo 1

Sollecitazioni

Importa dati

Premendo Verifica, verrà calcolata la resistenza della sezione allo SLU (opzione calcolo Plastico attiva).

Per reperire automaticamente le sollecitazioni ad una determinata progressiva di trave, utilizzare i comandi della maschera «Elementi trave» per selezionare, nell'ordine:

- Numero elemento
- Progressiva
- Caso di carico

Il pulsante «Sollecitazioni» compila il riquadro in verde con le sollecitazioni trovate.

Verifica sezioni sottili

Il programma può essere utilizzato anche separatamente e fornisce il calcolo anche di sezioni utente inserite per punti.

Calcola resistenza della sezione

Definisci proprietà del materiale

Materiale base 2»EN-AW 6060 T5

Posizione barre

X	Y	Area	Materi
0.00000	0.00000		

Diametro barra 6 mm

Area barra 0.0000283

Base rett.

Cavo σ 0.000

Aggiungi Modifica Rimuovi Pulisci

Materiale barra

Posizionamento veloce barre

Posizione Superiori Numero 2

Copripeso 0.02000

Aggiungi

Solicitazioni

Assiale N [kN]	Momento Mz [kNm]	Momento My [kNm]
1.303	0.146	0.000

Temperatura

Caso nessuna

Tempo

Curve di riduzione

Elastico

Plastico

Fino al limite elastico

Verifica

Risultati

Max stress materiale base	-92550.049228750
Max deform. mat. base	-0.001322144
Momento resistente Mrz	1.161664419
Momento resistente Mry	0.000005237
Curvatura ultima	0.000032426
Nmax	64.691225315

Opzioni | Staffe | Esporta risultati | Elementi trave

Esporta immagini

Esporta dominio

Mostra dominio 3D

Mostra plot fibre

Opzioni

Mostra stress barre

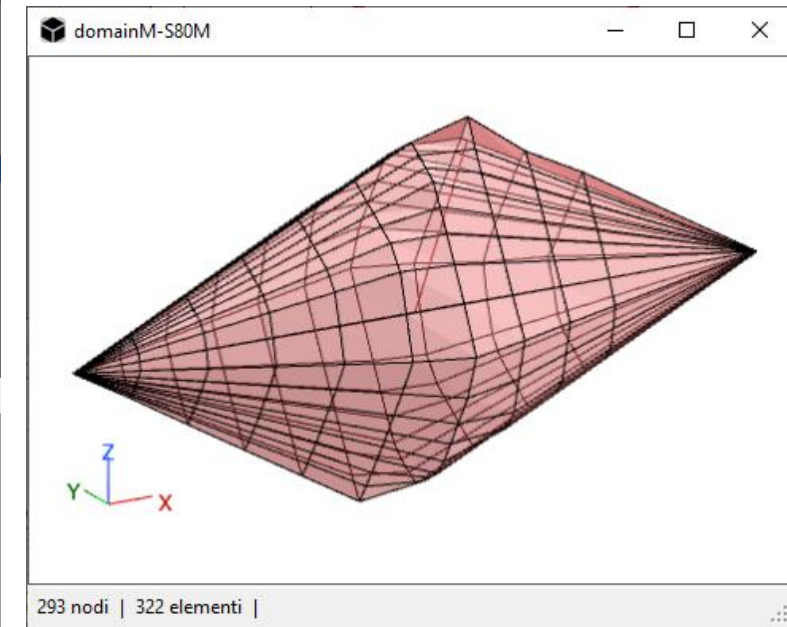
Accuratezza 15

Usa sezione a fibre

Default

Cancella cache

Ad es, per l'alluminio il calcolo avviene secondo Eurocodice 9 parte 1-4. È possibile visualizzare i domini MM, NMy, NMz e tridimensionale.



Verifica sezioni sottili

Nel caso di mancato soddisfacimento della verifica resistente sezionale, viene mostrato il vettore sollecitante in rosso.

Calcola resistenza della sezione

Definisci proprietà del materiale

Materiale base: 2»EN-AW 6060 T5

Posizione barre

X: 0.00000, Y: 0.00000

Diametro barra: 6 mm

Area barra: 0.0000283

Posizionamento veloce barre

Posizione: Superiori, Numero: 2

Coprifero: 0.02000

Sollecitazioni

Assiale N [kN]: 1.303

Momento Mz [kN*m]: 3.146

Momento My [kN*m]: 0.000

Temperatura

Caso: nessuna

Verifica

Plastico

Risultati

Parametro	Valore
Inclinazione asse neutro [°]	3.648668479
Distanza a.n. da maxC	0.040774498
Distanza a.n. da maxT	-0.048061855
Max stress materiale base	-92550.049228750
Max defom. mat. base	-0.001322144
Momento resistente Mrz	1.161664419

