

**MARIA GIULIA DELLI COLLI**

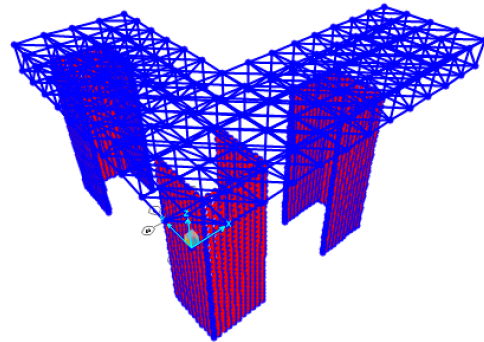
## **PREDIMENSIONAMENTO DI UNA TRAVATURA RETICOLARE SPAZIALE**

- Dimensionamento a trazione e a compressione (3+3 profili) rispetto ad una combinazione di carico allo SLU (incidenza di un solaio in acciaio 12kN/mq )
- Verifica di resistenza delle sezioni predimensionate, tenendo in considerazione anche il loro peso nel calcolo delle sollecitazioni.
- Verifica di deformabilità (considerando di ridurre l'incidenza del solaio a 8 kN/mq per la verifica a SLE)

Disegno di una travatura reticolare spaziale su Sap 2000

Per disegnare la travatura reticolare spaziale ho creato un cubo con dimensioni 2,5 m x 2,5 m. Una volta disegnate le aste, ho inserito le diagonali nelle facce del cubo in modo tale da non avere una struttura labile.

Ho creato due gruppi: diagonali e montanti. Il modulo è poi stato copiato fino ad ottenere una struttura a L.



Una volta definita e assegnata un'ipotetica sezione (tubolare) degli elementi assegno il rilascio dei momenti, in quanto sono cerniere interne, sia in direzione 2-2 che 3-3, e assegno il rilascio alla torsione (end).

Tramite il comando Draw Poly Area ho creato dei setti, in corrispondenza dei nodi, di altezza pari a 15 m. L'area di questi è stata divisa in un certo numero di parti e ai punti alla base questi sono stati vincolati con il vincolo "incastro".

### Assegnazione del carico alla struttura

Un'asta reticolare sul corpo è scarica quindi dovrò assegnare il carico sui nodi, usando un carico concentrato e non distribuito.

Tengo in considerazione che i nodi perimetrali hanno una area di influenza minore rispetto ai nodi centrali. Per questo motivo ai nodi perimetrali assegnerò la metà del valore rispetto ai nodi centrali.

*Dati:*

**Incidenza di un solaio in acciaio:** 12kN/mq

**Numero di piani:** 3

**A<sub>tot</sub>:** 450 mq

$$F_{1 \text{ piano}} : 450 \text{ mq} \times 12 \text{ kN/ mq} = 5.400 \text{ kN}$$
$$F_{1 \text{ piano}} \times 3 \text{ piani} = 16.200 \text{ kN}$$

$N_{\text{tot, nodi}} : 95$

$N_{\text{tot, nodi perimetrali}} : 44$

$N_{\text{tot, nodi centrali}} : 51$

$$N_{\text{tot, nodi}} - (N_{\text{tot, nodi perimetrali}} / 2) = N_{\text{tot, nodi}}$$

su cui si ripartisce il carico considerando l'area di influenza 2,5 m x 2,5 m.

$$95 - (44/2) = 73 \text{ Nodi}$$

$$6.200 / 73 = 221,9 \text{ kN}$$

$$221,9 / 2 = 110,95 \text{ kN}$$

**Carico sui nodi centrali:** 221,9 kN

**Carico sui nodi perimentrali:** 110,95 kN

Assegno il carico ai vari nodi utilizzando il Load Patterns uguale a 0.

Avvio l'analisi e verifico che il taglio e il momento siano nulli.

In corrispondenza dei setti ho dei valori di taglio e momento minimi. Ho tolto l'asta in corrispondenza del setto.

Noto ora che il taglio e il momento sono nulli.

### Dimensionamento delle aste

Esporto in excel la tabella dei risultati, in particolare Element Forces – Frames che userò per il dimensionamento.

Posso semplificare la tabella di excel mantenendo per ogni frames un solo valore visto che lo sforzo normale è costante su tutta l'asta.

Ordino quindi la colonna "Station" in modo crescente.

Per ricordarmi quali sono le aste inclinate evidenzio in **giallo** i valori di station pari a 3.53 m.

Terrò quindi il valore di "Station" 0 per tutte le aste e il valore di "Station" 3,53 per le aste inclinate.

