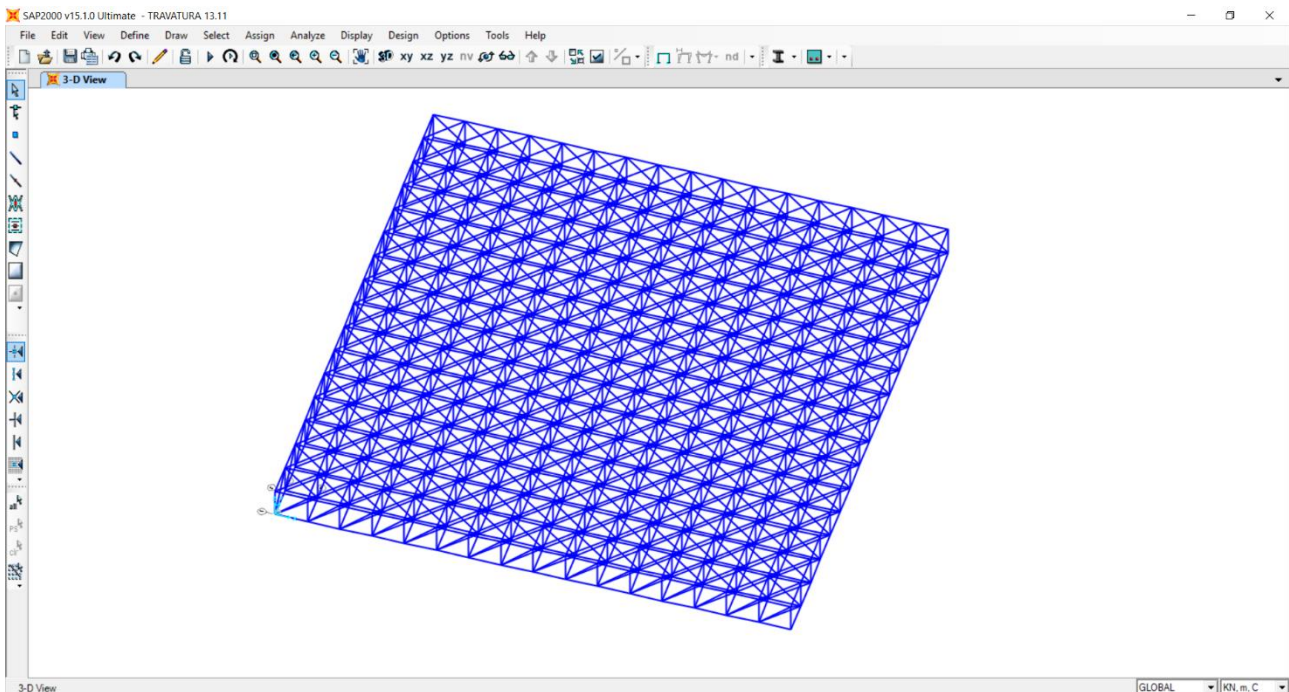
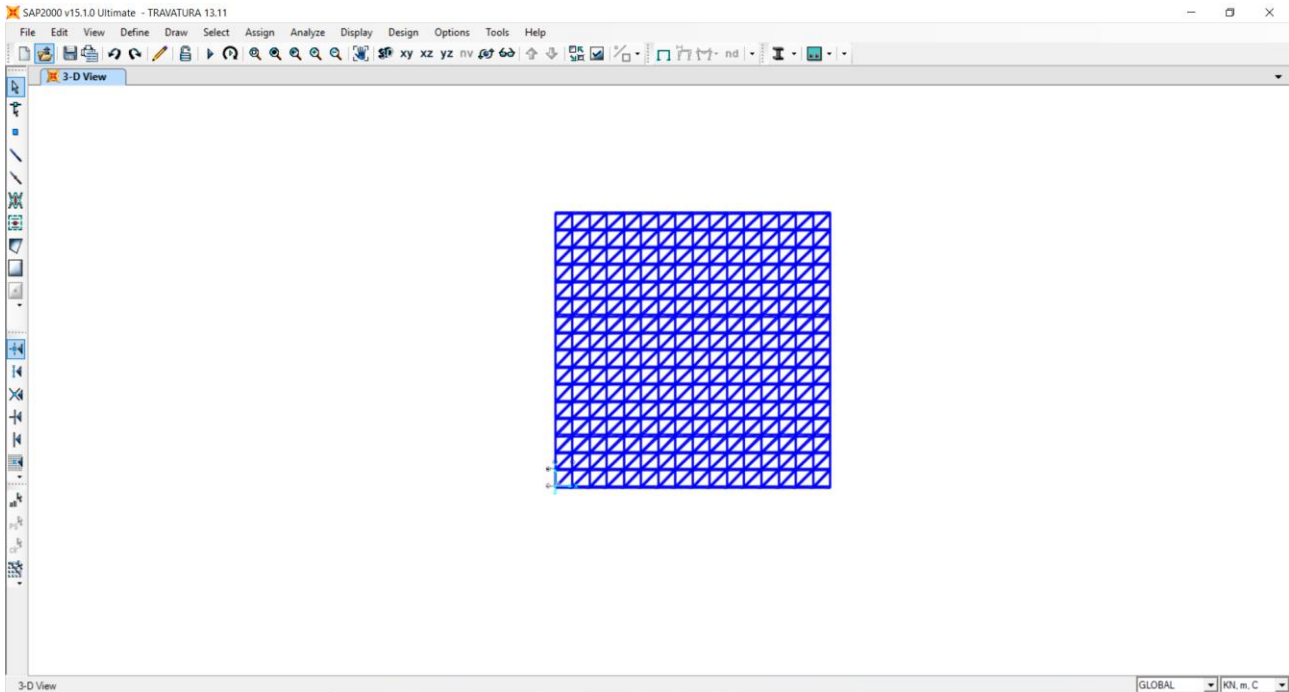


