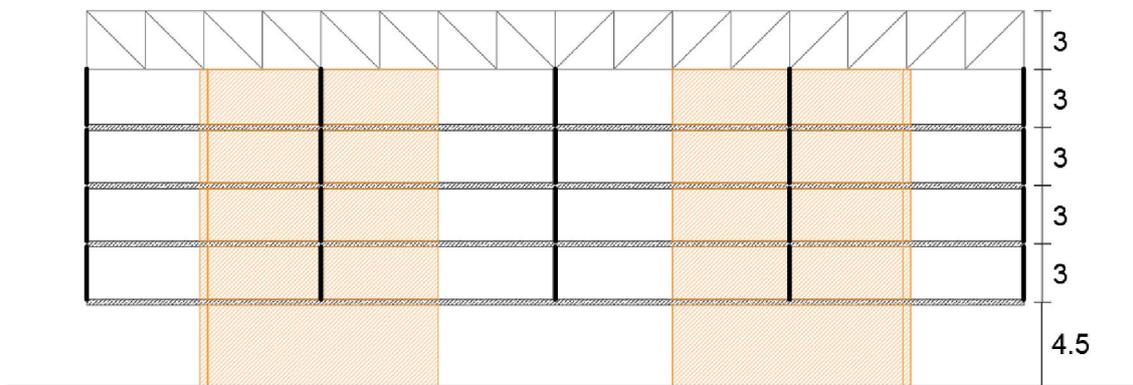
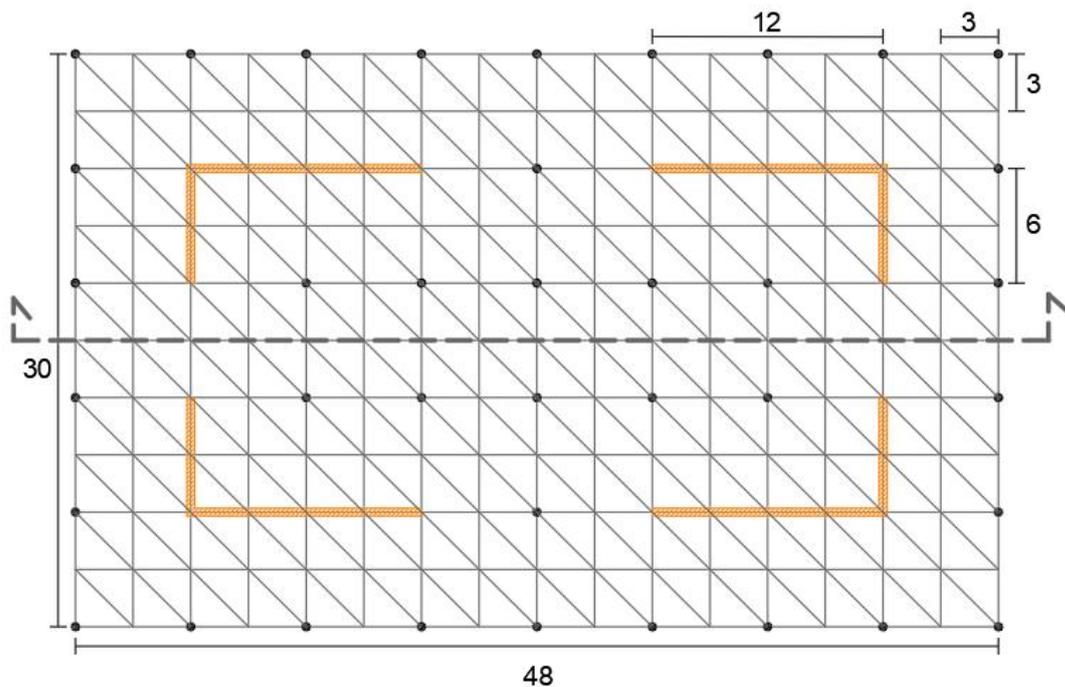


## ESERCITAZIONE 2: TRAVATURA RETICOLARE SPAZIALE

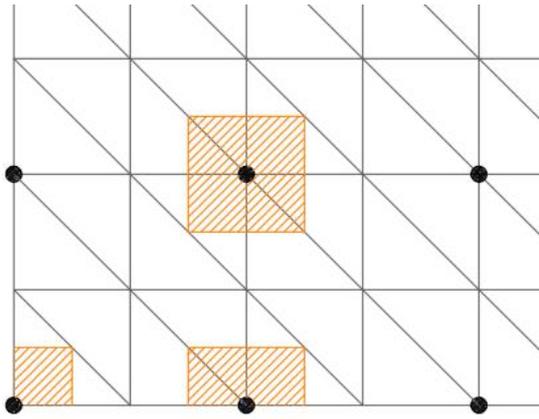
In questa esercitazione si cerca di dimensionare la copertura di un edificio utilizzando una trave reticolare spaziale. Si tratta di un edificio di 4 piani, di superficie 48x30m, dove la trave si forma di moduli di 3x3 m. Il interasse dei pilastri-tiranti che supportano i 4 solai, è di 6x6m (due moduli della reticola). I quattro appoggi in forma di L della trave reticolare sono distribuiti secondo i piani di progetto. Importante metterli più centrati, non agli estremi, per evitare grande inflessione.



