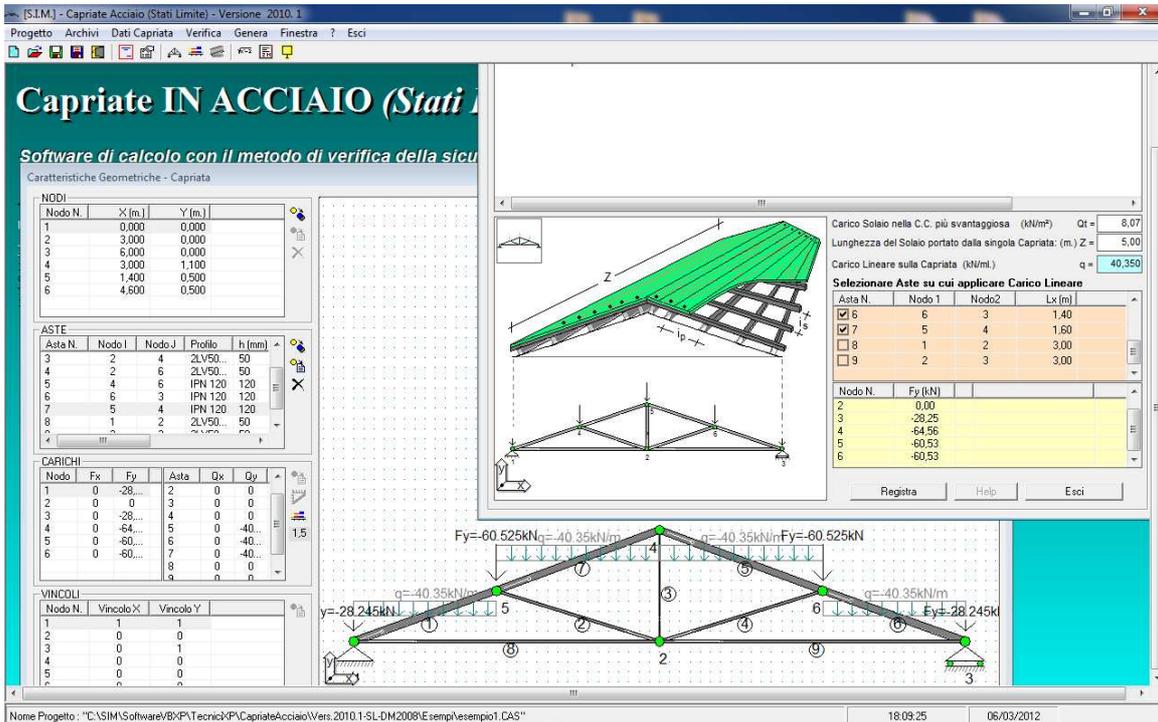


VALIDAZIONE SOFTWARE – CAPRIATE ACCIAIO S.L. Vers.2010 – © SIM srl



Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Il codice di calcolo utilizzato è un software prodotto dalla S.I.M. srl dal titolo “Capriate in Acciaio (Stati Limite)” Versione 2010.

Il sottoscritto è autorizzato all’uso dello stesso avendone acquistato la relativa LICENZA D’USO.