ESERCITAZIONE 1

Dimensionamento di una travatura reticolare spaziale

Realizzata in collaborazione con Marco Lepori

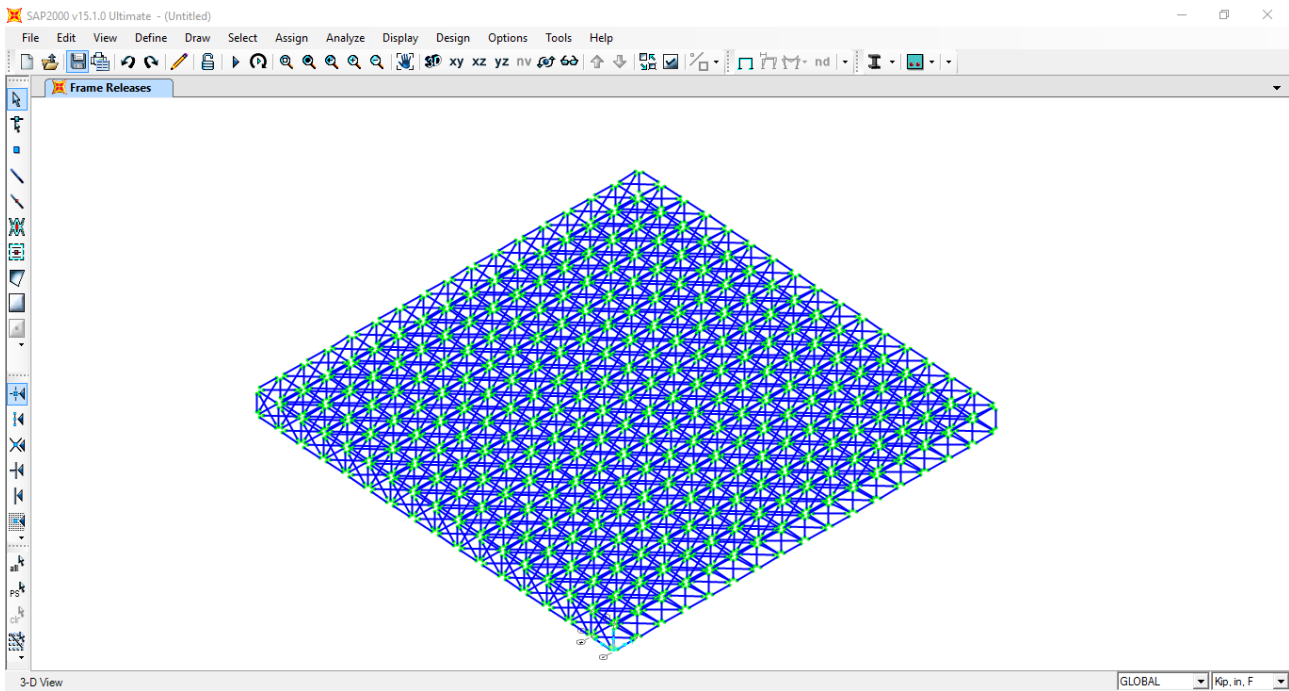
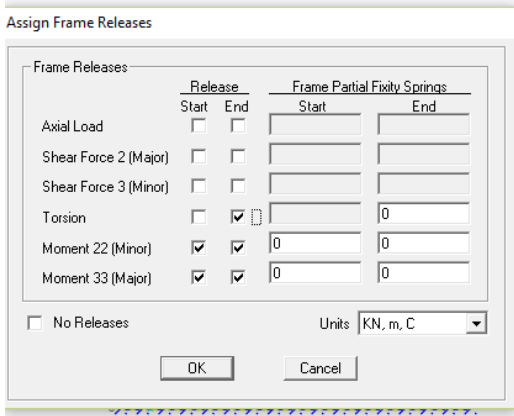
1. Abbiamo iniziato dimensionando su SAP2000 un cubo di 2x2m e costruendo una travatura reticolare spaziale di 16x16 moduli quindi 32x32m