Ordino poi i valori di N (kN) dal più piccolo al più grande.

Divido quindi i valori in due famiglie: **aste tese** (+) e **aste compresse** (-).

Ognuna di queste famiglie è suddivisa in tre gruppi in modo da predimensionare tre profili tesi e tre profili compressi.

Il valore 0 dello sforzo normale N lo considero come asta tesa.

Dati di progetto:

### Acciaio S235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma \rightarrow 235 / 1.05 = 224 \text{ MPa} \rightarrow 22,4 \text{ kN / cm}^2$$

$$E = 21000 \text{ kN / cm}^2$$

$\gamma$  = coefficiente di sicurezza relativo al materiale

### Aste Tese

In un'asta la cui sezione ha area  $A$  ed è sollecitata da una forza normale centrata  $N$ , le tensioni nella sezione sono uniformemente distribuite e si ha:

$$\sigma = N/A$$

$$A = N/\sigma$$

L'area minima mi permetterà di scegliere il tubolare.

$$A_{min} = N / f_{yd}$$

### Aste Compresse

Per quanto riguarda le aste compresse dal carico critico di Eulero posso ricavarmi l'inerzia minima affinché l'asta non vada in carico di punta.

$$N_{cr} = \pi^2 E I_{min} / l^2$$

$N_{cr}$  rappresenta il valore della forza normale il cui superamento comporta la perdita di stabilità dell'equilibrio dell'asta.

$$I_{min} = N l^2 / \pi^2 E$$

Per il dimensionamento ho scelto le caratteristiche geometriche di tubi circolari in acciaio del produttore Oppo (<https://www.oppo.it/tabelle/profilati-tubi-circ.htm>).