Affidabilità dei codici utilizzati

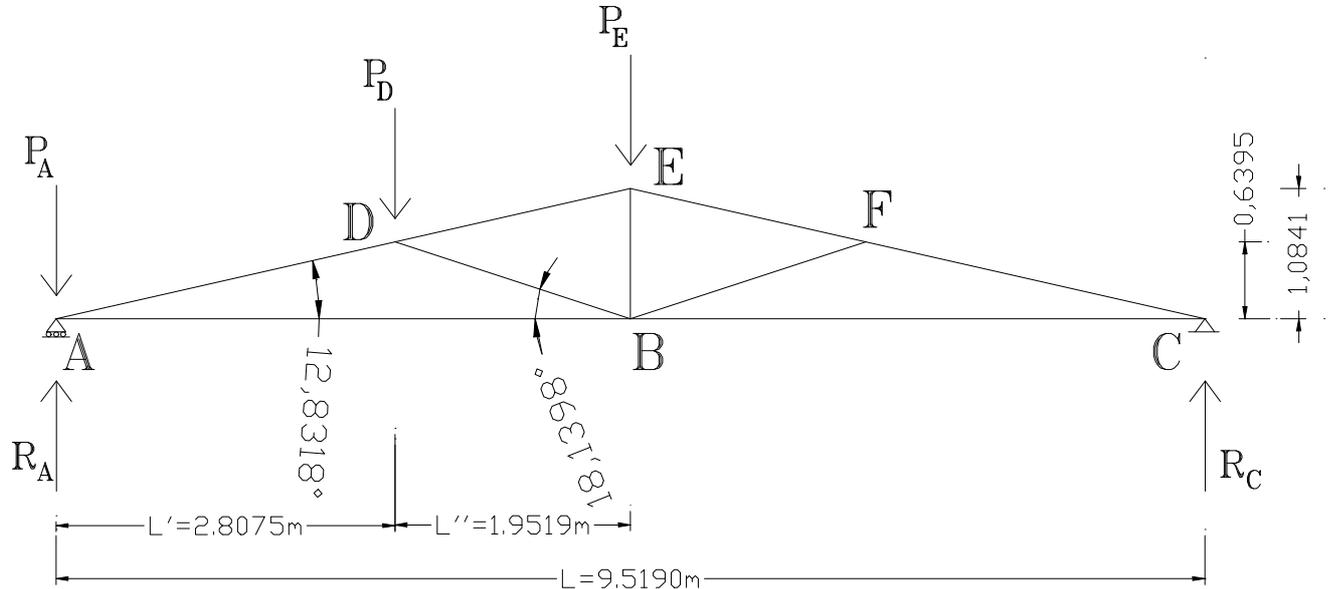
Esaminata preliminarmente la documentazione a corredo del software si è valutata l’affidabilità e l’idoneità dello stesso al caso specifico.

Nel Manuale d’Uso del software è riportata la descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi di calcolo.

Nelle pagine seguenti è riportato un esempio interamente risolto e commentato.

ESEMPIO DI CALCOLO

Al fine di procedere alla validazione del software, si riporta il calcolo della capriata in figura sia con le classiche formule di Tecnica delle Costruzioni (equilibrio ai nodi) che con il software in oggetto.



Poiché la capriata è una struttura reticolare costituita da aste incerniate agli estremi, per la determinazione degli sforzi assiali nelle singole aste (compressione semplice e/o trazione semplice) può ipotizzarsi che il carico trasmesso dal solaio di copertura sia concentrato nei nodi della capriata.

Ipotizzando che i carichi nodali siano pari a:

$$P_A = 21,96 \text{ kN}$$

$$P_D = 37,23 \text{ kN}$$

$$P_E = 45,89 \text{ kN}$$

e che le aste della capriata abbiano le seguenti caratteristiche geometriche:

Asta N.	Profilo	Nodo i	Nodo j	Base(mm.)	Altezza(mm.)	Area (cmq)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
1	IPN 120	A	D	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
2	2LV50x30x5	B	D	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
3	"	B	E	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
4	"	B	F	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
5	IPN 120	E	F	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
6	"	F	C	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
7	"	D	E	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
8	2LV50x30x5	A	B	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
9	"	B	C	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72

- METODO DI RISOLUZIONE : TEORICO (EQUILIBRIO NODI)

Calcolo Reazioni Vincolari

Poiché la capriata non è simmetricamente caricata, per la determinazione delle reazioni vincolari si risolve il sistema delle equazioni di equilibrio globale alla traslazione verticale ed alla rotazione attorno al nodo C:

$$\begin{cases} R_A + R_C = P_A + P_D + P_E \\ R_A \cdot L = P_A \cdot L + P_D \cdot (L - L') + P_E \cdot L/2 \end{cases}$$