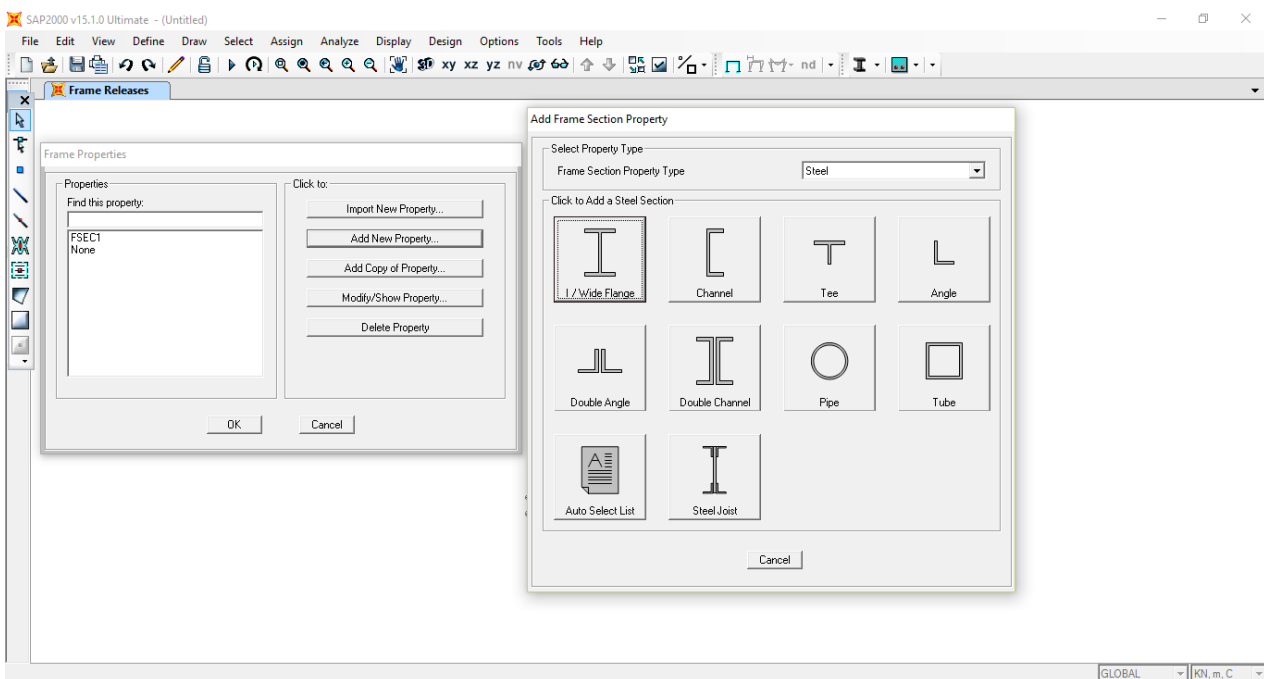
2. Abbiamo quindi corretto i nodi, che disegnati così sarebbero stati degli incastri.

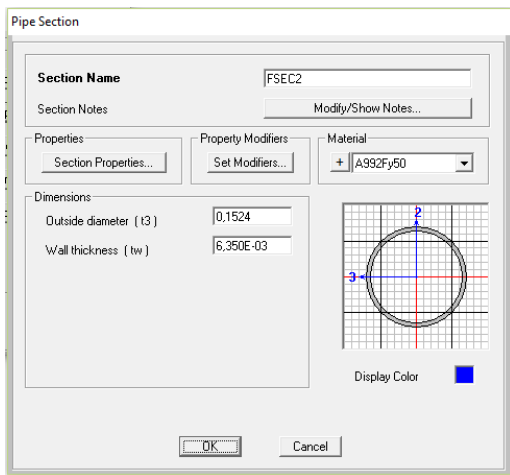
ASSIGN→JOINT→RELEASE/PARTIAL FIXITY

Spuntando le caselle dei momenti flettenti e del taglio, abbiamo fatto in modo che sulle aste agisca solo lo sforzo normale. Trasformando i nodi in delle cerniere.