Sezione



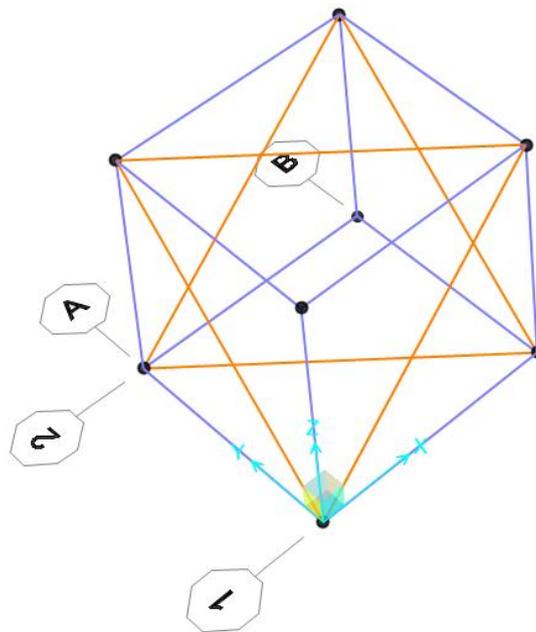
Pianta



Aree di influenza dei pilastri

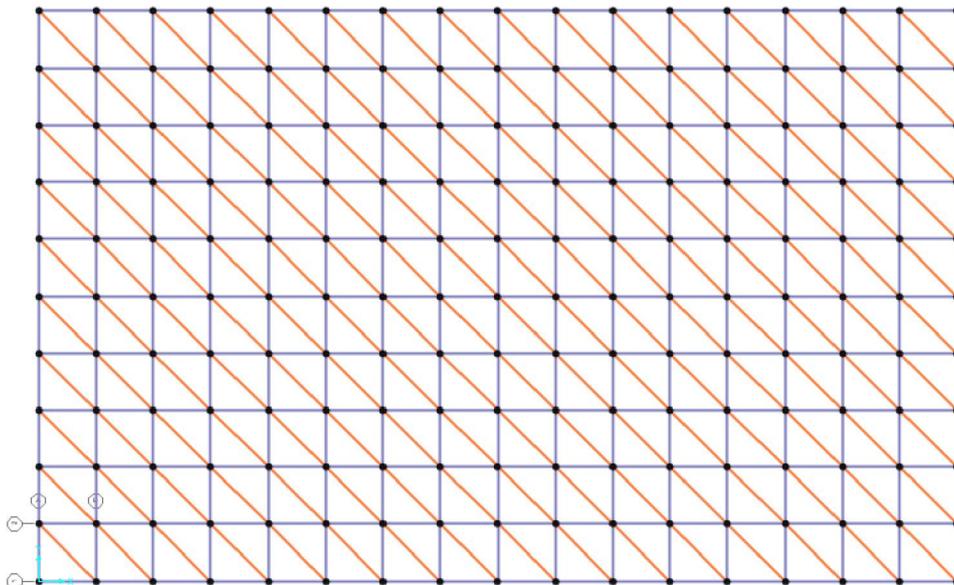
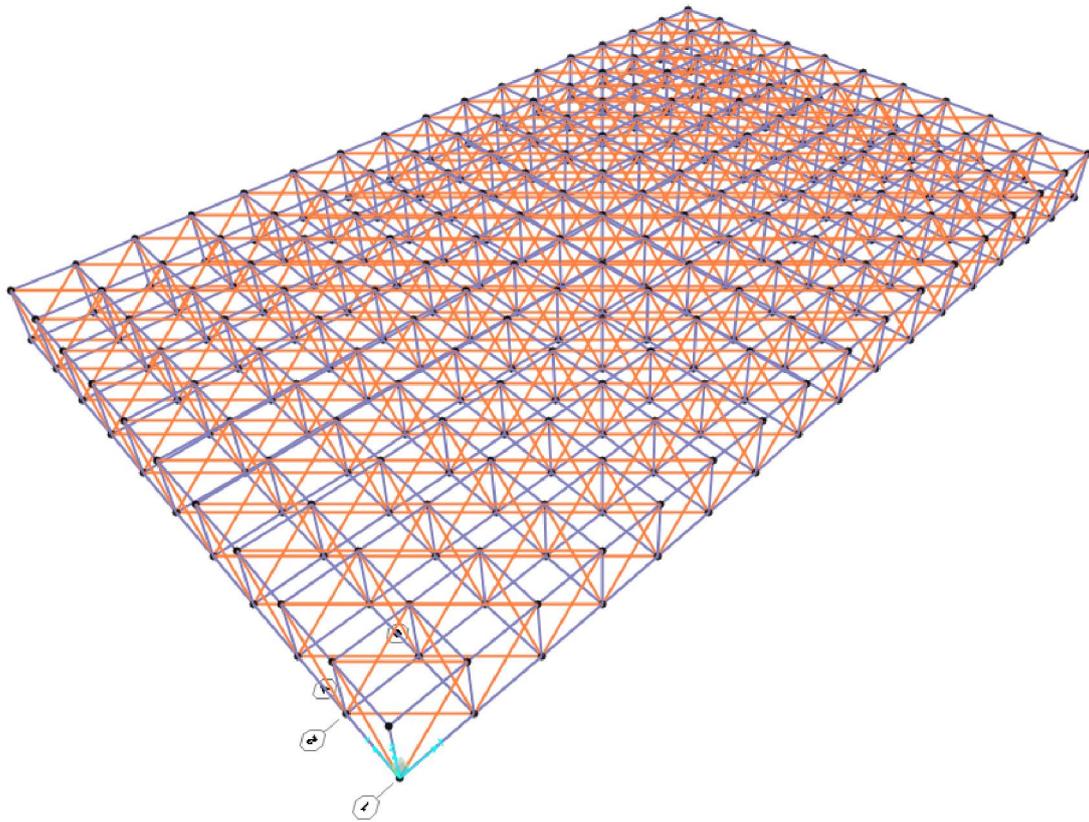
- Nodi CENTRALI:  $4 \text{ m}^2 \rightarrow F \text{ [kN]}$
- Nodi PERIMETRALI:  $2 \text{ m}^2 \rightarrow F/2 \text{ [kN]}$
- Nodi ANGOLARI:  $1 \text{ m}^2 \rightarrow F/4 \text{ [kN]}$

Dopo si disegna il modulo che si ripeterà in tutta la superficie della trave, distinguendosi le aste dritte (orizzontale e verticale) dalle aste diagonale. Questa distinzione si farà con colori e anche con l'utilizzo di diversi profili, un po' più grande quelli delle diagonale, che sono di maggiore lunghezza. Come la trave reticolare lavora per forma, il risultato deve essere una struttura perfettamente triangolata.