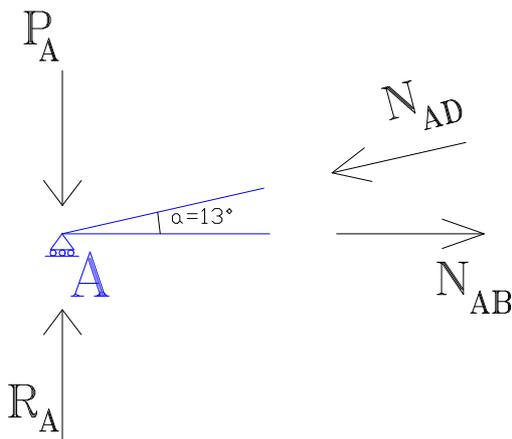
Da cui:

$$R_A = 71,16 \text{ kN}$$

$$R_C = 33,93 \text{ kN}$$

Calcolo Sollecitazioni Assiali Aste

Note le reazioni vincolari, è possibile determinare le sollecitazioni che si ingenerano nelle singole aste, sviluppando i sistemi delle equazioni di equilibrio ai nodi:



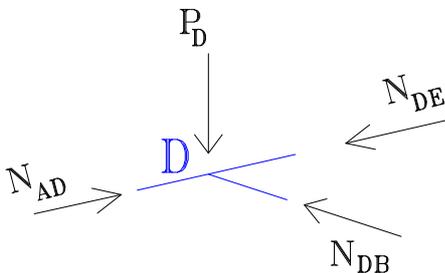
Equazioni nodo A

$$\begin{cases} \text{Eq. Vert.} & N_{AD} \cdot \sin(\alpha) = R_A - P_A \\ \text{Eq. Oriz.} & N_{AB} - N_{AD} \cdot \cos(\alpha) = 0 \end{cases}$$

Da cui

$$N_{AD} = 221,50 \text{ kN}$$

$$N_{AB} = 215,97 \text{ kN}$$



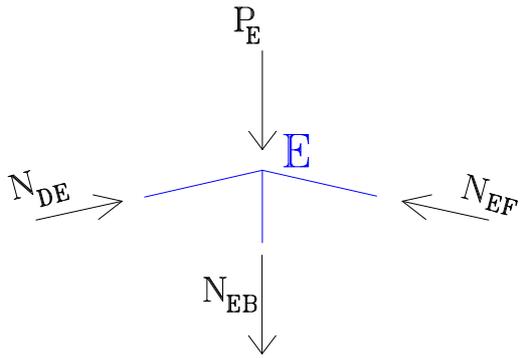
Equazioni nodo D

$$\begin{cases} \text{Eq. Vert.} & N_{AD} \cdot \sin(\alpha) + N_{DB} \cdot \sin(\beta) - P_D - N_{DE} \cdot \sin(\alpha) = 0 \\ \text{Eq. Oriz.} & N_{AD} \cdot \cos(\alpha) - N_{DB} \cdot \cos(\beta) - N_{DE} \cdot \cos(\alpha) = 0 \end{cases}$$

Da cui

$$N_{DB} = 70,54 \text{ kN}$$

$$N_{DE} = 152,75 \text{ kN}$$



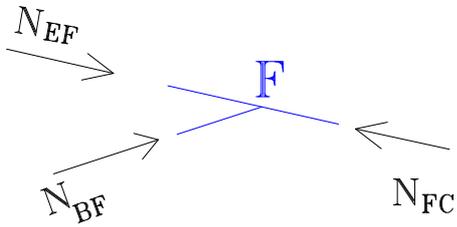
Equazioni nodo E

$$\begin{cases} \text{Eq. Vert.} & N_{DE} \cdot \sin(\alpha) + N_{EF} \cdot \sin(\alpha) - P_E - N_{EB} = 0 \\ \text{Eq. Oriz.} & N_{DE} \cdot \cos(\alpha) - N_{EF} \cdot \cos(\alpha) = 0 \end{cases}$$

Da cui

$$N_{EF} = 152,75 \text{ kN}$$

$$N_{EB} = 21,96 \text{ kN}$$



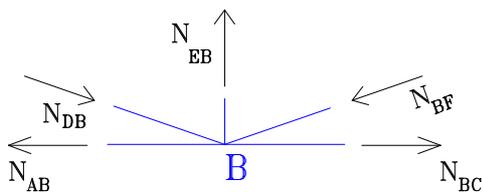
Equazioni nodo F

$$\begin{cases} \text{Eq. Vert.} & N_{EF} \cdot \sin(\alpha) - N_{BF} \cdot \sin(\beta) - N_{FC} \cdot \sin(\alpha) = 0 \\ \text{Eq. Oriz.} & N_{EF} \cdot \cos(\alpha) + N_{BF} \cdot \cos(\beta) - N_{FC} \cdot \cos(\alpha) = 0 \end{cases}$$