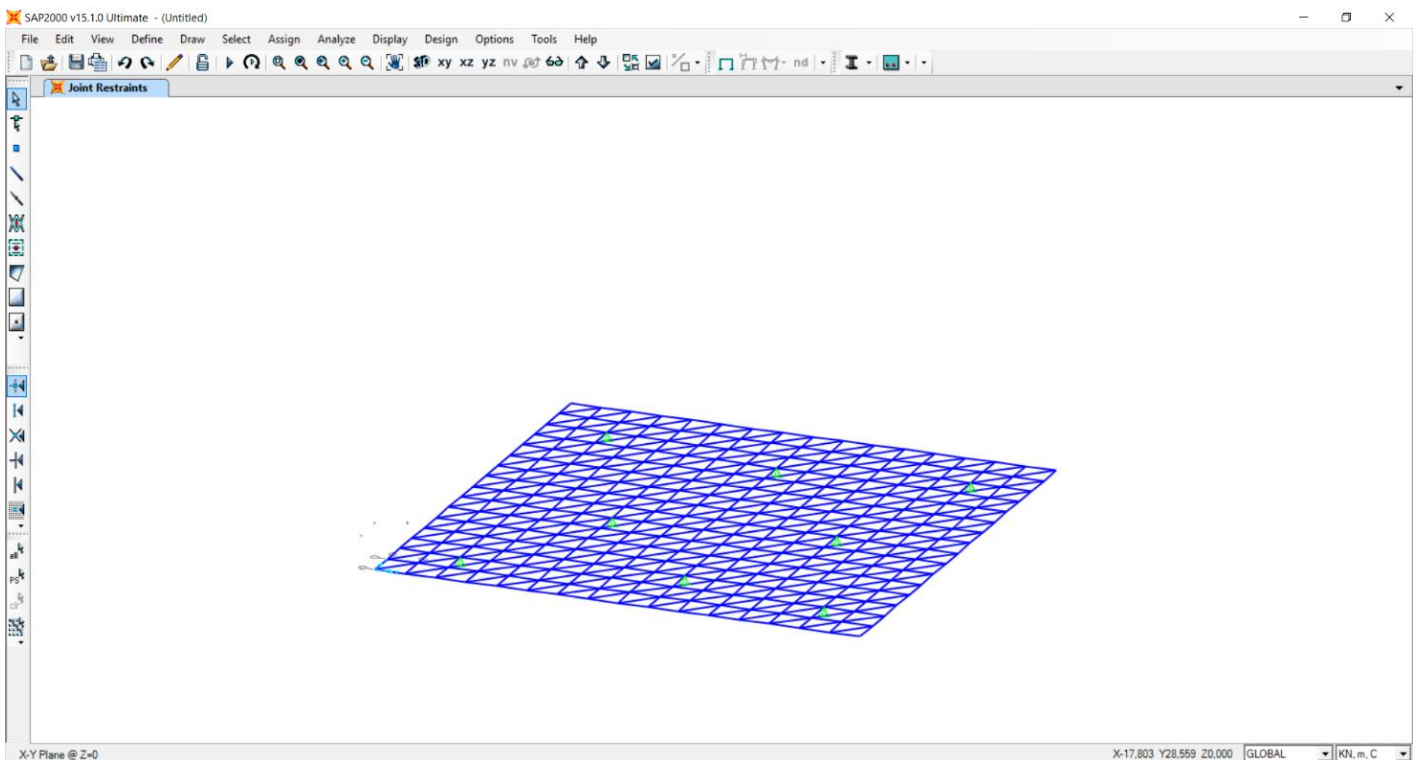
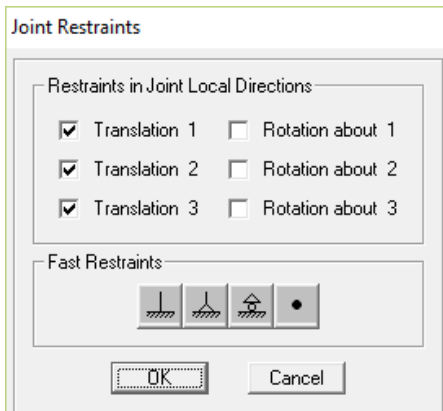
3. Abbiamo selezionato tutto e assegnato alle aste una sezione tubolare cava di dimensioni arbitrarie.
ASSIGN→FRAME→FRAME SECTIONS→ADD NEW PROPERTIES→PIPE