Opzioni

Rapporto di hardening: 0.00, Cavi: 0.00

Classe della sezione: 3

N=1.3 [kN]

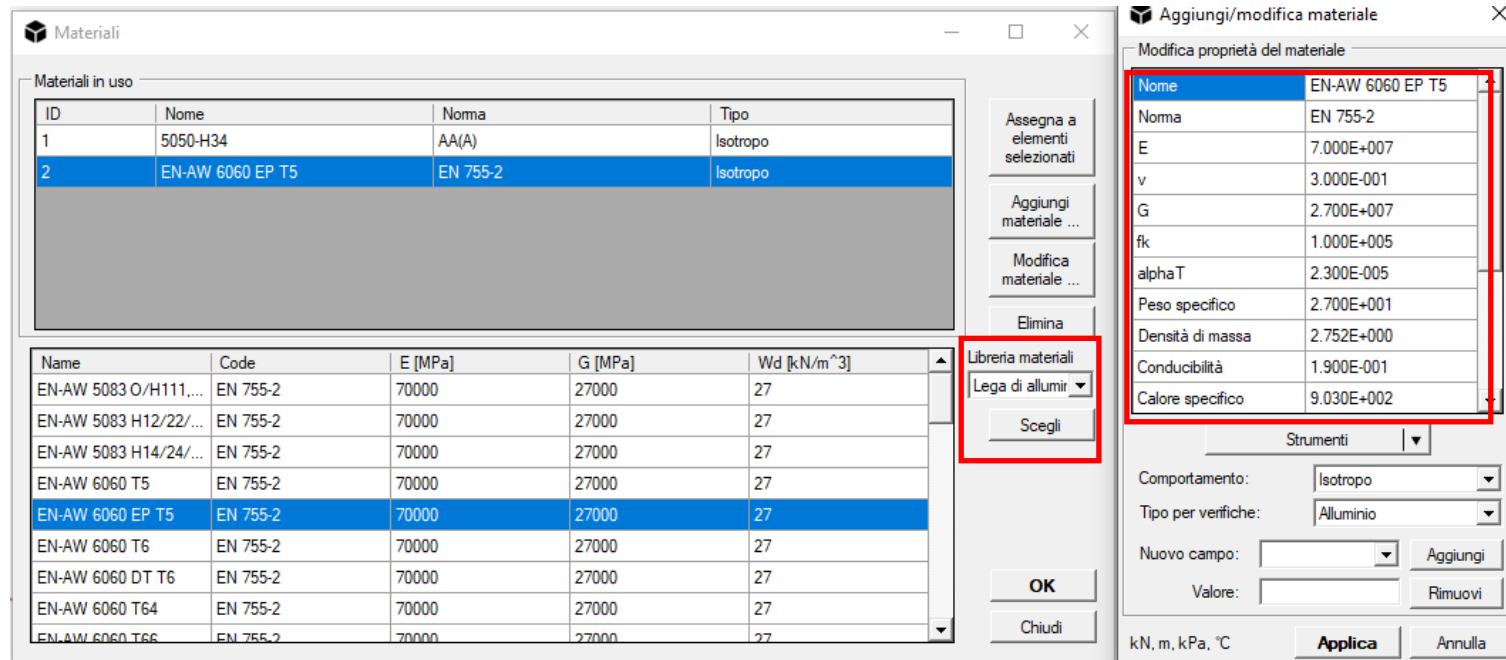
My [kNm]

Mz [kNm]

Impostazioni del materiale

Nel caso in cui il modello sia stato importato e sia necessario cambiare il materiale agli elementi, seguire questi step.

Dal tab *Modifica*, selezionare *Materiali*. Fare doppio click sul materiale alluminio nel riquadro superiore. Appare la finestra «Aggiungi/modifica materiale», in cui controllare che siano presenti le caratteristiche evidenziate (fk, E, G, ecc.)



Se il materiale non dovesse avere queste voci, è necessario sostituirlo con i seguenti passaggi:

- Da «Libreria materiali» selezionare «Lega di alluminio»
- Scegliere un materiale alluminio dalla lista che compare nel riquadro inferiore con doppio click
- Il materiale verrà aggiunto al modello e apparirà in lista superiore: selezionarlo;

SH - Lamiera (EN 485)

ST - Nastro (EN 485)

PL - Piastra (EN 485)

ET - Tubo estruso (EN 755)

EP - Profilati estrusi (EN 755)

ER/B - Tondi e barre estrusi (EN 755)

DT - Tubo trafilato (EN 754)

FO - Fucinati (EN 586)

Nella sigla del materiale, «t» minuscolo è lo spessore massimo.