#### ASTE COMPRESSE

$$0 - (-10.67) \text{ cm}^2 \rightarrow 10.7 \text{ cm}^2$$

$$(-10.81) - (-19.1) \text{ cm}^2 \rightarrow 19.1 \text{ cm}^2$$

$$(-19.42) - (-80.25) \text{ cm}^2 \rightarrow 89.1 \text{ cm}^2$$

#### ASTE TESE

$$0 - (7.30) \text{ cm}^2 \rightarrow 7.33 \text{ cm}^2$$

$$(7.43) - (10.67) \text{ cm}^2 \rightarrow 10.7 \text{ cm}^2$$

$$(10.82) - (-73.2) \text{ cm}^2 \rightarrow 79.2 \text{ cm}^2$$

TABLE: Element Forces - Frames													
ASTE COMPRESSE													
Frame	Station	OutputCase	CaseType	N	$f_{yd}$	$A_{min} = N/f_{yd}$	A profilati	$I^2$	$\pi^2$	E	$I_{min} = N I^2 / \pi^2 E$	Momenti di inerzia	d x s
Text	m	Text	Text	KN	kN /cm <sup>2</sup>	cm2	cm2	cm2		kN /cm <sup>2</sup>	cm4	cm4	mm
599		0 G	LinStatic	-1797.611	22.4	-80.25	89.1	62500	9.86	21000	-542.60	17756	406.4 x 7.1
590		0 G	LinStatic	-1592.98	22.4	-71.12	89.1	62500	9.86	21000	-480.83	17756	406.4 x 7.1
564		0 G	LinStatic	-1552.221	22.4	-69.30	89.1	62500	9.86	21000	-468.53	17756	406.4 x 7.1
581		0 G	LinStatic	-1537.504	22.4	-68.64	89.1	62500	9.86	21000	-464.09	17756	406.4 x 7.1
578		0 G	LinStatic	-1094.884	22.4	-48.88	89.1	62500	9.86	21000	-330.49	17756	406.4 x 7.1
608		0 G	LinStatic	-1061.836	22.4	-47.40	89.1	62500	9.86	21000	-320.51	17756	406.4 x 7.1
569		0 G	LinStatic	-1001.8	22.4	-44.72	89.1	62500	9.86	21000	-302.39	17756	406.4 x 7.1
620		0 G	LinStatic	-930.414	22.4	-41.54	89.1	62500	9.86	21000	-280.84	17756	406.4 x 7.1
566	3.53553	G	LinStatic	-918.75	22.4	-41.02	89.1	124609	9.86	21000	-552.91	17756	406.4 x 7.1
617		0 G	LinStatic	-912.829	22.4	-40.75	89.1	62500	9.86	21000	-275.53	17756	406.4 x 7.1
629		0 G	LinStatic	-887.195	22.4	-39.61	89.1	62500	9.86	21000	-267.80	17756	406.4 x 7.1
638		0 G	LinStatic	-885.473	22.4	-39.53	89.1	62500	9.86	21000	-267.28	17756	406.4 x 7.1
557	3.53553	G	LinStatic	-867.954	22.4	-38.75	89.1	124609	9.86	21000	-522.34	17756	406.4 x 7.1
529		0 G	LinStatic	-797.664	22.4	-35.61	89.1	62500	9.86	21000	-240.77	17756	406.4 x 7.1
550	3.53553	G	LinStatic	-784.705	22.4	-35.03	89.1	124609	9.86	21000	-472.24	17756	406.4 x 7.1
551		0 G	LinStatic	-770.712	22.4	-34.41	89.1	62500	9.86	21000	-232.64	17756	406.4 x 7.1
486	3.53553	G	LinStatic	-745.847	22.4	-33.30	89.1	124609	9.86	21000	-448.85	17756	406.4 x 7.1
109	3.53553	G	LinStatic	-735.178	22.4	-32.82	89.1	124609	9.86	21000	-442.43	17756	406.4 x 7.1
540		0 G	LinStatic	-733.96	22.4	-32.77	89.1	62500	9.86	21000	-221.54	17756	406.4 x 7.1
548	3.53553	G	LinStatic	-730.027	22.4	-32.59	89.1	124609	9.86	21000	-439.33	17756	406.4 x 7.1
495	3.53553	G	LinStatic	-680.503	22.4	-30.38	89.1	124609	9.86	21000	-409.53	17756	406.4 x 7.1
455	3.53553	G	LinStatic	-657.562	22.4	-29.36	89.1	124609	9.86	21000	-395.72	17756	406.4 x 7.1
647		0 G	LinStatic	-639.951	22.4	-28.57	89.1	62500	9.86	21000	-193.17	17756	406.4 x 7.1
555		0 G	LinStatic	-626.424	22.4	-27.97	89.1	62500	9.86	21000	-189.08	17756	406.4 x 7.1
526	3.53553	G	LinStatic	-621.561	22.4	-27.75	89.1	124609	9.86	21000	-374.06	17756	406.4 x 7.1
39		0 G	LinStatic	-609.036	22.4	-27.19	89.1	62500	9.86	21000	-183.83	17756	406.4 x 7.1
570		0 G	LinStatic	-598.885	22.4	-26.74	89.1	62500	9.86	21000	-180.77	17756	406.4 x 7.1
305	3.53553	G	LinStatic	-598.475	22.4	-26.72	89.1	124609	9.86	21000	-360.16	17756	406.4 x 7.1

TABLE: Element Forces - Frames								
ASTE TESE								
Frame	Station	OutputCase	CaseType	N	$f_{yd}$	$A_{min} = N/f_{yd}$	A profilati	d x s
Text	m	Text	Text	KN	kN /cm <sup>2</sup>	cm2	cm2	mm
4		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
411		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
412		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
413		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
5		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
727		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
728		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
729		0 G	LinStatic	0	22.4	0.00	7.33	76.1 x 3.2
217		0 G	LinStatic	0.353	22.4	0.02	7.33	76.1 x 3.2
217	3.53553	G	LinStatic	0.353	22.4	0.02	7.33	76.1 x 3.2
240		0 G	LinStatic	0.571	22.4	0.03	7.33	76.1 x 3.2
240	3.53553	G	LinStatic	0.571	22.4	0.03	7.33	76.1 x 3.2
76		0 G	LinStatic	0.593	22.4	0.03	7.33	76.1 x 3.2
313		0 G	LinStatic	0.724	22.4	0.03	7.33	76.1 x 3.2
313	3.53553	G	LinStatic	0.724	22.4	0.03	7.33	76.1 x 3.2
326		0 G	LinStatic	0.818	22.4	0.04	7.33	76.1 x 3.2
347		0 G	LinStatic	1.752	22.4	0.08	7.33	76.1 x 3.2
131		0 G	LinStatic	2.893	22.4	0.13	7.33	76.1 x 3.2
131	3.53553	G	LinStatic	2.893	22.4	0.13	7.33	76.1 x 3.2
678		0 G	LinStatic	3.888	22.4	0.17	7.33	76.1 x 3.2
127		0 G	LinStatic	4.173	22.4	0.19	7.33	76.1 x 3.2
416		0 G	LinStatic	4.262	22.4	0.19	7.33	76.1 x 3.2
416	3.53553	G	LinStatic	4.262	22.4	0.19	7.33	76.1 x 3.2
27		0 G	LinStatic	4.865	22.4	0.22	7.33	76.1 x 3.2
27	3.53553	G	LinStatic	4.865	22.4	0.22	7.33	76.1 x 3.2
35		0 G	LinStatic	4.961	22.4	0.22	7.33	76.1 x 3.2
304		0 G	LinStatic	5.022	22.4	0.22	7.33	76.1 x 3.2
304	3.53553	G	LinStatic	5.022	22.4	0.22	7.33	76.1 x 3.2
94		0 G	LinStatic	5.404	22.4	0.24	7.33	76.1 x 3.2