Da cui

$$N_{BF} = 0 \text{ kg}$$

$$N_{FC} = 152,75 \text{ kN}$$



Equazioni nodo B

$$\begin{cases} \text{Eq. Vert.} & N_{DB} \cdot \sin(\beta) - N_{EB} + N_{BF} \cdot \sin(\beta) = 0 \\ \text{Eq. Oriz.} & -N_{AB} + N_{DB} \cdot \cos(\beta) - N_{BF} \cdot \cos(\beta) + N_{BC} = 0 \end{cases}$$

Da cui

$$N_{BF} = 0 \text{ kg}$$

$$N_{BC} = 148,94 \text{ kN}$$

Verifica Aste

- per ogni asta soggetta a trazione (TIRANTE), si esegue la verifica allo SLU di Trazione mediante la relazione:

$$N_{ed}/N_{t,Rd} \leq 1$$

dove:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

- per ogni asta soggetta a compressione (PUNSTONE), si esegue la verifica allo SLU di Compressione mediante la relazione:

$$N_{ed}/N_{c,Rd} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

Essendo per il tipo di acciaio utilizzato (S235 t<40 UNI EN 10025-2):

$$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Risulta:

ASTA N.1 - NODI A-D

$N_{AD}=221,50\text{kN}$ PUNSTONE $N_{c,Rd}=1420 \cdot 235 / 1.05 = 317809,50 \text{ N} = 317,81 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{c,Rd} = 0,69$

ASTA N.2 - NODI B-D

$N_{BD}=70,54\text{kN}$ PUNSTONE $N_{c,Rd}=756 \cdot 235 / 1.05 = 169200,00 \text{ N} = 169,20 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{c,Rd} = 0,42$

ASTA N.3 - NODI B-E

$N_{BE}=21,96\text{kN}$ TIRANTE $N_{t,Rd}=756 \cdot 235 / 1.05 = 169200,00 \text{ N} = 169,20 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{t,Rd} = 0,13$

ASTA N.4 - NODI B-F

$N_{BF}=0,00\text{kN}$ TIRANTE $N_{t,Rd}=756 \cdot 235 / 1.05 = 169200,00 \text{ N} = 169,20 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{t,Rd} = 0,00$

ASTA N.5 - NODI E-F

$N_{EF}=152,75\text{kN}$ PUNSTONE $N_{c,Rd}=1420 \cdot 235 / 1.05 = 317809,50 \text{ N} = 317,81 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{c,Rd} = 0,48$

ASTA N.6 - NODI F-C

$N_{FC}=152,75\text{kN}$ PUNSTONE $N_{c,Rd}=1420 \cdot 235 / 1.05 = 317809,50 \text{ N} = 317,81 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{c,Rd} = 0,48$

ASTA N.7 - NODI D-E

$N_{DE}=152,75\text{kN}$ PUNSTONE $N_{c,Rd}=1420 \cdot 235 / 1.05 = 317809,50 \text{ N} = 317,81 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{c,Rd} = 0,48$

ASTA N.8 - NODI A-B (NON VERIFICA)