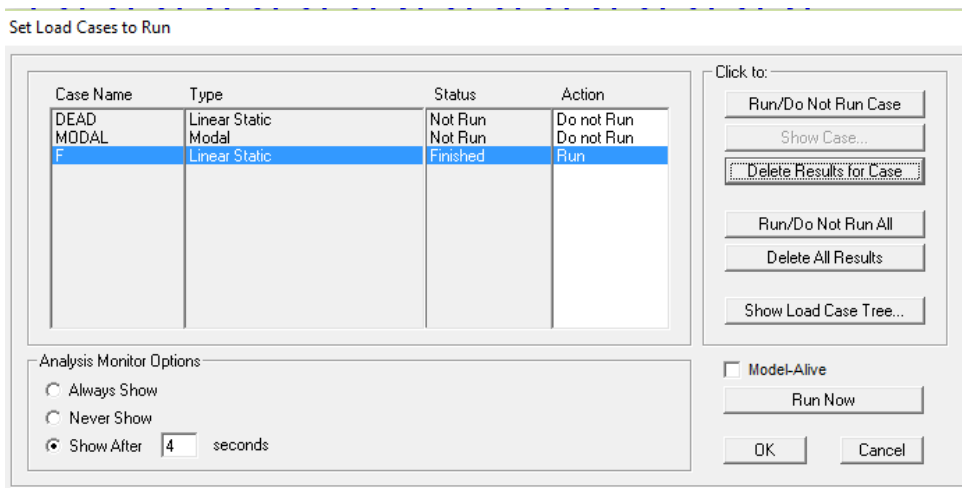


4. Abbiamo selezionato sulla faccia inferiore I nodi sui quali mettere gli appoggi, sette in totale.

ASSIGN→JOINT→RESTRAINS→CERNIERE



5. Abbiamo fatto partire l'analisi considerando solo il peso proprio della struttura



RUN ANALYSIS → MODAL → DO NOT RUN CASE → RUN NOW

Abbiamo così esportato la tabella con i pesi propri su excel

DISPLAY → SHOW TABLES → ANALYSIS RESULTS → JOINT OUTPUT → OK

FILE → EXPORT CURRENT TABLE → TO EXCEL

Abbiamo ottenuto il peso proprio complessivo sommando i valori della tabella

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
74	DEAD	LinStatic	0,578	34,963	154,698	0	0	0
98	DEAD	LinStatic	0,815	22,353	138,567	0	0	0
122	DEAD	LinStatic	-3,528	-13,605	145,806	0	0	0
250	DEAD	LinStatic	-32,301	14,891	195,912	0	0	0
298	DEAD	LinStatic	36,098	7,005	176,647	0	0	0
460	DEAD	LinStatic	-8,5	-1,448	170,492	0	0	0
482	DEAD	LinStatic	6,677	-44,249	166,662	0	0	0
506	DEAD	LinStatic	0,162	-19,911	138,684	0	0	0
					1287,468			

PESO PROPRIO = 1288 KN

6. Avendo immaginato la travatura reticolare spaziale in un sistema di solai appesi (ne abbiamo ipotizzati 3) abbiamo considerato un carico di **10 KN/M²**.