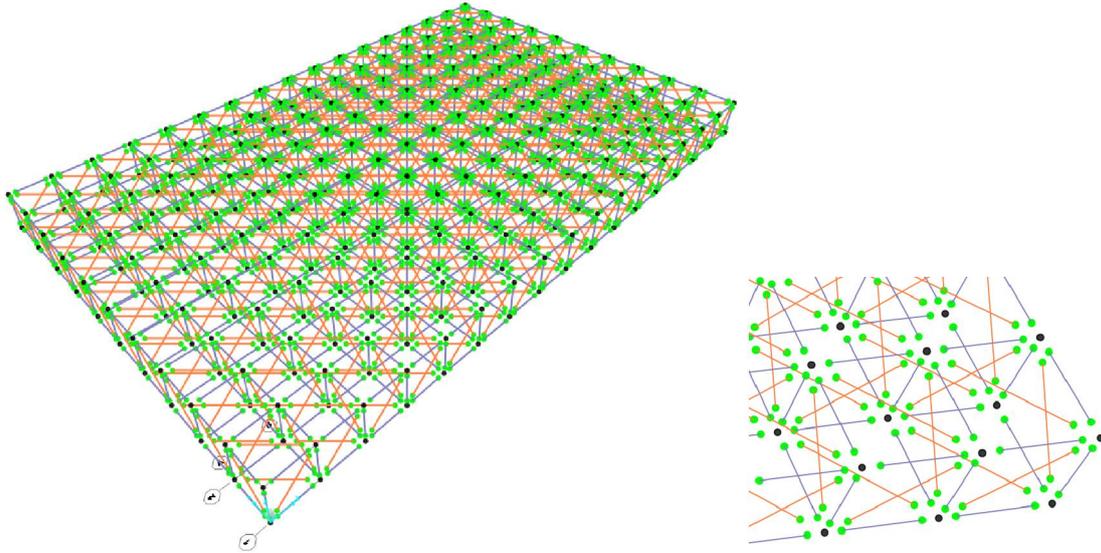


Modulo delle trave

Una volta disegnato il modulo si replica fino a coprire la superficie completa della trave. E una volta disegnata, per funzionare come una trave, è necessario indicare che tutti i nodi interni siano tipo cerniera,  $M = 0$ .

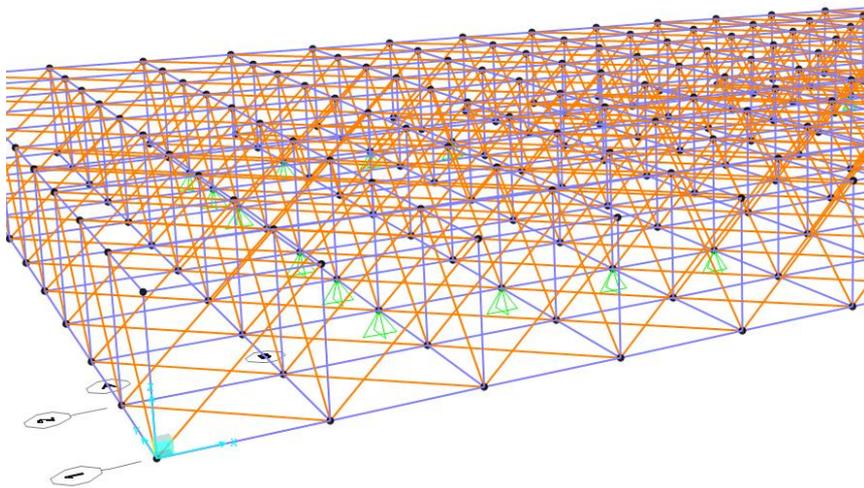
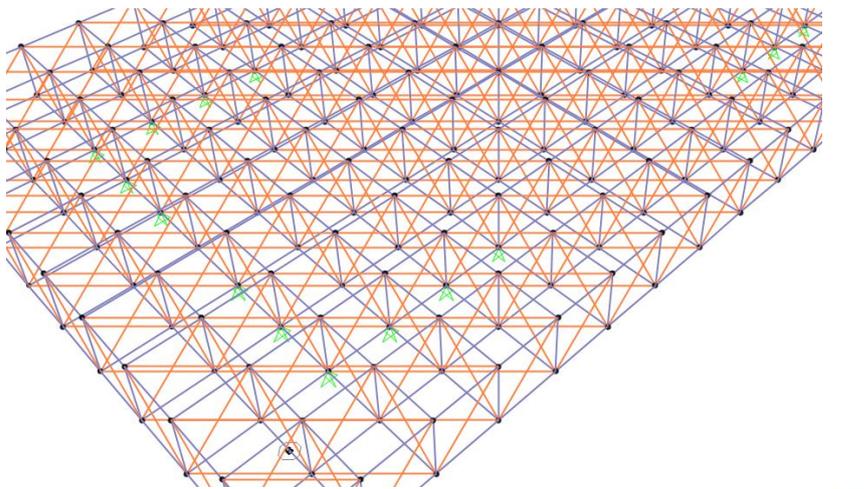


*Trave reticolare completa*



*Nodi cerniera*

Una volta definita a livello modellato, si devono assegnare due cose: vincoli e carichi. Primo si mettono i vincoli esterni nei nodi corrispondenti, in coincidenza con i appoggi della trave.