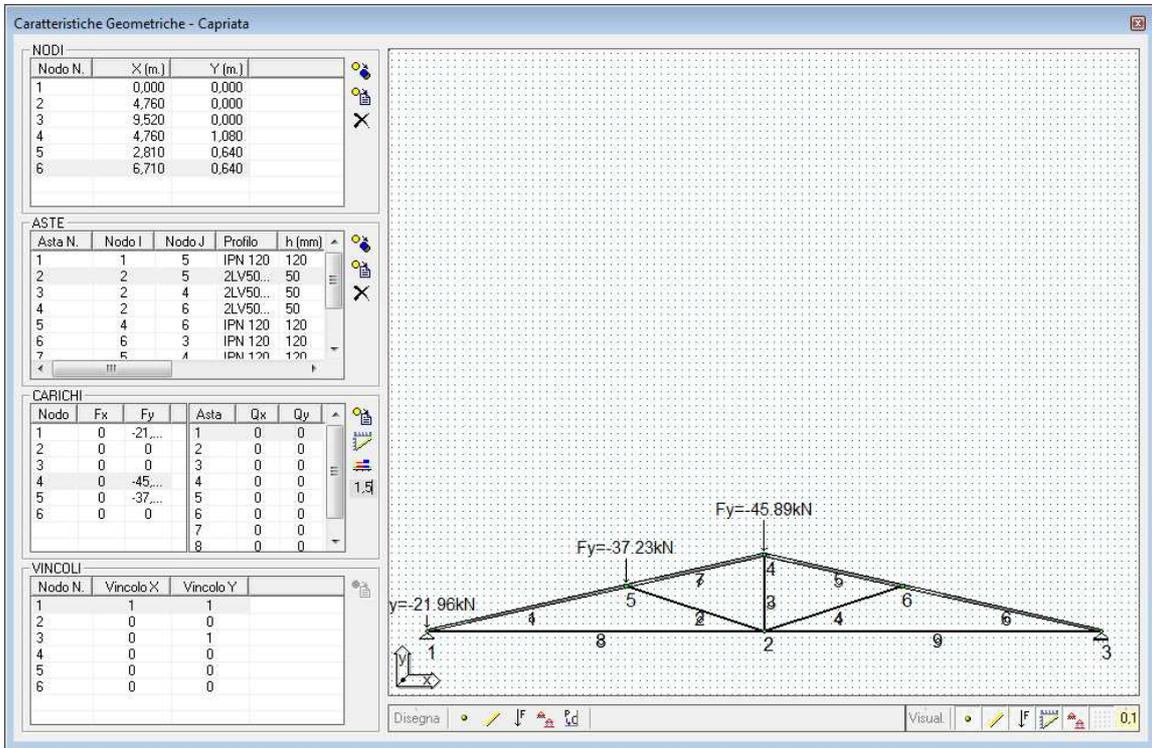
$N_{AB}=215,97\text{kN}$ TIRANTE $N_{t,Rd}=756 \cdot 235 / 1.05 = 169200,00 \text{ N} = 169,20 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{t,Rd} = 1,27$

ASTA N.9 - NODI B-C

$N_{BC}=148,94\text{kN}$ TIRANTE $N_{t,Rd}=756 \cdot 235 / 1.05 = 169200,00 \text{ N} = 169,20 \text{ kN}$ $N_{ed}/N_{t,Rd} = 0,88$

- METODO DI RISOLUZIONE : AUTOMATICO (SOFTWARE "Capriate Acciaio S.L.")

Utilizzando il software in oggetto, con i seguenti dati:



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE

NODI CAPRIATA

Nodo N.	Ascissa X(m.)	Ordinata Y(m.)
1	0,00	0,00
2	4,76	0,00
3	9,52	0,00
4	4,76	1,08
5	2,81	0,64
6	6,71	0,64

ASTE CAPRIATA

Asta N.	Nodo i	Nodo j	Base(cm.)	Altezza(cm.)	Area (cmq)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
1	1	5	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
2	2	5	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
3	2	4	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
4	2	6	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
5	4	6	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
6	6	3	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
7	5	4	58,00	120,00	14,20	327,00	54,50
8	1	2	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72
9	2	3	60,00	50,00	7,56	18,72	5,72