## Assegnazione delle sezioni alle aste su SAP 2000

Definisco 6 gruppi e li nomino :

SEZ 1 T : **7.33 cm<sup>2</sup>**

SEZ 2 T : **10.7 cm<sup>2</sup>**

SEZ 3 T : **79.2 cm<sup>2</sup>**

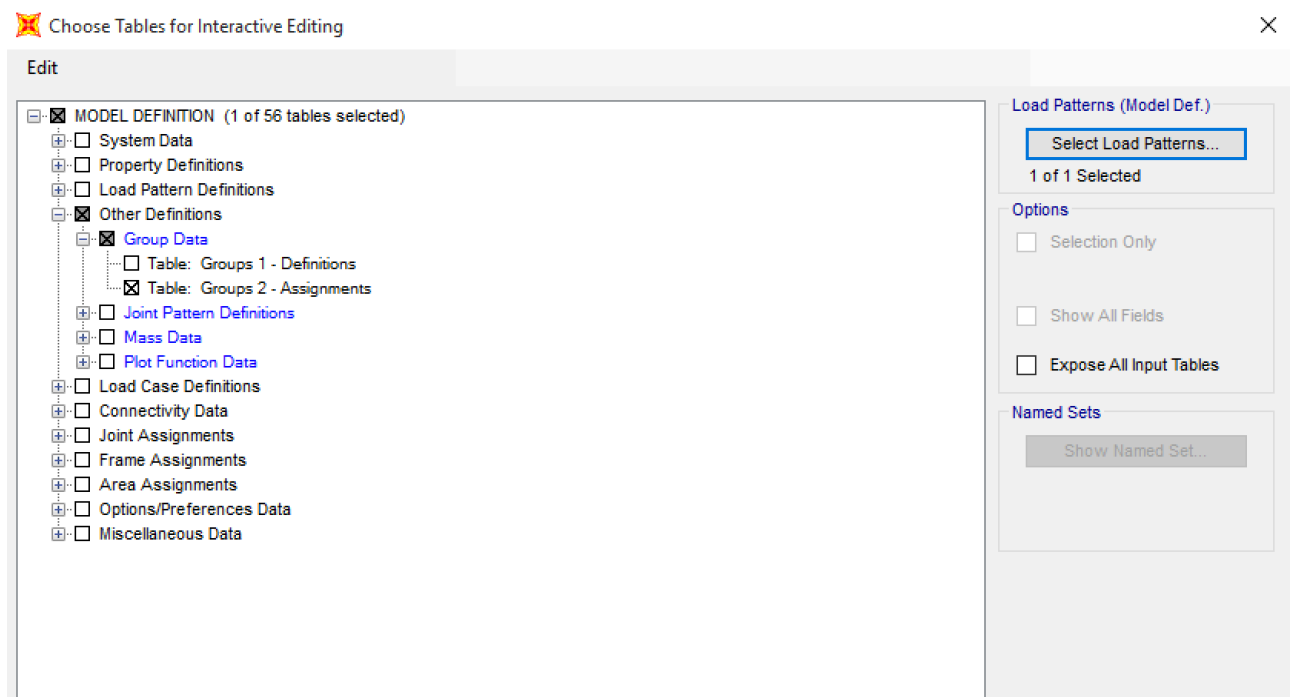
SEZ 1 C: **10.7 cm<sup>2</sup>**

SEZ 2 C: **19.1 cm<sup>2</sup>**

SEZ 3 C: **89.1 cm<sup>2</sup>**

Definisco 5 SEZIONI .

Tramite Edit → Interactive Database Editing :



Una volta dato ok, clicco su Excel → Send Table su Excel

Inserisco i frame accanto al nome del gruppo da me creato. Il gruppo al quale accosto il frame corrisponde alla sezione che voglio assegnargli.

clicco su Excel → Retrieve Table from Excel

File → Apply to model

Select → Group → seleziono il gruppo e poi Assegno ai frame la sezione creata.