Impostazioni del materiale

The screenshot displays the 'Materiali' window and the 'Mostra/seleziona per proprietà' dialog box. The 'Materiali' window shows a table of materials in use, with C35 selected. The 'Mostra/seleziona per proprietà' dialog box shows the 'Elementi per materiale' list with C24, C28/35, and S355 selected. The 'Assegna a elementi selezionati' button is highlighted in red.

ID	Nome	Noma	Tipo
2	C24	EN 338	Isotropo
3	C28/35	EN 206-1:2011	Isotropo
4	S355	EN 10027-1	Isotropo
5	C35	EN 338	Isotropo

Name	Code	fmk [MPa]	ft0k [MPa]	ft90k [MPa]	fc0k [MPa]	fc90k [MPa]	fvk [MPa]	E [MPa]	E005 [MPa]	E90me [MPa]	G [MPa]	Wd [kN/m']	pk [kg/m^2]	pmean [kg/m^2]
C27	EN 3...	27	16.5	0.4	22	2.5	4	11500	7700	380	720	3.5316	360	430
C30	EN 3...	30	19	0.4	24	2.7	4	12000	8000	400	750	3.7278	380	460
C35	EN 3...	35	22.5	0.4	25	2.7	4	13000	8700	430	810	3.8259	390	470
C40	EN 3...	40	26	0.4	27	2.8	4	14000	9400	470	880	3.924	400	480
C45	EN 3...	45	30	0.4	29	2.9	4	15000	10100	500	940	4.0221	410	490

Mostra/seleziona per proprietà

Elementi per sezione

Elementi per materiale

Elementi per tipo

Elementi per propr. pers.

Proprietà

Seleziona Desel. Nascondi Mostra

- d) Premere ALT+J – apparirà la finestra di selezione per proprietà, da riquadro «Elementi per materiale» cliccare sul materiale scelto e poi su «Seleziona»
- e) Nella maschera «Materiali» di prima, selezionare «Assegna a elementi selezionati»

Membrature

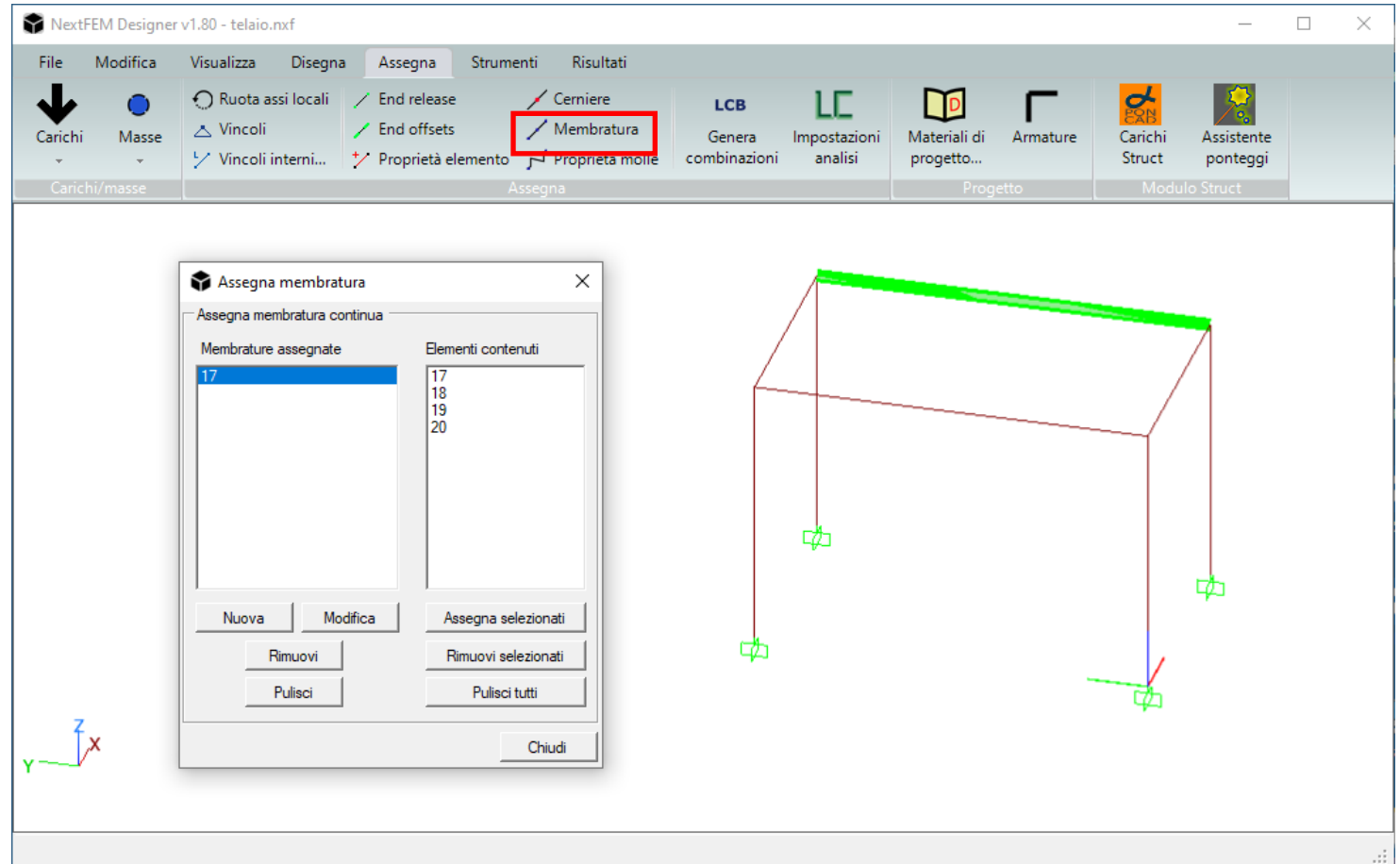
Per garantire il calcolo della freccia, eventuali travi suddivise in più elementi possono essere messe insieme come **Membratura**.