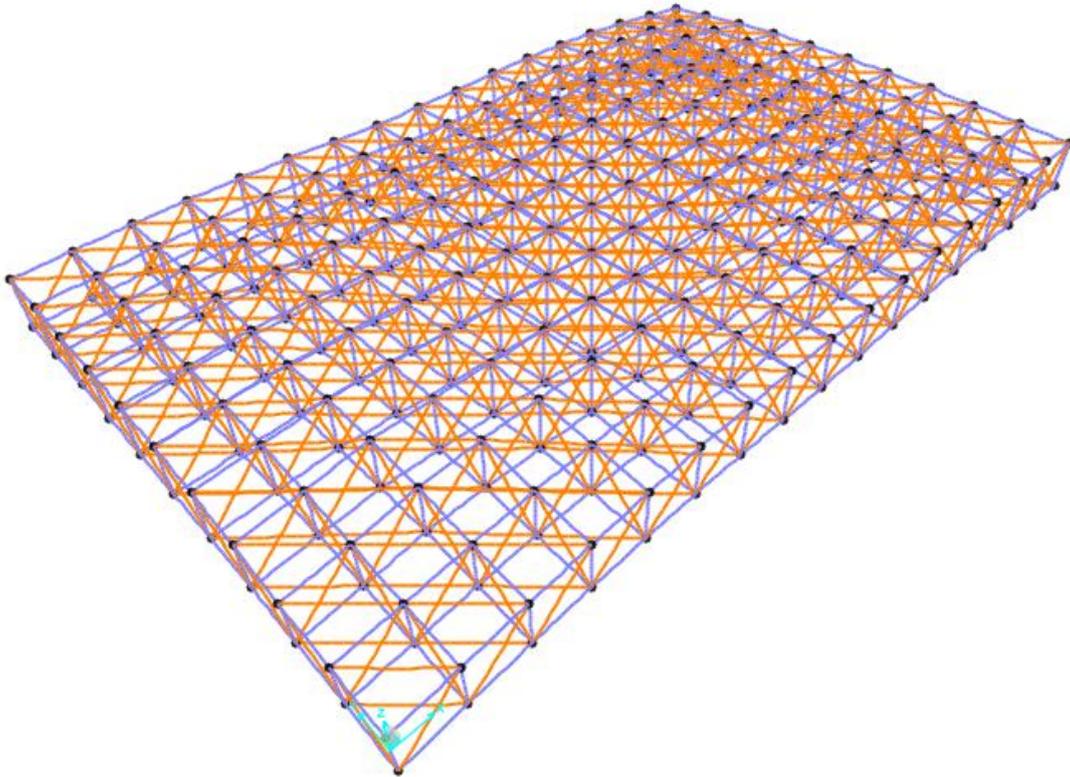


*Vincoli esterni*

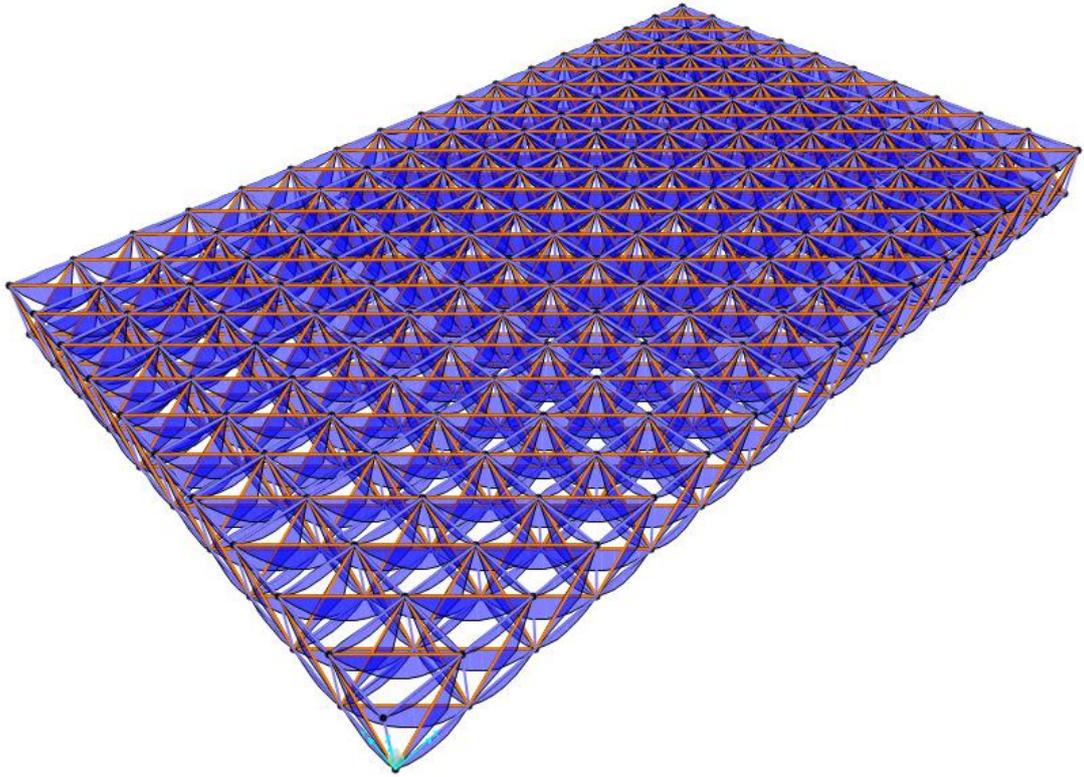
Per introdurre i carichi partiamo dall'ipotesi di carico  $F = 10 \text{ kN/m}^2$  per un solaio tipo. Quindi il carico di tutti i solai si ottiene applicando il carico su tutta la superficie nei 4 solai:

$$F = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 48\text{m} \cdot 30\text{m} \cdot 4 = 57600 \text{ kN}$$

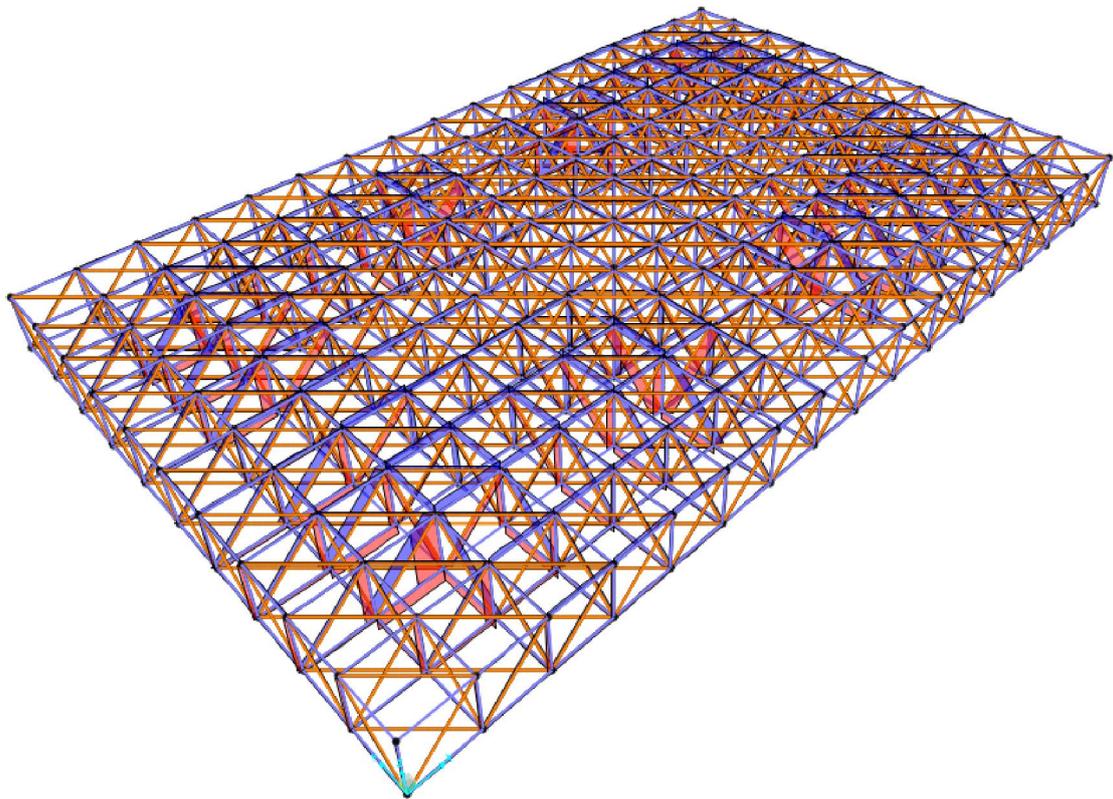
A questo carico dobbiamo sommare il peso proprio della trave reticolare, per ottenere il carico totale. Per sapere il peso prima dobbiamo fare l'analisi su SAP (applicando il comando "run analysis"), ottenendo anche così la deformazione della trave, diagramme di momenti e assiale.



