

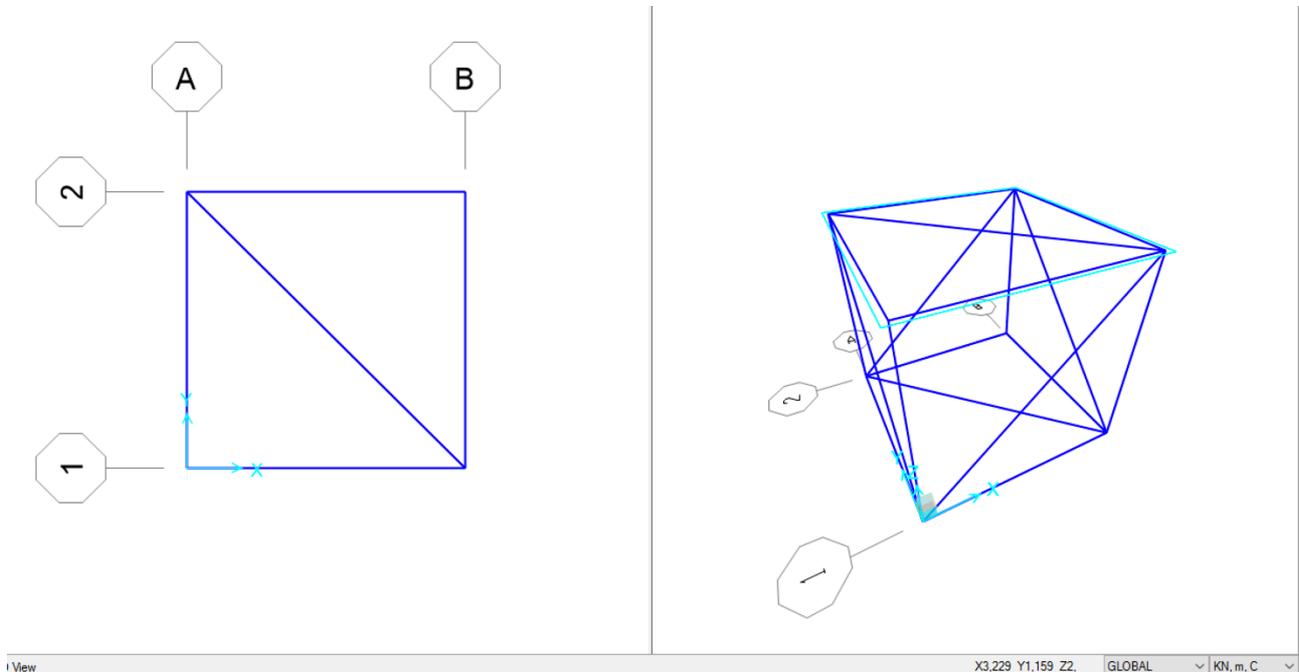
Apro Sap2000, inizio creando un nuovo file:

File -> New model -> Grid only

Number of grid lines: 2,2,2

Grid spacing: 2,2,2

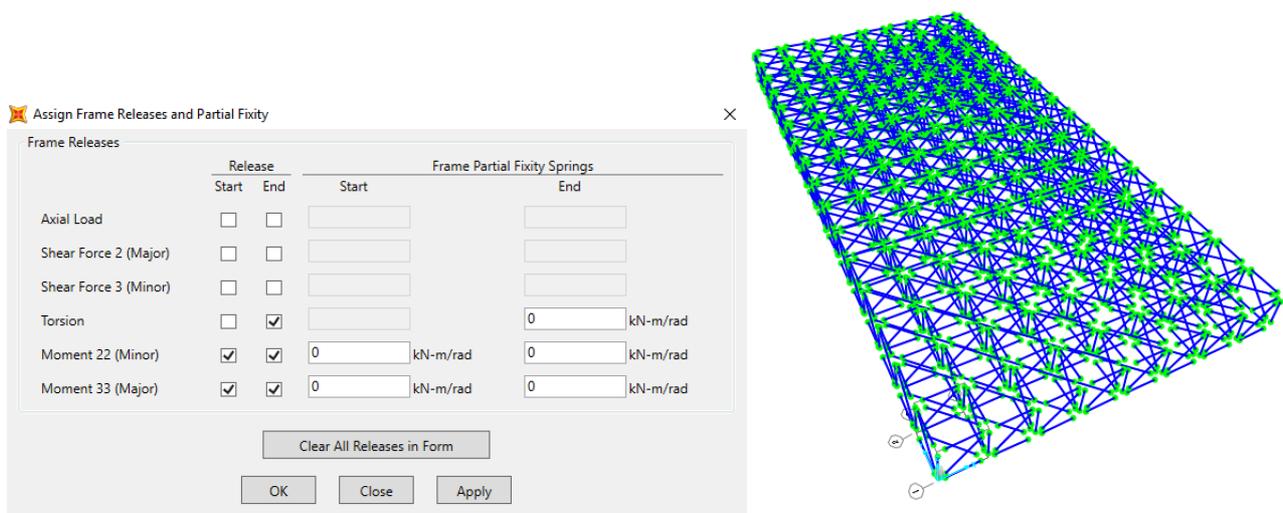
Creo così un cubo 2x2 m sul quale disegno i frame verticali, orizzontali e diagonali.



Creato un modulo della reticolare procedo selezionando tutte le facce del cubo tranne una ed utilizzo il comando Replicate (ctrl+R):

in Increments inserisco la lunghezza di ogni asta, cioè 2 m; in Increment Data inserisco il numero di volte per cui voglio replicare l'oggetto.

Una volta creata la reticolare spaziale seleziono tutta la struttura ed inserisco le cerniere interne: Assign -> Frame -> Releases/Partial Fixity

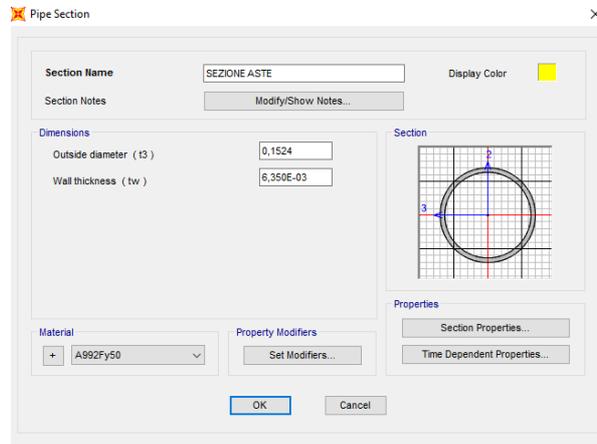


Ipotizzo una sezione per la struttura, che successivamente verrà modificata in base al dimensionamento delle aste:

Define -> Section Properties -> Frame section -> Add new property -> Steel -> Pipe e creo una nuova sezione con il nome "sezione aste".

Seleziono la struttura ed assegno la sezione:

Assign -> Frame -> Frame section, seleziono la sezione che ho creato in precedenza.