Dal tab *Assegna*, selezionare «*Membratura*»

Selezionare tenendo premuto il tasto sinistro del mouse gli elementi da considerare come unico, e premere «Nuova»

La membratura così creata è pronta per la verifica di deformabilità.

Nelle verifiche, solo il primo elemento della membratura riporterà la verifica della freccia.



Verifica in NextFEM Designer

Dal menu *Risultati*, selezionare **Verifiche**, o premere CTRL+G, e impostare:

- LC** il caso di carico sulla voce «TUTTE LE COMBO»
selezionare 3 o 5 stazioni
- ☰** il set di verifiche su **Alluminio sagomato a freddo**
- ✓ Premere infine **Esegui verifiche**

I risultati sono in formato tabellare (1 colonna = 1 verifica) e riportato i rapporti Domanda / Capacità della singola **stazione** verificata. Il riquadro centrale presenta tutte le variabili utilizzate per la verifica e i loro valori.

Le righe in rosso contengono verifiche non soddisfatte.

Per selezionare l'elemento in vista 3D, abilitare «Evidenzia nel viewport» nel viewport» e selezionare la riga desiderata.

ID	Caso_Istante	_Classe	Assiale	Taglio	Flessione	Torsione
1-I	st-1	4.000	0.160	0.193	0.720	0.000
1-M	st-1	4.000	0.160	0.000	0.448	0.000
1-J	st-1	4.000	0.160	0.193	0.720	0.000
2-I	st-1	3.000	0.069	0.043	0.220	0.000
2-M	st-1	3.000	0.065	0.043	0.110	0.000
2-J	st-1	3.000	0.063	0.043	0.432	0.000
3-I	st-1	3.000	0.066	0.043	0.212	0.000
3-M	st-1	3.000	0.068	0.043	0.115	0.000
3-J	st-1	3.000	0.066	0.043	0.449	0.000