*Trave deformata*



*Diagramma momento*



*Diagramma assiale*

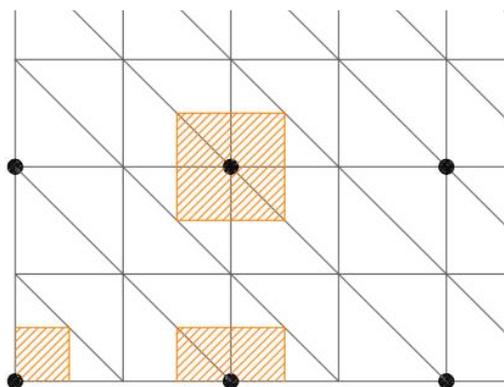
Dalla tabella “Joint Reactions”, possiamo ottenere le reazioni nei vincoli. In questo caso, per il peso proprio della trave, i carichi che ci interessano sono quelli di asse Z, il asse verticale (F3 nella tabella). Si sommano quelli che sono mostrati con la condizione di carico “DEAD”.

TABLE: Joint Reactions										
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
501	DEAD	LinStatic			84,38	84,167	190,889	0	0	0
499	DEAD	LinStatic			26,824	-30,767	68,88	0	0	0
497	DEAD	LinStatic			2,053	-38,449	93,483	0	0	0
493	DEAD	LinStatic			-0,464	-3,303	107,473	0	0	0
491	DEAD	LinStatic			10,056	-1,759	77,366	0	0	0
489	DEAD	LinStatic			43,981	-45,284	113,687	0	0	0
479	DEAD	LinStatic			-31,864	29,388	68,055	0	0	0
467	DEAD	LinStatic			-3,586	-19,159	76,623	0	0	0
457	DEAD	LinStatic			-25,657	9,627	71,914	0	0	0
445	DEAD	LinStatic			-5,292	-5,855	90,112	0	0	0
435	DEAD	LinStatic			-18,745	3,573	90,166	0	0	0
423	DEAD	LinStatic			-3,316	2,123	108,167	0	0	0
413	DEAD	LinStatic			-56,806	5,071	189,24	0	0	0
401	DEAD	LinStatic			-36,082	13,167	208,547	0	0	0
325	DEAD	LinStatic			56,977	8,181	215,59	0	0	0
313	DEAD	LinStatic			73,997	-3,432	203,911	0	0	0
303	DEAD	LinStatic			6,074	2,113	107,385	0	0	0
291	DEAD	LinStatic			16,078	-16,89	92,928	0	0	0
281	DEAD	LinStatic			3,714	7,207	90,352	0	0	0
269	DEAD	LinStatic			16,035	-27,925	73,896	0	0	0
259	DEAD	LinStatic			1,977	17,635	78,865	0	0	0
247	DEAD	LinStatic			20,087	-45,788	66,492	0	0	0
237	DEAD	LinStatic			-44,596	44,556	111,103	0	0	0
235	DEAD	LinStatic			-12,068	2,018	76,552	0	0	0
233	DEAD	LinStatic			-3,932	-2,015	108,493	0	0	0
229	DEAD	LinStatic			-25,743	29,398	100,42	0	0	0
227	DEAD	LinStatic			-48,908	22,082	66,995	0	0	0
225	DEAD	LinStatic			-45,174	-39,679	177,939	0	0	0
							3125,523			

Il Peso Proprio della trave reticolare è:  $F=3125'523 \text{ kN} = 3200 \text{ kN}$ , quindi:

$$F = 57600 \text{ kN} + 3200 \text{ kN} = 60800 \text{ kN}$$

Vediamo i carichi che arrivano a ogni tipo di nodo, considerando la sua área di influenza corrispondente:



Arete di influenza dei pilastri

- Nodi CENTRALI:  $4 \text{ m}^2 \rightarrow F \text{ [kN]}$
- Nodi PERIMETRALI:  $2 \text{ m}^2 \rightarrow F/2 \text{ [kN]}$
- Nodi ANGOLARI:  $1 \text{ m}^2 \rightarrow F/4 \text{ [kN]}$

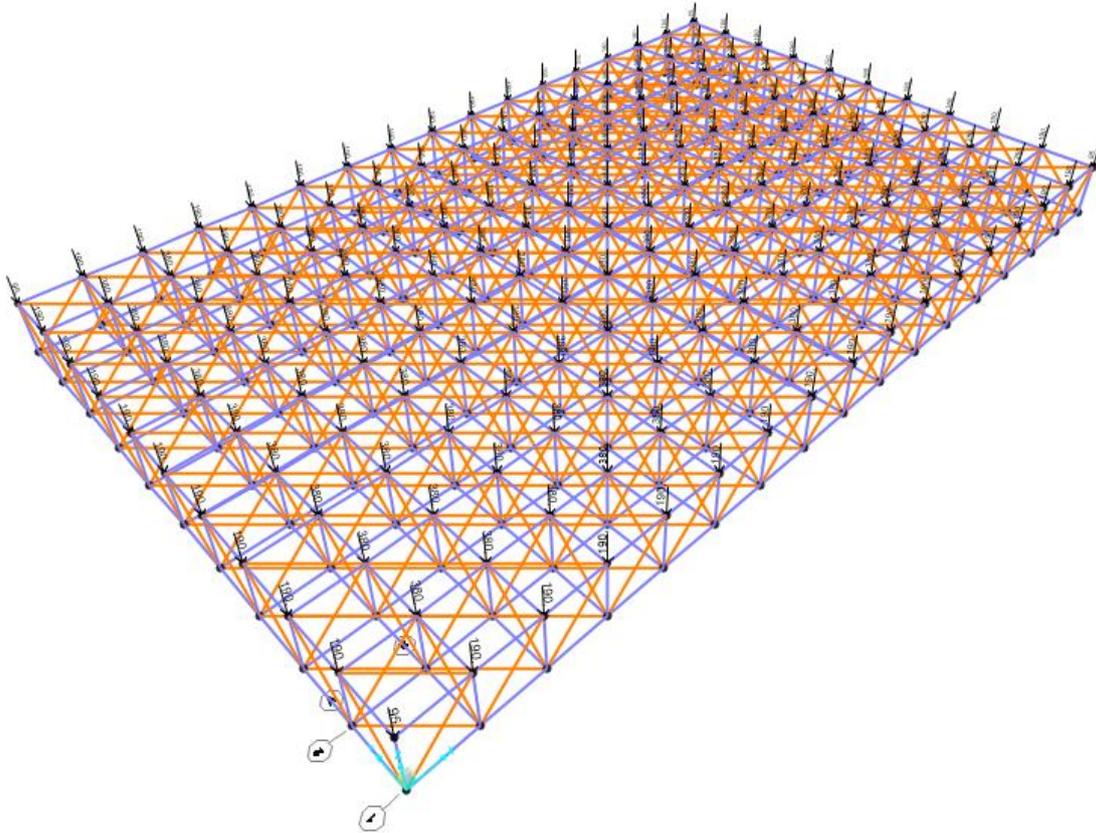
Nodi Centrali	n. 135	$N_C = F_{NODO}$
Nodi Perimetrali	n. 48	$N_P = F_{NODO}/2$
Nodi Angolari	n. 4	$N_A = F_{NODO}/4$