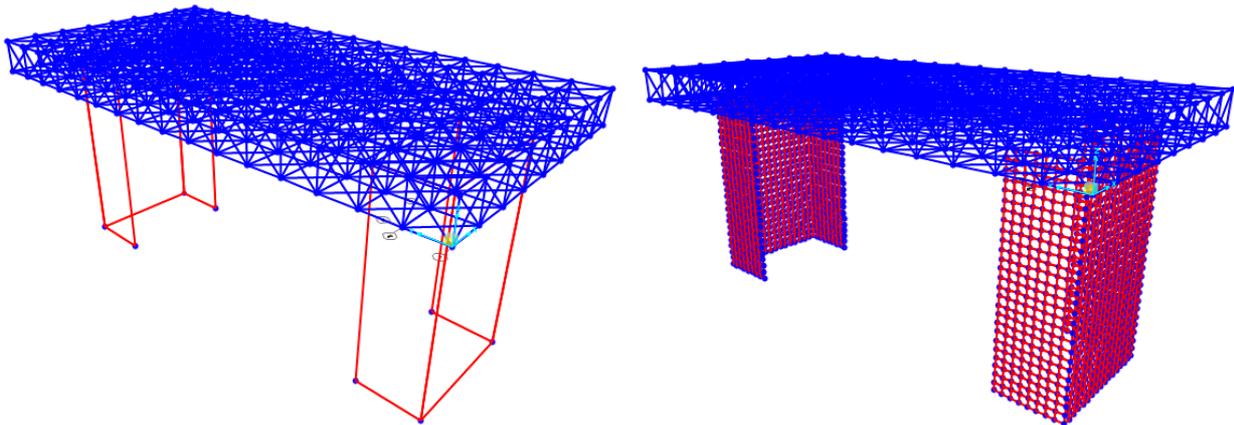


Creo i setti:

Draw special joint -> Offset Z: -15, questo comando mi permette di prendere i punti in cui voglio disegnare i setti e portarli a -15 m così da disegnarli facilmente.

Draw poly area: unisco i punti di cui ho fatto l'offset con i punti della reticolare, creando delle superfici.

Seleziono i setti e li divido in tante piccole aree: Edit -> Edit area -> Divide areas ed inserisco il valore 0,5.



Seleziono i punti alla base dei setti e gli assegno i vincoli, perciò proseguo con Assign -> Joint -> Restraints -> Incastro.

Devo, ora, definire un Load pattern e assegnare i carichi allo SLU, considerando per ogni piano un'incidenza di 12 kN/ m².

Considero 5 i solai appesi alla reticolare.

Superficie di un piano: 512 m²

Forza agente su un piano: 512 m² x 12 kN/ m² = 6144 kN

Forza agente sul totale dei piani: 6144 kN x 5 = 30720 kN

Numero nodi: 153

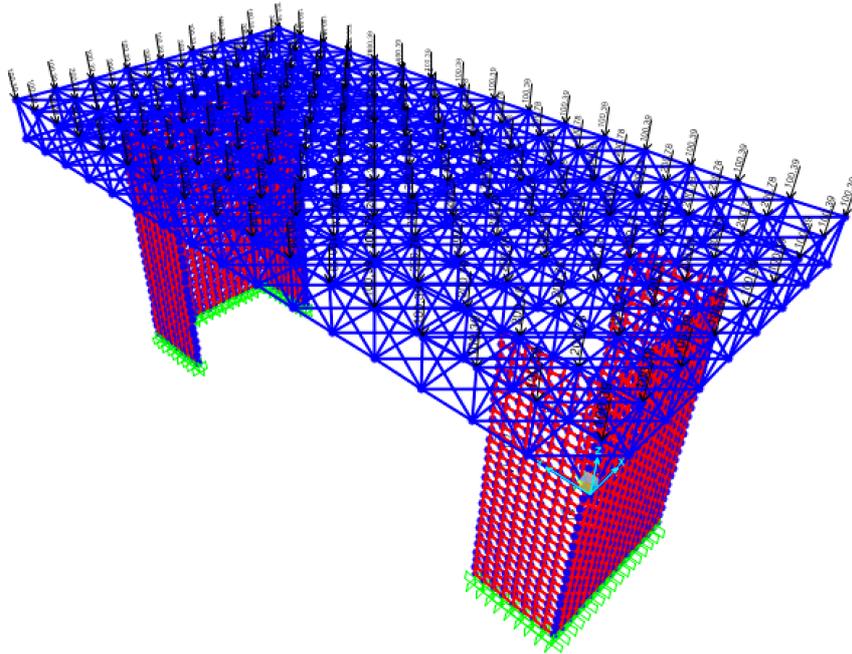
Forza agente su 1 nodo interno: $30720 \text{ kN}/153 = 200,78 \text{ kN}$