Abbiamo calcolato il carico

$$\text{AREA} = 32 * 32 = 1024 \text{ M}^2$$

$$1024 * 10 = 10240 \text{ KN/piano}$$

Lo abbiamo moltiplicato per il numero di solai appesi

$$10240 * 3 = 30720 \text{ KN}$$

Poi lo abbiamo sommato al peso proprio della struttura

$$30720 + 1288 = 32008 \text{ KN}$$

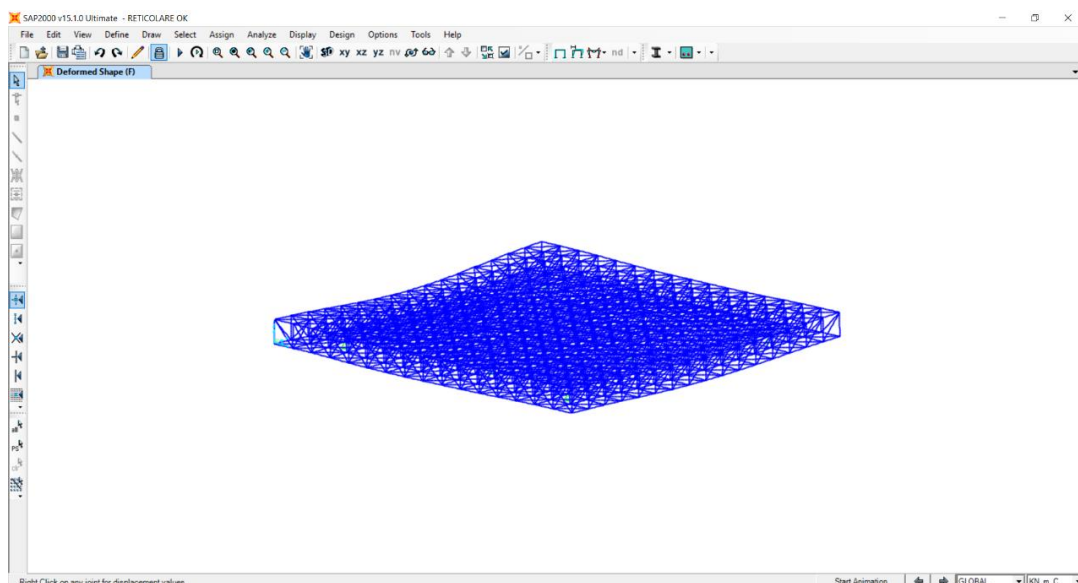
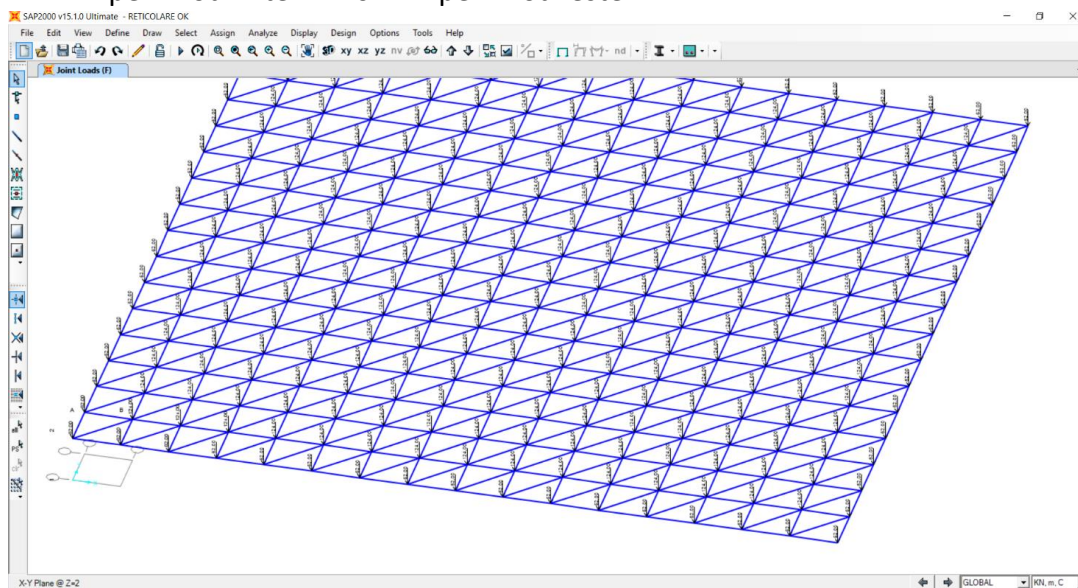
Lo abbiamo infine diviso per il numero di nodi, prendendo in considerazione le fasce di influenza

289 NODI, di cui 64 esterni

$$289 - 64 = 225$$

$$32008 / 225 = 142 \text{ KN}$$

142 KN per i nodi interni 62 KN per i nodi esterni



7. Tornando su SAP2000, abbiamo sbloccato il lucchetto e assegnato il nuovo carico ad ogni nodo

DEFINE→LOAD PATTERNS→PESO "F"/ SELF WEIGHT MULTIPLIER 0→ADD NEW LOAD PATTERN

ASSIGN→JOINT LOAD→FORCES→F e VALORE (-124 KN; -62 KN)

Abbiamo condotto una nuova analisi prendendo in considerazione solo F.