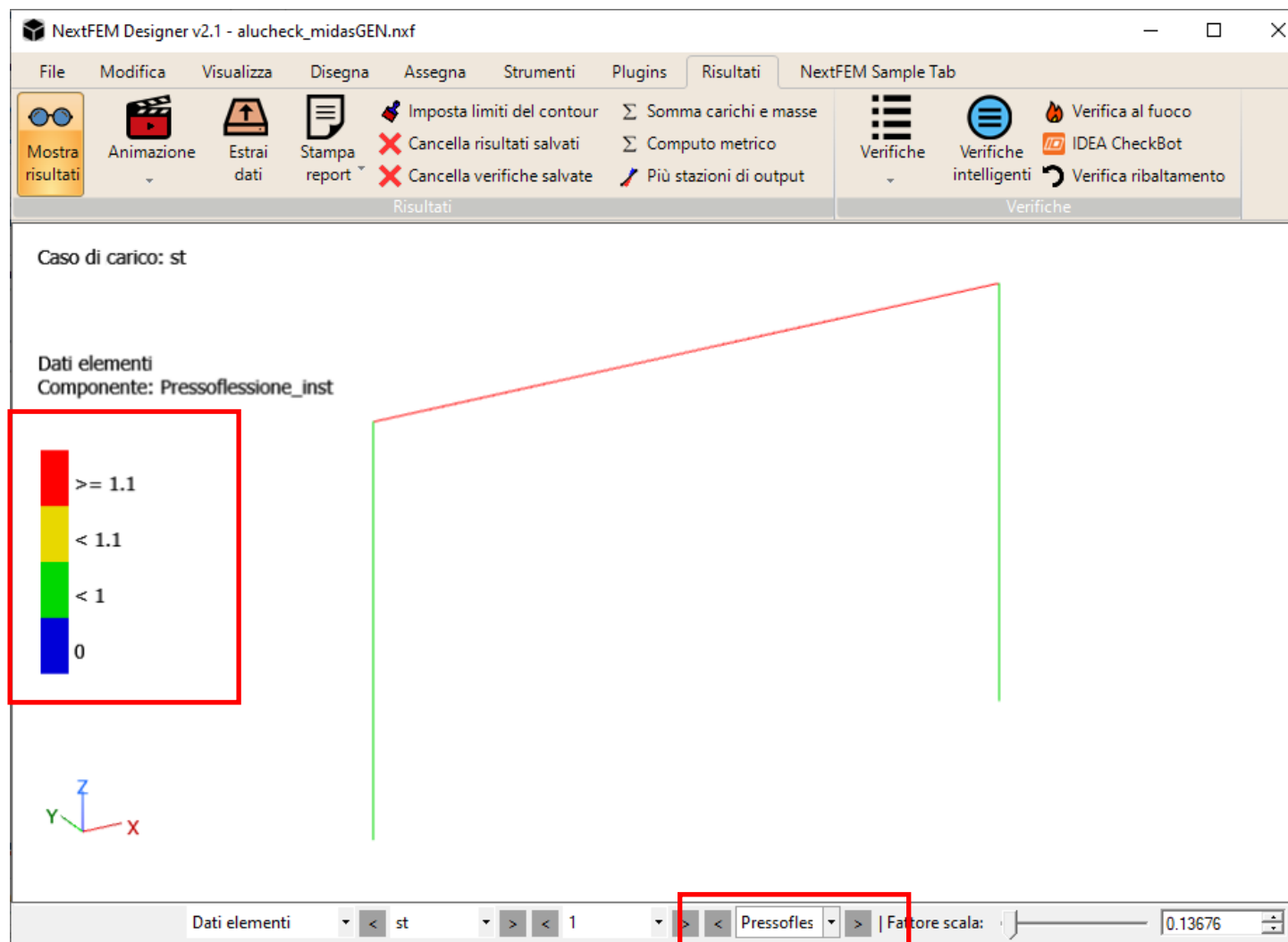
Verifica in NextFEM Designer

Nel viewport vengono visualizzate le aste campite in funzione del rapporto D/C con la scala di colori evidenziata sotto.

La barra di stato (inferiore) contiene tutti i menu per passare da un caso di carico all'altro e mostrare i risultati di verifica (alla voce «Dati elementi»).

Premendo F10 è possibile visualizzare i rapporti di verifica per la verifica selezionata in barra di stato nel menu *Componente*.

Premendo F9 è possibile passare al formato decimale per i rapporti visualizzati.



Verifica in NextFEM Designer

Eventuali errori di verifica o assenza di risultati vengono segnalati in rosso (colonna *Non processato* con valore 100).

Verifiche

Impostazioni di verifica

sulle seguenti quantità Risultati da elementi

per il caso di carico TUTTI

per tempo/modo TUTTI

Usa 3 stazioni

Set di verifiche Alluminio sagomato a

Profili in alluminio sagomati a freddo secondo Eurocodice 9-1-4

Deformabilità massima travi	
defTR	0.004

Deformabilità massima colonne	
defCOL	0.00333

Sezioni saldate [0/1]	
welded	0

Estremità travi saldate [0/1]	
weldedEnds	0

Unità in kN, m, °C

Risultati testuali su oggetto selezionato

roVo=1.70319314207749E-17

Resistenza a torsione da incollaggio - DIN
roGlu=2.2999144255742E-13

Resistenza a trazione/compressione e ta
roSi=0.0123929687506059

Verifica instabilità di colonna - NTC2018 4
roSC=0.0123929687500309
Stabilità=0.0123929687500309
Assiale=0.0123929687500309
ComprOrtog=0.118972500000296
Taglio Torsione=0.000108993600082215
TaglioFuoriPiano=1.70319314207749E-17
TorsioneIncoll=2.2999144255742E-13
TaglioRotol=0.0123929687506059

Salva log per ogni stazione

Lancia verifica

Esegui verifiche

Ricarica verifiche salvate

Cancella verifiche salvate

Mostra solo non verificate

Evidenzia nel viewport

ID	Caso_Istante	Assiale	Torsione	Stabilità	ComprOrtog	Taglio Torsione	TaglioFuoriPiano	TorsioneIncoll	TaglioRotol	Non processato
3-I	COMB1-1									100
4-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	
4-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	
13-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	
13-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	
13-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	
13-I	COMB1-1	0.012	0.000	0.012	0.119	0.000	0.000	0.000	0.012	