Forza agente su 1 nodo esterno = 100,39 kN

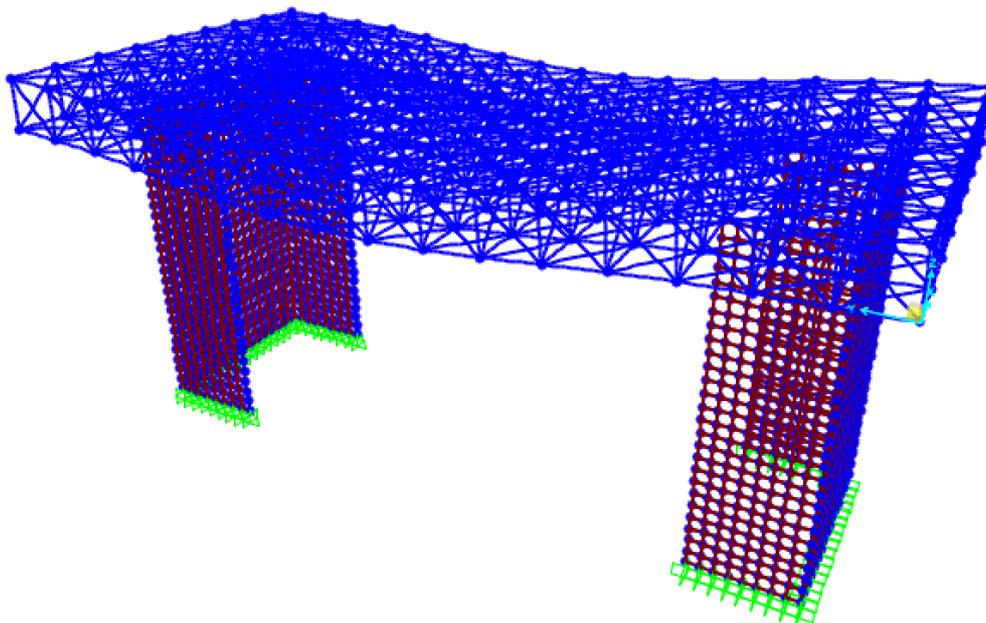
Sui nodi esterni agisce la metà della forza perché l'area di incidenza è la metà rispetto a quelli interni.

Nodi interni: Define -> Load pattern -> F -> sull'asse Z inserisco il valore -200,78

Nodi esterni: Define -> Load pattern -> F -> sull'asse Z inserisco il valore -100,39



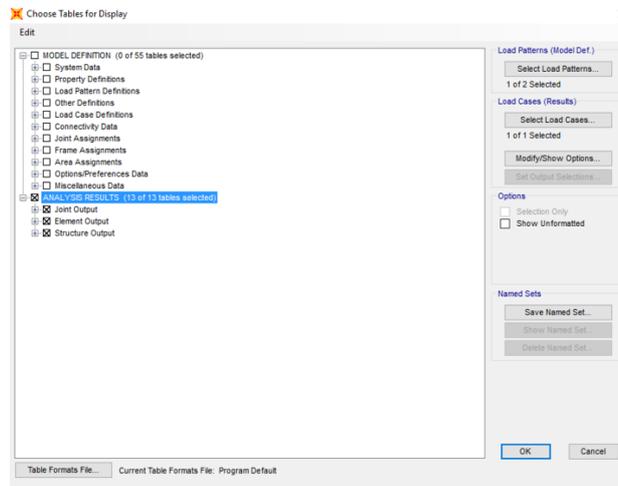
Avvio l'analisi della struttura: Run Analysis -> F -> Run now



Per verificare gli sforzi assiali sulle aste della reticolare devo esportare in Excel la tabella che vi fa riferimento:

Display -> Show Tables -> Select Load Pattern -> F

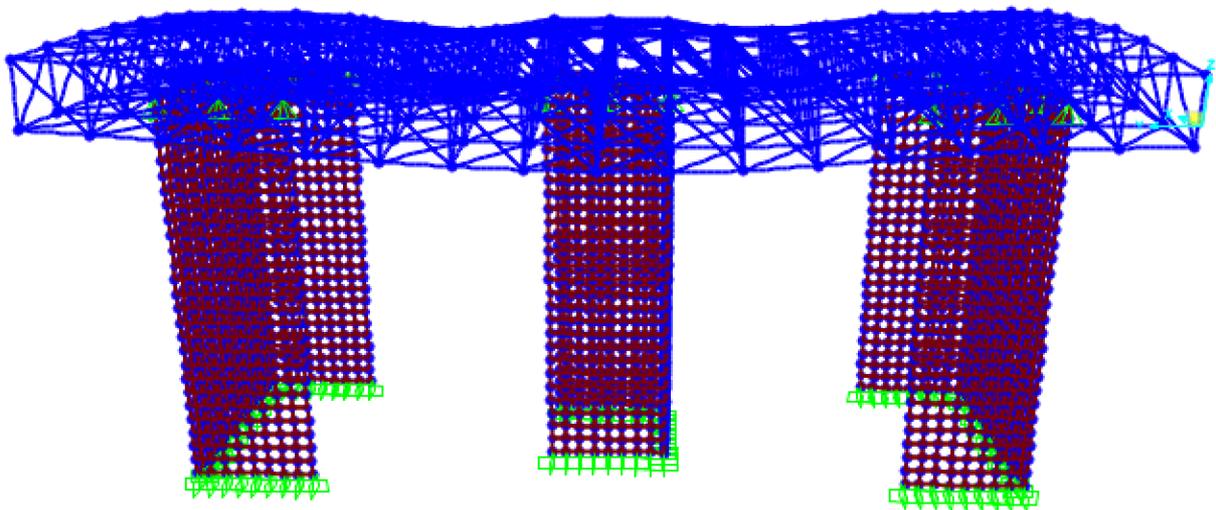
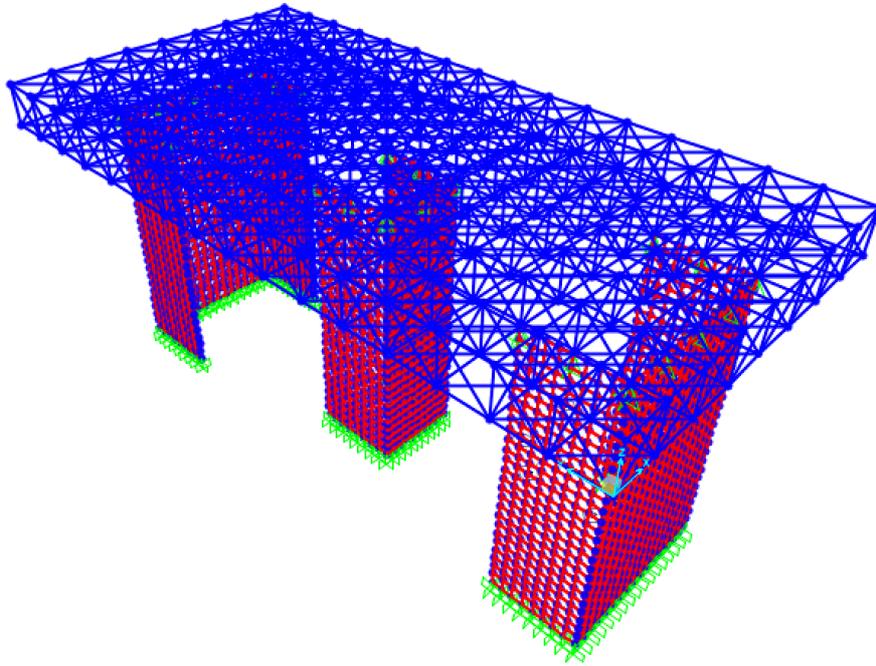
Spunto Analysis Results e clicco su ok.



Dal menù a tendina scelgo la tabella Element Forces - Frames

File -> Export Current Table -> To Excel

Guardando sulla tabella Excel i valori dello sforzo normale mi sono resa conto che erano particolarmente elevati, ho deciso perciò di tornare su SAP ed aggiungere un setto nella struttura, con gli stessi procedimenti già presentati.



