

## Esercitazione 15/12/2018 - Predimensionamento delle aste di una reticolare spaziale

### Disegno della reticolare

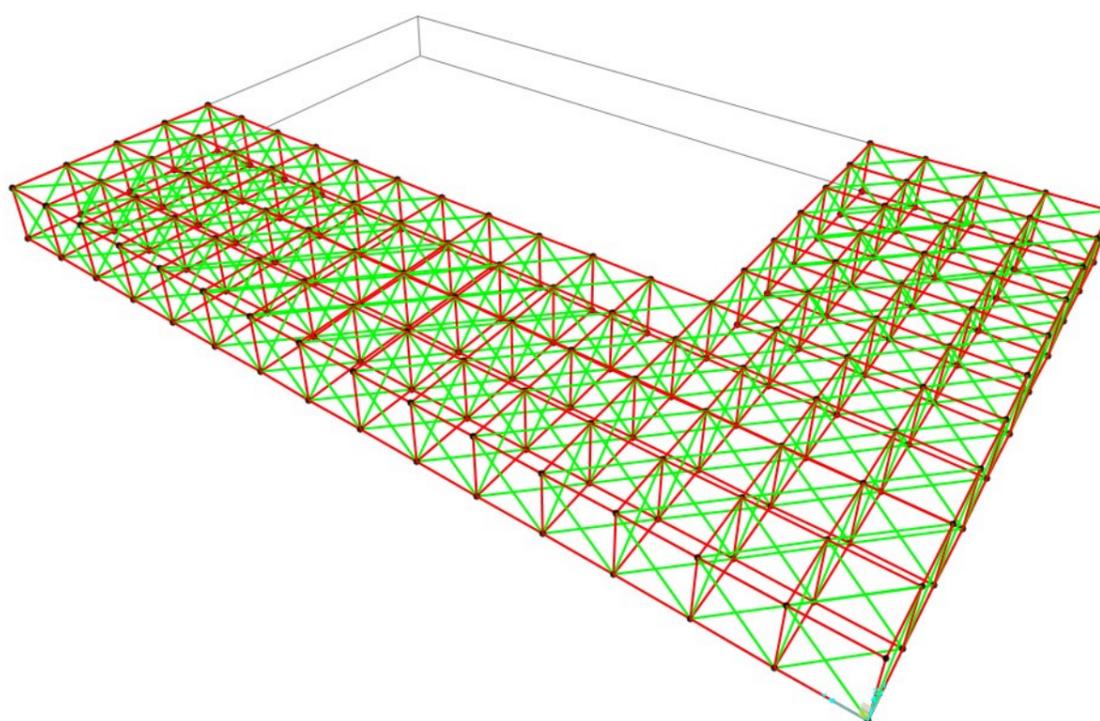
1. Apro AutoCad e creo 2 livelli. Uno per le diagonali ed uno per i traversi.
2. Imposto la visuale 3D e selezionando il livello dei traversi inizio a disegnare un cubo 2,5x2,5x2,5. Dopodiché seleziono il livello delle diagonali e disegno dei controventi su tutte e 6 le facce, altrimenti risulterebbe labile.
3. Una volta completato il cubo con i controventi seleziono tutte le facce tranne una per poterlo copiare uno adiacente all'altro fino ad avere la superficie completa della mia reticolare.
4. Salvo il mio file in formato .dxf per poterlo poi importare su SAP 2000 20.

### Importazione del file su SAP 2000 20

Apro SAP e come prima cosa controllo che le unità di misura siano KN,m,C. Dopodiché procedo con l'importazione del mio file.

5. *File > Import > AutoCAD .dxf Files... > Seleziono il mio file > Apri.* Nella schermata che mi si apre seleziono come asse verticale "Z" e controllo l'unità di misura. Nella schermata successiva seleziono poi, in Frames, dal menù a tendina, il livello dei traversi.
6. Vado su *Define > Groups > Add New Groups* ed assegno un nome (traversi) ed un colore a quel gruppo.
7. Vado su *Assign > Assign to Group...* > Seleziono "traversi" > *Replace Group > Ok.*

Procedo allo stesso modo per le diagonali. Questa divisione mi tornerà utile nel calcolo per il dimensionamento a compressione, visto che nel calcolo dell'inerzia minima devo moltiplicare per la lunghezza dell'asta al quadrato.