Cliccando su ogni riga viene prodotto un log testuale sulla verifica svolta, che viene aperto il comando

N.B. per verifiche alluminio

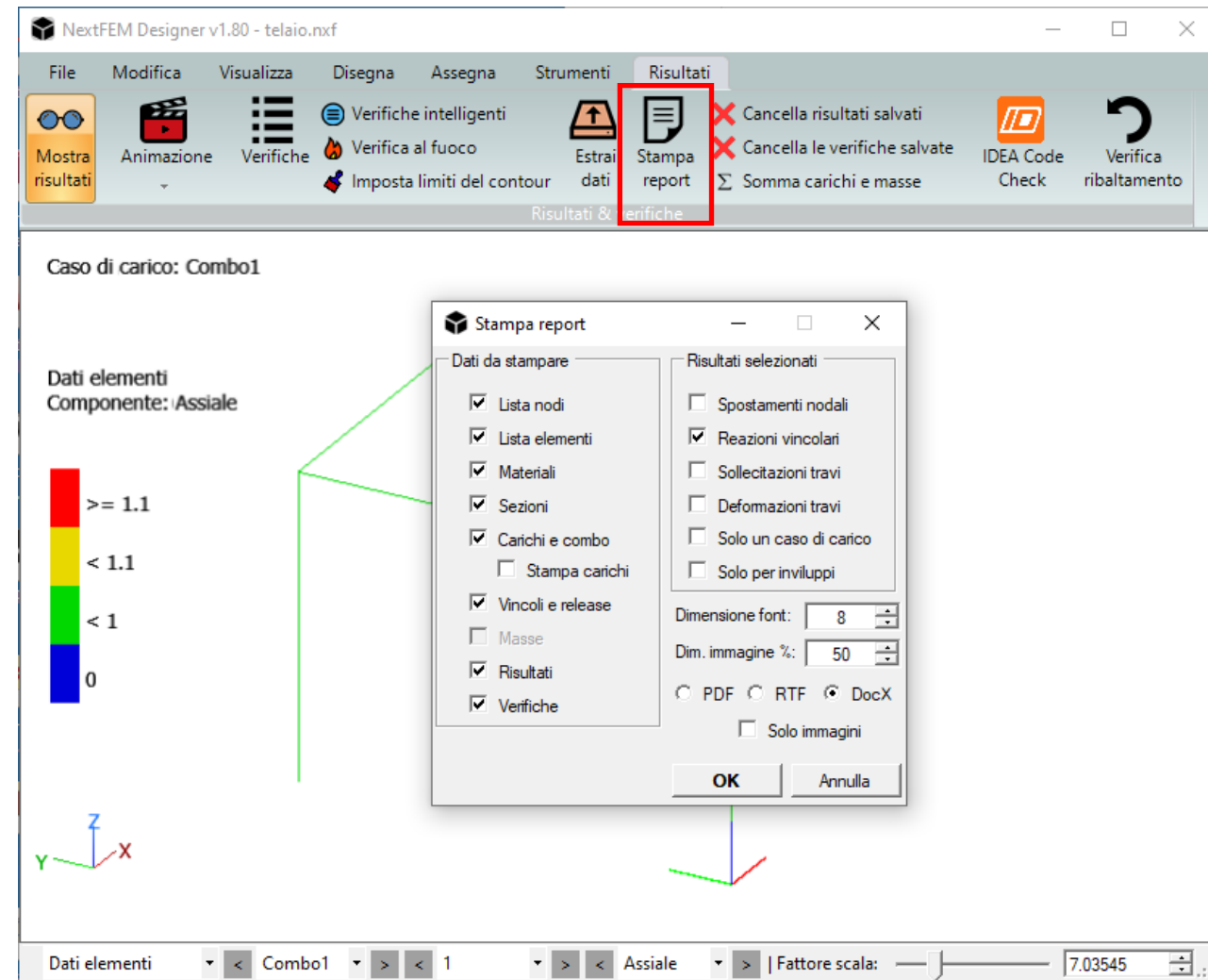
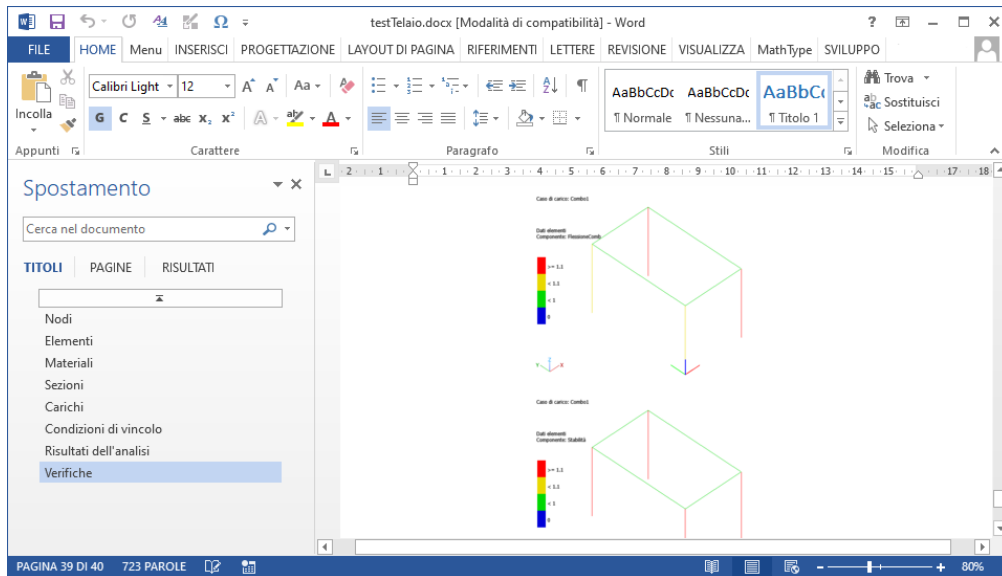
Se le sezioni utilizzate sono ricavate per saldatura, impostare «welded» a 1.