In Excel posso proseguire eliminando tutte le colonne di cui non ho bisogno, lasciando soltanto quella dello sforzo assiale P, eliminando così tutte le successive.

Seleziono tutta la colonna Station e la ordino dal valore più piccolo al valore più grande, potrò così eliminare tutti i valori che vanno oltre lo zero, poiché zero è l'unico numero comune a tutte le aste (il punto da cui iniziano le aste) e visto che vi è soltanto lo sforzo normale costante, e perciò il valore di quest'ultimo sarà lo stesso in ogni punto dell'asta, posso eliminare tutto ciò che non è zero e cioè tutti i "doppioni".

Seleziono la colonna dello sforzo assiale e la ordino dal valore più piccolo a quello più grande, divido così le aste compresse (valori negativi) dalle aste tese (valori positivi).

Divido le aste compresse dalle aste tese, e le divido a loro volta in 3 gruppi di valori (3 per le aste compresse contrassegnate con tonalità di rosso e 3 per le aste tese contrassegnate in tonalità di blu) ad ognuno dei quali verrà assegnato un tipo di profilato.

Scelgo l'acciaio S235, perciò la tensione caratteristica $f_{yk}=235$ MPa

La tensione di progetto sarà uguale a $f_{yd}=f_{yk}/\gamma$

Per le aste tese devo calcolare soltanto l'Area minima:

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

Per le aste compresse devo calcolare l'Area minima e l'Inerzia minima:

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

$$I_{min} = (N / \pi^2 \times E) \times L^2$$

Creo su Excel un nuovo foglio che chiamo "Dimensionamento Aste" in cui inserisco i 6 valori di sforzo normale che mi interessano assegnando ad ognuno un profilato.

Frame n.	P kN	N	Amin cm ²	Imin cm ⁴	Profilato d x s mm
ASTE COMPRESSE					
745	-1389,83	-1389834	62,09897	268,2279	406,4 x 5,0
857	920,542	920542	41,1306	177,6579	273,0 x 5,6
942	-457,587	-457587	20,22197	87,346	168,3 x 4,0
ASTE TESI					
971	982,053	982053	43,87896		273,0 x 5,6
762	651,133	651133	29,09318		273,0 x 5,6
437	324,958	324958	14,5194		168,3 x 4,0

Aste compresse:

Sforzo normale: da -1389,834 kN a -931,955 kN -> Profilato 406,4 x 5,0

d x s mm	Peso kg/m	Sezione di passaggio cm ²	Sezione metallica cm ²	Momenti di inerzia Jx = Jy cm ⁴	Moduli di resistenza Wx = Wy cm ³	Raggi di inerzia ix = iy cm
406,4 x 5,0	49,50	1,234	63,10	12,704	625,0	14,20



Sforzo normale: da -901,519 kN a -469,570 kN -> Profilato 273,0 x 5,6

273,0 x 5,6	36,80	538,0	47,00	4.206	308,0	9,480
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Sforzo normale: da -452,587 kN a -0,498 kN -> Profilato 168,3 x 4,0

168,3 x 4,0	16,30	202,0	20,60	687,0	82,80	5,810
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Aste tese:

Sforzo normale: da 982,053 kN a 695,829 kN -> Profilato 273,0 x 5,6

273,0 x 5,6	96,80	538,0	47,00	4.206	308,0	9,460
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Sforzo normale: da 651,133 kN a 336,142 kN -> Profilato 219,1 x 5,0

219,1 x 5,0	26,40	343,0	33,60	1.928	178,0	7,570
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Sforzo normale: da 324,958 kN a 0,173 kN -> Profilato 139,7 x 3,6

139,7 x 3,6	12,20	138,0	15,40	357,0	51,10	4,810
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Infine dobbiamo tornare su SAP2000 per sostituire la sezione assegnata inizialmente in modo arbitrario con le nuove sezioni trovate, eseguire di nuovo l'analisi della struttura aggiungendo il peso proprio e facendo una verifica allo SLE cambiando l'incidenza del solaio da 12 kN/ m² a 8 kN/ m².