MATERIALE ASTE

Descrizione: S235 t<40 UNI EN 10025-2

f_{yk} = 235,00 N/mm²

f_{tk} = 360,00 N/mm²

E = 210000,00 N/mm²

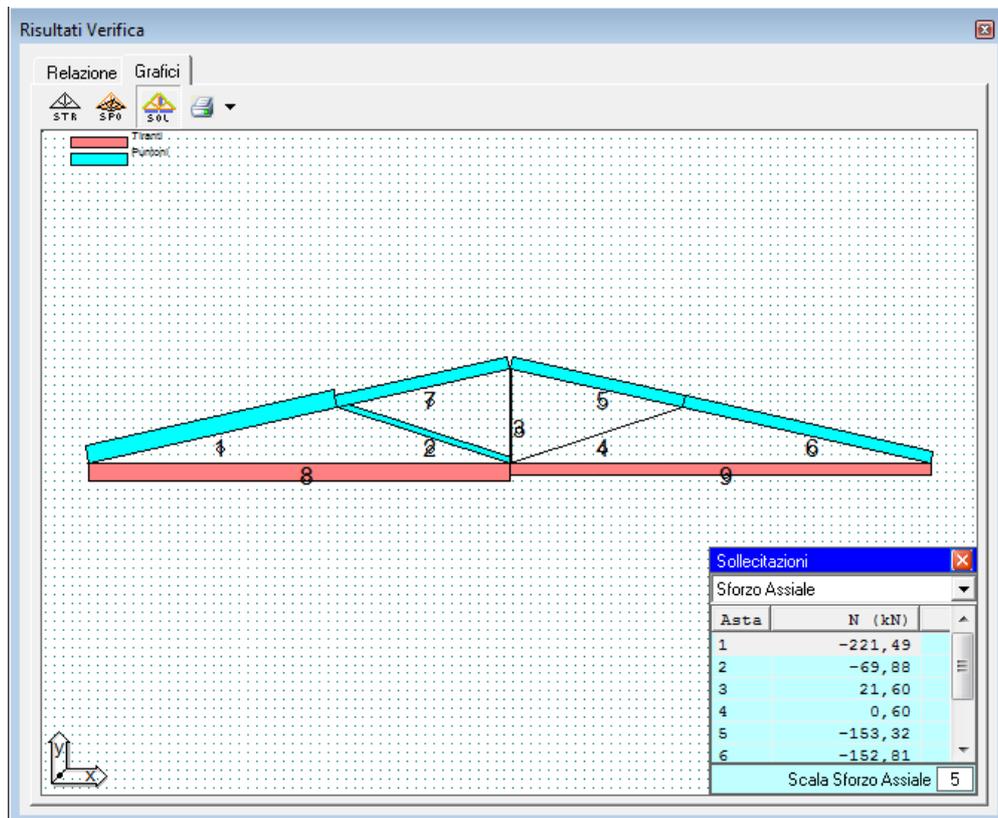
VINCOLI ESTERNI

Nodo N.	Spost. X	Spost. Y
1	Bloccato	Bloccato
3	Libero	Bloccato

CARICHI NODALI

Nodo N.	Forza Dir. X (kN)	Forza Dir. Y (kN)
1	0,00	-21,96
2	0,00	0,00
3	0,00	0,00
4	0,00	-45,89
5	0,00	-37,23
6	0,00	0,00

Si ottiene:



RISULTATI DI CALCOLO - METODO DEGLI SPOSTAMENTI

SPOSTAMENTI

x1= 0,00 mm.
y1= 0,00 mm.
x2= 6,47 mm.
y2= -36,95 mm.
x3= 10,94 mm.
y3= 0,00 mm.
x4= 5,14 mm.
y4= -36,80 mm.
x5= 6,71 mm.
y5= -39,12 mm.
x6= 5,04 mm.
y6= -32,56 mm.

REAZIONI VINCOLARI

NODO N. 1 Rx= 0,00 kN Ry= 71,15 kN
NODO N. 3 Rx= 0,00 kN Ry= 33,93 kN

VERIFICHE S.L.U.

S.L.U. di COMPRESSIONE/TRAZIONE

Asta N.	Profilo	Materiale	S.L.	Ned (kN)	Nrd (kN)	Ned/Nrd
1	IPN 120	S235 t<40 UNI EN 100	C	221,49	317,81	0,70 < 1
2	2LV50x30x5	"	C	69,88	169,20	0,41 < 1
3	"	"	T	21,60	169,20	0,13 < 1
4	"	"	T	0,60	169,20	0,00 < 1
5	IPN 120	"	C	153,32	317,81	0,48 < 1
6	"	"	C	152,81	317,81	0,48 < 1
7	"	"	C	153,32	317,81	0,48 < 1
8	2LV50x30x5	"	T	215,96	169,20	1,28 > 1 NON VER.
9	"	"	T	148,99	169,20	0,88 < 1

CONCLUSIONI

Dal confronto dei risultati ottenuti con il metodo teorico ed il software in oggetto, si evince che essi sono in accordo, a meno di errori di arrotondamento.