RUN ANALYSIS→DEAD e MODAL→DO NOT RUN CASE→F→RUN NOW

Ricavando così le informazioni sugli sforzi assiali

SHOW FORCES/STRESSES→FRAMES/CABLES/TENDONS→AXIAL FORCE→OK

DISPLAY→SHOW TABLES→ ANALYSIS RESULTS→ ELEMENT OUTPUT

La tabella che si ricava mostra I valori di N su ogni asta della struttura

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	S11Max	Pts11Max	x2S11Max	x3S11Max	S11Min	Pts11Min	x2S11Min	x3S11Min	FrameElem	ElemStation	
997	0	F	LinStatic	-2398,199	0	0	0	0	0	-823114,06	1	-0,0762	0	-823114,06	1	-0,0762	0	997-1	0	
11482	2116	2,82843	F	LinStatic	1135,643	0,224	0	0	0	-8,327E-17	389777,32	1	-0,0762	0	389777,32	1	-0,0762	0	2116-1	2,82843
11483	2117	2,82843	F	LinStatic	1182,956	0,224	0	0	0	-8,327E-17	406016,34	1	-0,0762	0	406016,34	1	-0,0762	0	2117-1	2,82843
11484	2117	1,41421	F	LinStatic	1183,18	2,776E-17	0	0	0	0,1586	407645,86	1	-0,0762	0	404540,77	8	0,0762	0	2117-1	1,41421
11485	2117	0	F	LinStatic	1183,405	-0,224	0	0	0	0	406170,29	1	-0,0762	0	406170,29	1	-0,0762	0	2117-1	0
11486	444	2,82843	F	LinStatic	1195,934	0,224	0	0	0	-8,327E-17	410470,76	1	-0,0762	0	410470,76	1	-0,0762	0	444-1	2,82843
11487	444	1,41421	F	LinStatic	1196,159	2,776E-17	0	0	0	0,1586	412100,28	1	-0,0762	0	408995,19	8	0,0762	0	444-1	1,41421
11488	444	0	F	LinStatic	1196,383	-0,224	0	0	0	0	410624,71	1	-0,0762	0	410624,71	1	-0,0762	0	444-1	0
11489	2008	0	F	LinStatic	1205,888	-0,224	0	0	0	0	413886,96	1	-0,0762	0	413886,96	1	-0,0762	0	2008-1	0
11490	2008	1,41421	F	LinStatic	1206,112	2,776E-17	0	0	0	0,1586	415516,48	1	-0,0762	0	412411,39	8	0,0762	0	2008-1	1,41421
11491	2008	2,82843	F	LinStatic	1206,336	0,224	0	0	0	-8,327E-17	414040,91	1	-0,0762	0	414040,91	1	-0,0762	0	2008-1	2,82843
11492	1214	0	F	LinStatic	1207,631	-0,224	0	0	0	0	414485,43	1	-0,0762	0	414485,43	1	-0,0762	0	1214-1	0
11493	1214	0,5	F	LinStatic	1207,631	-0,112	0	0	0	0,0841	415308,79	1	-0,0762	0	413662,07	8	0,0762	0	1214-1	0,5
11494	1214	1	F	LinStatic	1207,631	-5,551E-17	0	0	0	0,1121	415583,25	1	-0,0762	0	413387,62	8	0,0762	0	1214-1	1
11495	1214	1,5	F	LinStatic	1207,631	0,112	0	0	0	0,0841	415308,79	1	-0,0762	0	413662,07	8	0,0762	0	1214-1	1,5
11496	1214	2	F	LinStatic	1207,631	0,224	0	0	0	1,11E-16	414485,43	1	-0,0762	0	414485,43	1	-0,0762	0	1214-1	2
11497	443	0	F	LinStatic	1211,362	-0,224	0	0	0	0	415765,89	1	-0,0762	0	415765,89	1	-0,0762	0	443-1	0
11498	443	1,41421	F	LinStatic	1211,586	2,776E-17	0	0	0	0,1586	417395,41	1	-0,0762	0	414290,32	8	0,0762	0	443-1	1,41421
11499	443	2,82843	F	LinStatic	1211,811	0,224	0	0	0	-8,327E-17	415919,84	1	-0,0762	0	415919,84	1	-0,0762	0	443-1	2,82843
11500	1003	0	F	LinStatic	1324,887	-0,224	0	0	0	0	454729,95	1	-0,0762	0	454729,95	1	-0,0762	0	1003-1	0
11501	1003	0,5	F	LinStatic	1324,887	-0,112	0	0	0	0,0841	455553,31	1	-0,0762	0	453906,59	8	0,0762	0	1003-1	0,5
11502	1003	1	F	LinStatic	1324,887	-5,551E-17	0	0	0	0,1121	455827,76	1	-0,0762	0	453632,13	8	0,0762	0	1003-1	1
11503	1003	1,5	F	LinStatic	1324,887	0,112	0	0	0	0,0841	455553,31	1	-0,0762	0	453906,59	8	0,0762	0	1003-1	1,5
11504	1003	2	F	LinStatic	1324,887	0,224	0	0	0	1,11E-16	454729,95	1	-0,0762	0	454729,95	1	-0,0762	0	1003-1	2
11505	1210	0	F	LinStatic	1375,646	-0,224	0	0	0	0	472151,77	1	-0,0762	0	472151,77	1	-0,0762	0	1210-1	0
11506	1210	1,41421	F	LinStatic	1375,871	2,776E-17	0	0	0	0,1586	473781,29	1	-0,0762	0	470676,2	8	0,0762	0	1210-1	1,41421
11507	1210	2,82843	F	LinStatic	1376,095	0,224	0	0	0	-8,327E-17	472305,72	1	-0,0762	0	472305,72	1	-0,0762	0	1210-1	2,82843