Pertanto il carico che arriva a ogni tipo di nodo è:

$$F_{TOT} = 135 F + 48 F/2 + 4 F/4 = 135 F + 24 F + F = 160 F$$

$$F_{NODO} = F_{TOT}/160 = 60800/160 = 380 \text{ kN}$$

Nodi Centrali	$N_C = F_{NODO} = - 380 \text{ kN}$
Nodi Perimetrali	$N_P = F_{NODO}/2 = - 190 \text{ kN}$
Nodi Angolari	$N_A = F_{NODO}/4 = - 95 \text{ kN}$



Con i carichi messi nei rispettivi nodi, facciamo di nuovo l'analisi di SAP, per ottenere le tabelle "Joint Displacements" y "Elements Forces-Frame".

Della tabella "Joint Displacements" vediamo che il maggior abbassamento si trova nei nodo 17 e a un valor di  $- 0'036\text{m} = 3'6\text{cm}$ . Vediamo si verifica, sapendo il valor di abbassamento:  $v \leq L/250$ , dove L è la luce tra il nodo 17 e il primo vincolo esterno;  $L = 8,48\text{m}$ .

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
17	F	LinStatic	-0,001831	-0,002242	-0,036056	0	0	0
13	F	LinStatic	0,003955	0,003581	-0,03586	0	0	0
548	F	LinStatic	0,005486	0,005515	-0,033288	0	0	0

$L/250 = 8,48/250 = 0'034 \text{ m} < 0'036 \text{ m}$

Comme non lo rispetta, dovremmo disegnare di nuovo il sistema, però come la differenza è molto piccola, supponiamo che la rispetti.

Nella tabella "Elements Forces-Frame" ci sono i valori di tutte l'aste. Per evitare fare la verifica di tutti l'aste le raggruppiamo secondo i valori, e si fa il dimensionamento con il valor massimo di ogni gruppo.