Se le estremità degli elementi sono saldate, impostare «weldedEnds» a 1.

Report di verifica

Infine, dal menu Risultati, il pulsante Stampa report permette la creazione di un report in formato PDF, RTF o DocX.

I formati RTF e DocX possono contenere anche immagini, compilate automaticamente sulla base del modello importato.

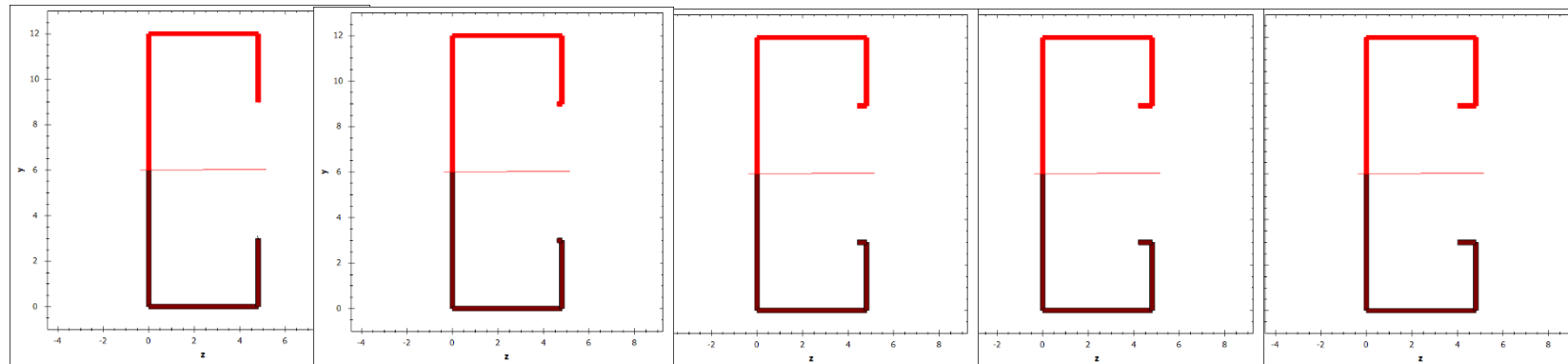


Esempio avanzato – Uso delle API

Esempio su sezione a C – Alluminio EN-AW 6060

Classe 4

Analisi parametrica sull'aggiunta di ulteriore risvolto interno indagato ogni 2mm (da 0 a 8mm).



Mrz = 220.61

Mrz = 221.92

Mrz = 223.22

Mrz = 224.53

Mrz = 226.03

Script in Python di poche righe ->

Esempio avanzato – Uso delle API

L'analisi è stata condotta con solo 18 righe di Python
(compresa stampa e salvataggio dei file)

Esempi qui:

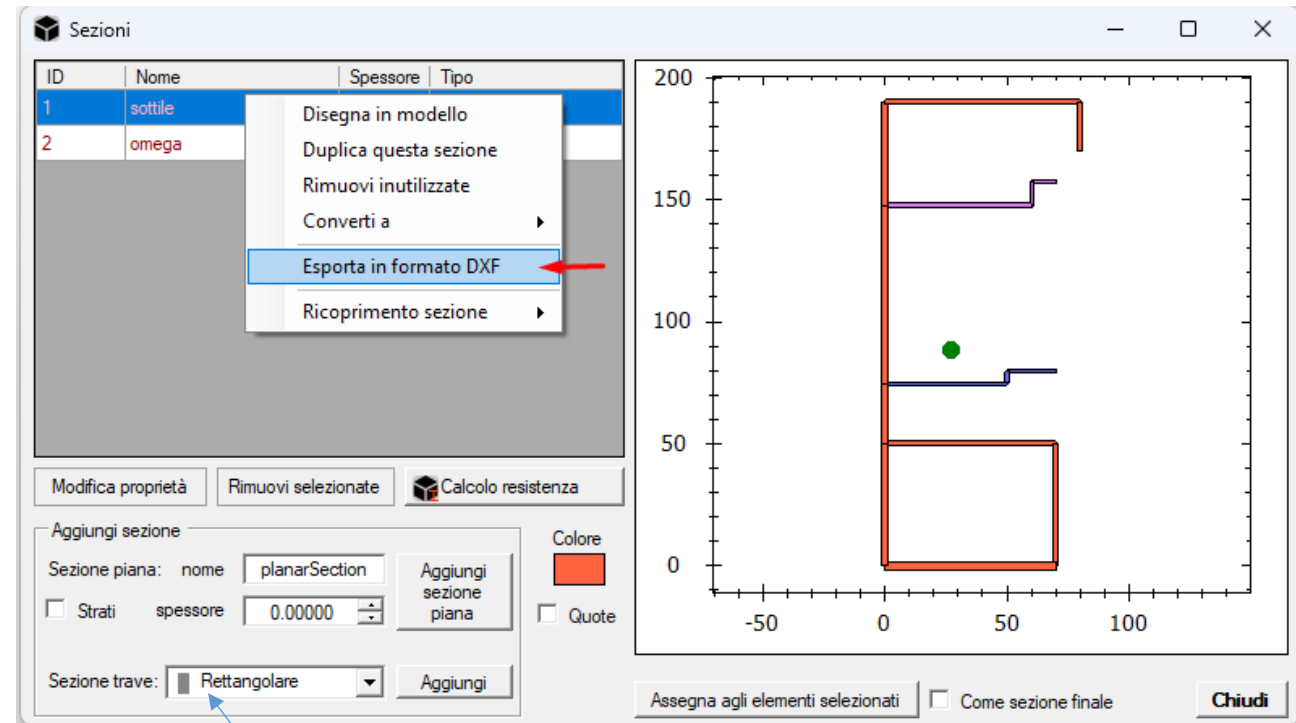
[https://github.com/NextFEM/
API-thirdParty](https://github.com/NextFEM/API-thirdParty)

```
"""change thin-walled section by adding point
"""
global nf
from operator import length_hint
nf.newModel()
nf.openModel(savedir + r"TWsection.nxs")
nf.modelName="model47"
sID=4
N=0; Mzz=10; Myy=0
nf.setSectionMaterial(sID,2)
# initial points
nf.changeOrAddSectionPoint(sID,1,0,4.8,3.0); # insert initial point
nf.saveModel(savedir + nf.modelName + "_init.nxs")
# change section shape
for xcoord in [4.8, 4.6, 4.4, 4.2, 4.0]:
    nf.changeOrAddSectionPoint(sID,1,1,xcoord,3.0)
    nf.changeOrAddSectionPoint(sID,1,8,xcoord,9.0)
    # sezione resistente
    res=nf.getSectionResMoments3(sID,0,N,Mzz,Myy,savedir + nf.modelName + "_x" + str(xcoord),0)
    for i in range(0,length_hint(res.checkNames)):
        if (res.checkNames[i]=="Mrz"):
            print(res.checkNames[i] + " = " + str(res.values[i]))
    print("-----")
# salva finale
nf.saveModel(savedir + nf.modelName + ".nxs")
```

Esempio avanzato – Librerie di sezioni sottili

Nel caso si riutilizzino spesso le stesse sezioni sottili, è possibile creare una libreria contenente tutti i profili sottili desiderati con i seguenti step:

1. Esportare la sezione in formato DXF con il comando *[tasto dx] / Esporta in formato DXF*
2. Verrà generato un file .dxf e un file .txt con lo stesso nome. Quest'ultimo contiene i dati di libreria per la sezione.
3. Rinominare il file .txt ottenuto in .nfs e copiarlo nella cartella di installazione del programma, sottocartella *data/*.
(es. *C:\Programmi\NextFEM\NextFEM Designer 64bit\data\nomesezione.nfs*)



Al riavvio del programma, la sezione sarà disponibile nel menu a tendina «Sezione trave»

N.B.
Nel caso di molti file di sezione, è possibile integrarli in una unica libreria inviandoli al supporto di NextFEM.

facebook.com/nextfem



twitter.com/NextFEM



linkedin.com/company/nextfem



NextFEM SRLS

piazza del Foro Romano 12, 31046 Oderzo (TV) Italy – P.IVA 04954290260 – REA TV-413297