Abbiamo ordinato i valori della tabella in ordine crescente e individuato le sollecitazioni di compressione (col segno meno) e quelle di trazione (col segno più) dividendo ognuna in quattro fasce di valori.

TRAZIONE

Abbiamo preso in considerazione i valori massimi di ogni fascia individuata e li abbiamo inseriti nel foglio Excel che ci era stato fornito per l'esercitazione sotto la categoria N (sforzo normale). Avendo il tipo di acciaio **S235** e γ coefficiente di sicurezza (e quindi di conseguenza **fd**, la tensione di progetto), calcoliamo l'area minima della sezione. Andiamo quindi a cercare sulle tabelle del produttore (in questo caso la OPPO), il profilo con sezione appena maggiore rispetto al nostro valore, scegliendo così la sezione di progetto.

Incolla Taglia Copia Copia formato Appunti
 Arial 10 Carattere
 Testo a capo Unisci e allinea al centro Allineamento

G24

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Calcolo dell'area minima da sforzo normale di trazione							
2								
3	N	fyk	γ_m	f_d	A_min	A_design	Profilo	
4	kN	Mpa		Mpa	cm2	cm2	mm	
5								
6	420,00	235,00	1,05	223,81	18,77	19,10	139,7 x 4,5	
7	841,00	235,00	1,05	223,81	37,58	39,50	219,1 x 5,9	
8	1212,00	235,00	1,05	223,81	54,15	58,90	323,9 x 5,9	
9	1687,00	235,00	1,05	223,81	75,38	79,20	406,4 x 6,3	
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

COMPRESSIONE

Abbiamo preso in considerazione i valori massimi di ogni fascia individuata e li abbiamo inseriti nel foglio Excel che ci era stato fornito per l'esercitazione sotto la categoria **N** (sforzo normale).

La tensione caratteristica **f_{yk}**, il coefficiente di sicurezza **γ**, il coefficiente di vincolo **β**, il modulo di elasticità dell'acciaio **E**, erano già dati. Abbiamo inserito la lunghezza delle aste (2 metri per quelle orizzontali e verticali e 3,41 m per quelle diagonali). Dal foglio Excel si ricavano diverse informazioni: l'area minima della sezione; il coefficiente di snellezza **λ**; il raggio d'inerzia minimo **ρ**. Noti area e raggio d'inerzia minimi, si può ricavare la sezione di progetto dal sagomario analogamente a quanto fatto con le aste soggette a trazione.

Calcolo dell'area minima da sforzo di compressione (resistenza materiale)					Calcolo dell'inerzia minima per sforzo di compressione (instabilità euleriana)						Ingegnerizzazione sezione e verifica snellezza per una membratura principale (< 200)				Profilo
N	f _{yk}	γ _{m0}	f _{yd}	A _{min}	E	beta	luce	Lam*	rho_min	I_min	A_design	I_design	rho_min	lam	mm
kN	N/mm ²		N/mm ²	cm ²	Mpa		m		cm	cm ⁴	cm ²	cm ⁴	cm		
595,00	235,00	1,05	223,81	26,59	210000,00	1,00	2,00	96,23	2,08	115	27,0	1564	7,61	26,28	219,1 x 4,0
1140,00	235,00	1,05	223,81	50,94	210000,00	1,00	3,41	96,23	3,54	640	52,8	4896	9,43	36,16	273,0 x 6,3
1785,00	235,00	1,05	223,81	79,76	210000,00	1,00	3,41	96,23	3,54	1001	87,4	13201	12,30	27,72	355,8 x 8,0
2400,00	235,00	1,05	223,81	107,23	210000,00	1,00	3,41	96,23	3,54	1346	113,0	28484	15,90	21,45	457,2 x 8,0