Tabella per il sforzo di compressione

TABLE: Element Forces - Frames																				
Frame Station	P																			
1458	0	-2537,6 SEZ A	1742	0	-979,987 SEZ C	704	0	-801,903 SEZ D	1264	0	-573,798 SEZ D	1077	0	-444,855 SEZ E	905	0	-375,557 SEZ E	1342	0	-336,749 SEZ E
1404	0	-2452,3 SEZ A	1738	0	-967,163 SEZ C	637	0	-796,363 SEZ D	1255	0	-568,803 SEZ D	748	0	-442,857 SEZ E	1052	0	-374,389 SEZ E	1428	0	-334,505 SEZ E
1170	0	-2291 SEZ A	1364	0	-960,996 SEZ C	1306	0	-794,82 SEZ D	1370	0	-564,577 SEZ D	967	0	-437,822 SEZ E	1327	0	-373,511 SEZ E	1235	0	-333,685 SEZ E
852	0	-2137,2 SEZ A	1415	0	-960,842 SEZ C	1310	0	-788,275 SEZ D	1362	0	-557,197 SEZ D	1637	0	-433,911 SEZ E	749	0	-373,483 SEZ E	1382	0	-333,395 SEZ E
1406	0	-2157,7 SEZ A	1543	0	-957,389 SEZ C	758	0	-777,67 SEZ D	1385	0	-553,583 SEZ D	799	0	-433,554 SEZ E	1363	0	-372,417 SEZ E	1489	0	-332,862 SEZ E
1116	0	-2144,5 SEZ A	1646	0	-954,488 SEZ C	1685	0	-772,575 SEZ D	126	0	-530,486 SEZ D	1931	0	-426,639 SEZ E	798	0	-371,26 SEZ E	1432	0	-331,426 SEZ E
1030	0	-1895,5 SEZ B	1696	0	-949,18 SEZ C	1300	0	-763,967 SEZ D	1391	0	-525,538 SEZ D	999	0	-416,551 SEZ E	1625	0	-371,042 SEZ E	970	0	-330,499 SEZ E
1322	0	-1634,3 SEZ B	1498	0	-942,438 SEZ C	1789	0	-763,16 SEZ D	1286	0	-521,122 SEZ D	1227	0	-415,884 SEZ E	1845	0	-370,444 SEZ E	973	0	-328,821 SEZ E
1082	0	-1632 SEZ B	1304	0	-940,81 SEZ C	1688	0	-757,56 SEZ D	1124	0	-519,322 SEZ D	1133	0	-415,167 SEZ E	1846	0	-370,344 SEZ E	1988	0	-328,521 SEZ E
1306	0	-1611,2 SEZ B	1403	0	-933,662 SEZ C	1800	0	-756,201 SEZ D	1373	0	-519,81 SEZ D	1346	0	-414,863 SEZ E	189	0	-369,81 SEZ E	1395	0	-327,023 SEZ E
1084	0	-1592,6 SEZ B	1814	0	-928,776 SEZ C	1722	0	-754,017 SEZ D	146	0	-516,026 SEZ D	1070	0	-414,497 SEZ E	1887	0	-369,367 SEZ E	1811	0	-326,925 SEZ E
1500	0	-156,8 SEZ B	1027	0	-926,996 SEZ C	1489	0	-749,389 SEZ D	1330	0	-512,775 SEZ D	1121	0	-414,457 SEZ E	1821	0	-367,56 SEZ E	1608	0	-326,871 SEZ E
1456	0	-1063,9 SEZ B	1672	0	-911,492 SEZ C	1374	0	-743,134 SEZ D	1577	0	-510,332 SEZ D	979	0	-413,72 SEZ E	1489	0	-365,692 SEZ E	713	0	-326,141 SEZ E
1816	0	-1058,3 SEZ B	1597	0	-920,799 SEZ C	1073	0	-746,84 SEZ D	1324	0	-507,319 SEZ D	1363	0	-412,338 SEZ E	1825	0	-364,908 SEZ E	1180	0	-325,246 SEZ E
888	0	-1340 SEZ B	1740	0	-918,661 SEZ C	681	0	-746,4 SEZ D	1110	0	-505,522 SEZ D	976	0	-410,016 SEZ E	1895	0	-364,349 SEZ E	100	0	-324,372 SEZ E
1028	0	-1303,4 SEZ B	1825	0	-916,815 SEZ C	835	0	-743,263 SEZ D	1125	0	-505,171 SEZ D	1556	0	-409,281 SEZ E	1843	0	-363,472 SEZ E	1171	0	-324,275 SEZ E
988	0	-1237,2 SEZ C	1877	0	-916,315 SEZ C	785	0	-742,876 SEZ D	1713	0	-504,385 SEZ D	1804	0	-408,726 SEZ E	1436	0	-362,819 SEZ E	1319	0	-324,122 SEZ E
836	0	-1252,2 SEZ C	1896	0	-916,049 SEZ C	979	0	-728,727 SEZ D	1601	0	-501,788 SEZ D	1930	0	-407,719 SEZ E	1424	0	-362,04 SEZ E	1363	0	-323,257 SEZ E
1501	0	-1204,9 SEZ C	1572	0	-911,492 SEZ C	1374	0	-720,009 SEZ D	1445	0	-496,918 SEZ D	1711	0	-407,61 SEZ E	1165	0	-360,647 SEZ E	1330	0	-323,076 SEZ E
1457	0	-1173,5 SEZ C	1686	0	-909,709 SEZ C	1321	0	-712,427 SEZ D	1676	0	-494,907 SEZ D	1338	0	-405,822 SEZ E	1324	0	-358,883 SEZ E	1023	0	-322,318 SEZ E
851	0	-1160,9 SEZ C	1645	0	-904,839 SEZ C	945	0	-699,451 SEZ D	1315	0	-494,612 SEZ E	2007	0	-404,301 SEZ E	1520	0	-357,502 SEZ E	1869	0	-322,216 SEZ E
1694	0	-1152,6 SEZ C	1402	0	-903,062 SEZ C	1104	0	-698,116 SEZ D	1437	0	-491,65 SEZ E	1690	0	-404,246 SEZ E	1546	0	-356,624 SEZ E	1249	0	-319,377 SEZ E
1449	0	-1126,6 SEZ C	1796	0	-898,823 SEZ D	1400	0	-688,267 SEZ D	1175	0	-491,492 SEZ E	1067	0	-403,947 SEZ E	1058	0	-354,299 SEZ E	1408	0	-318,932 SEZ E
1091	0	-1117 SEZ C	1802	0	-896,752 SEZ D	1038	0	-692,74 SEZ D	1389	0	-490,151 SEZ E	1791	0	-399,375 SEZ E	142	0	-353,129 SEZ E	1862	0	-317,591 SEZ E
1651	0	-1091,1 SEZ C	1632	0	-896,532 SEZ D	1823	0	-670,874 SEZ D	1061	0	-489,619 SEZ E	1631	0	-397,607 SEZ E	90	0	-352,233 SEZ E	1168	0	-317,389 SEZ E
990	0	-1091,3 SEZ C	1807	0	-896,3 SEZ D	893	0	-670,853 SEZ D	1502	0	-488,668 SEZ E	1369	0	-397,463 SEZ E	1465	0	-352,073 SEZ E	1729	0	-316,494 SEZ E
1868	0	-1090,8 SEZ C	1688	0	-891,871 SEZ D	1603	0	-662,907 SEZ D	1212	0	-494,868 SEZ E	1492	0	-395,18 SEZ E	1563	0	-351,54 SEZ E	1390	0	-316,44 SEZ E
894	0	-1065,6 SEZ C	1839	0	-870,437 SEZ D	1534	0	-659,952 SEZ D	1234	0	-482,625 SEZ E	1878	0	-394,611 SEZ E	1595	0	-350,589 SEZ E	1829	0	-316,19 SEZ E
1652	0	-1065,2 SEZ C	1609	0	-867,573 SEZ D	1355	0	-656,917 SEZ D	1198	0	-482,223 SEZ E	1343	0	-394,09 SEZ E	1657	0	-349,178 SEZ E	1167	0	-315,617 SEZ E
1052	0	-1063,9 SEZ C	1648	0	-866,205 SEZ D	1328	0	-656,414 SEZ D	1213	0	-474,333 SEZ E	1767	0	-394,229 SEZ E	1347	0	-348,894 SEZ E	1230	0	-315,245 SEZ E
708	0	-1060,8 SEZ C	1842	0	-854,033 SEZ D	1254	0	-654,591 SEZ D	1210	0	-473,746 SEZ E	1329	0	-389,747 SEZ E	1682	0	-348,502 SEZ E	1409	0	-314,975 SEZ E
776	0	-1056,9 SEZ C	1691	0	-852,66 SEZ D	736	0	-654,464 SEZ D	1704	0	-471,353 SEZ E	1182	0	-389,196 SEZ E	733	0	-348,087 SEZ E	1706	0	-310,754 SEZ E
1780	0	-1045,8 SEZ C	161	0	-852,123 SEZ D	1805	0	-645,078 SEZ D	139	0	-470,488 SEZ E	1364	0	-386,754 SEZ E	737	0	-342,698 SEZ E	1093	0	-310,739 SEZ E
859	0	-1039 SEZ C	1933	0	-845,415 SEZ D	1739	0	-642,557 SEZ D	1596	0	-464,878 SEZ E	1244	0	-386,609 SEZ E	1710	0	-340,841 SEZ E	1150	0	-308,685 SEZ E
708	0	-1037,7 SEZ C	1161	0	-843,004 SEZ D	74	0	-642,061 SEZ D	1018	0	-464,241 SEZ E	1898	0	-386,49 SEZ E	1423	0	-340,491 SEZ E	786	0	-307,769 SEZ E
1834	0	-1022,1 SEZ C	1670	0	-842,44 SEZ D	1312	0	-642,278 SEZ D	87	0	-460,322 SEZ E	1702	0	-384,228 SEZ E	1347	0	-340,394 SEZ E	1230	0	-306,883 SEZ E
745	0	-1021,7 SEZ C	1840	0	-842,952 SEZ D	1454	0	-616,842 SEZ D	1300	0	-456,727 SEZ E	1641	0	-383,68 SEZ E	1842	0	-339,594 SEZ E	1971	0	-303,186 SEZ E
1913	0	-1019,9 SEZ C	1842	0	-842,773 SEZ D	1179	0	-612,528 SEZ D	1720	0	-453,959 SEZ E	639	0	-380,388 SEZ E	1275	0	-340,82 SEZ E	71	0	-302,562 SEZ E
1834	0	-994,94 SEZ C	1731	0	-840,425 SEZ D	1787	0	-618,859 SEZ D	1770	0	-453,873 SEZ E	1650	0	-380,317 SEZ E	1253	0	-337,527 SEZ E	2012	0	-300,292 SEZ E
1054	0	-986,49 SEZ C	1800	0	-806,707 SEZ D	1440	0	-597,621 SEZ D	1619	0	-451,844 SEZ E	2016	0	-379,578 SEZ E	1218	0	-337,406 SEZ E	1744	0	-299,819 SEZ E
1497	0	-984,3 SEZ C	1779	0	-803,214 SEZ D	740	0	-594,904 SEZ D	1446	0	-445,672 SEZ E	1084	0	-377,27 SEZ E	1756	0	-337,132 SEZ E	1333	0	-298,135 SEZ E
770	0	-297,96 SEZ E	1102	0	-288,23 SEZ E	1016	0	-225,08 SEZ E	1517	0	-191,096 SEZ E	1178	0	-164,051 SEZ E	1476	0	-142,571 SEZ E	742	0	-116,612 SEZ E
1431	0	-296,794 SEZ E	1580	0	-288,107 SEZ E	1693	0	-223,793 SEZ E	1530	0	-190,966 SEZ E	1072	0	-163,117 SEZ E	1867	0	-142,534 SEZ E	1679	0	-116,438 SEZ E
1262	0	-293,734 SEZ E	1680	0	-286,698 SEZ E	1674	0	-223,613 SEZ E	1822	0	-189,973 SEZ E	1976	0	-163,022 SEZ E	1882	0	-142,622 SEZ E	1674	0	-116,776 SEZ E
795	0	-292,568 SEZ E	1670	0	-286,339 SEZ E	910	0	-221,566 SEZ E	1768	0	-189,921 SEZ E	1301	0	-162,966 SEZ E	1620	0	-142,462 SEZ E	1136	0	-114,395 SEZ E
1784	0	-292,227 SEZ E	1196	0	-281,497 SEZ E	1366	0	-221,141 SEZ E	1963	0	-188,562 SEZ E	159	0	-162,418 SEZ E	125	0	-142,214 SEZ E	1850	0	-114,013 SEZ E
834	0	-291,957 SEZ E	1258	0	-249,883 SEZ E	771	0	-220,826 SEZ E	1240	0	-187,995 SEZ E	1004	0	-162,361 SEZ E	1748	0	-141,925 SEZ E	1468	0	-113,925 SEZ E
882	0	-291,547 SEZ E	1864	0	-249,057 SEZ E	1905	0	-218,256 SEZ E	1542	0	-187,697 SEZ E	1681	0	-161,871 SEZ E	1088	0	-141,768 SEZ E	1381	0	-110,476 SEZ E
1261	0	-290,847 SEZ E	1169	0	-249,017 SEZ E	1466	0	-218,554 SEZ E	1638	0	-186,159 SEZ E	777	0	-161,736 SEZ E	779	0	-141,216 SEZ E	779	0	-109,554 SEZ E
174	0	-290,377 SEZ																		

Quindi, i sforzi a compressione e a trazione per ogni grupo sono:

*Compressione*

SEZ A	2537,6 kN
SEZ B	1895,5 kN
SEZ C	1297,2 kN
SEZ D	898,8 kN
SEZ E	496,5 kN
SEZ F	150,9 kN

*Trazione*

SEZ G	150,2 kN
SEZ H	401,9 kN
SEZ I	600,7 kN
SEZ J	800,4 kN
SEZ K	1193,5 kN
SEZ L	1885,2 kN

Di questa forma dobbiamo distinguere i diversi tipi di asta:

- Sforzo a compressione per le aste dritte
- Sforzo a trazione per le aste dritte
- Sforzo a compressione per le aste diagonale
- Sforzo a trazione per le aste diagonale

DIMENSIONAMENTO DELLE ASTE DIAGONALE

I sforzi a compressione e a trazione per ogni grupo sono:

*Compressione*

SEZ A	2537,6 kN
SEZ B	1895,5 kN
SEZ C	1297,2 kN
SEZ D	898,8 kN
SEZ E	496,5 kN
SEZ F	150,9 kN

*Trazione*

SEZ G	150,2 kN
SEZ H	401,9 kN
SEZ I	600,7 kN
SEZ J	800,4 kN
SEZ K	1193,5 kN
SEZ L	1885,2 kN

Per fare il dimensionamento dobbiamo utilizzare la tabella Excel “acciaio asta reticolare”, mettendo i valori dei sforzi per trovare le misure di ogni asta.

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)			
N	f <sub>yk</sub>	γ <sub>m0</sub>	f <sub>yd</sub>	A <sub>min</sub>	E	beta	I	Lam*	rho_min	I <sub>min</sub>	A <sub>design</sub>	I <sub>design</sub>	rho_min	lam
kN	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	Mpa		m		cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	
-350.00	235.00	1.05	223.81	15.64	21000.00	1.00	3.00	30.43	9.86	1520	38.8	616	3.98	75.38
-400.00	235.00	1.05	223.81	17.87	21000.00	1.00	4.00	30.43	13.14	3088	53.8	1340	4.98	80.32
-530.00	235.00	1.05	223.81	23.68	21000.00	1.00	5.00	30.43	16.43	6393	76.8	2770	6.00	83.33

Con i risultati dei valori di Area minima, Inerzia, Raggio d'inerzia... possiamo trovare (su il profilario di “tubi in acciaio a sezione circolare”) il profilo tubolare che meglio si adatta alle caratteristiche che richiede ogni asta della trave reticolare.