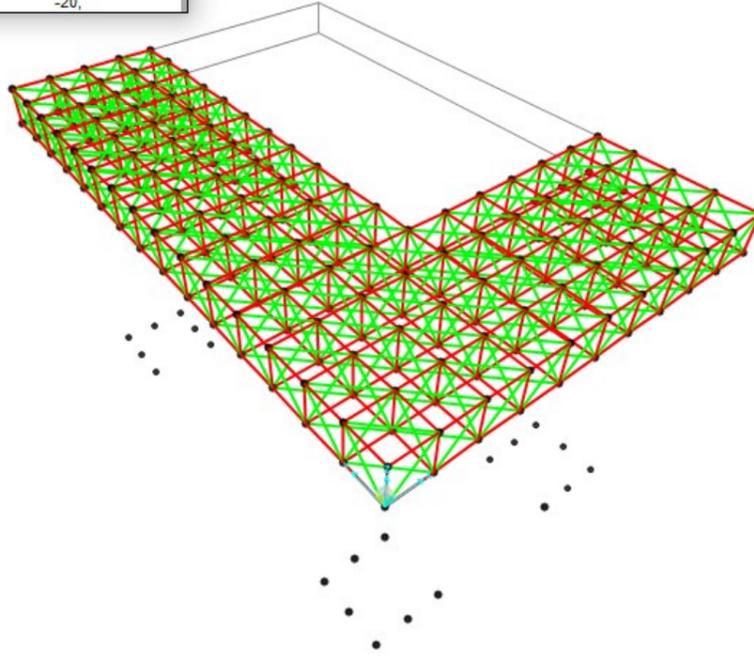


### Disegno i setti

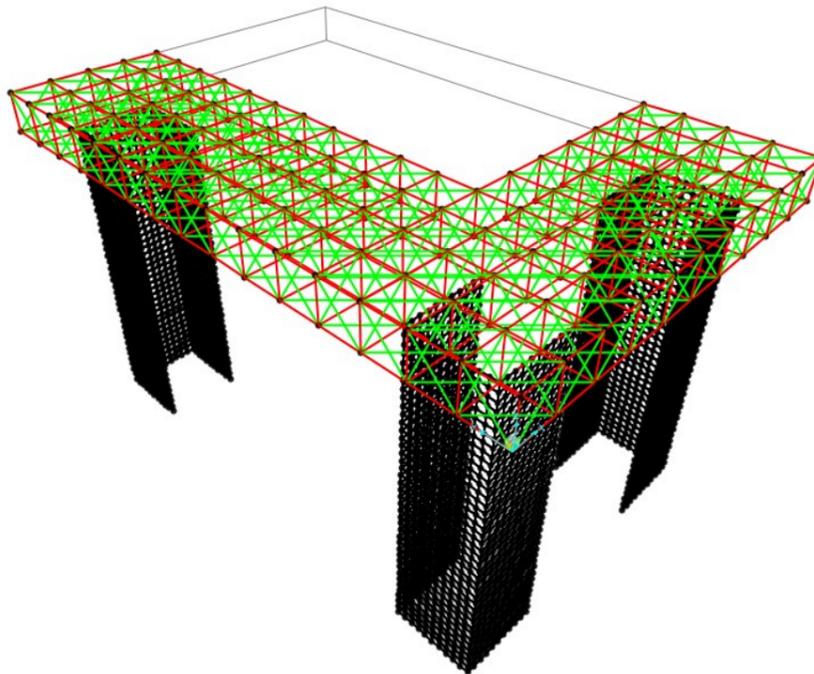
Per disegnare i setti procedo nel seguente modo:

8. *Draw special joint > offset dell'asse Z di 20m > seleziono i punti relativi alla posizione dei setti.*

Properties of Object	
Offset X	0,
Offset Y	0,
Offset Z	-20,



9. Ora che ho i punti vado a disegnare l'area dei setti utilizzando il comando *Draw Poli Area*. Dopodiché divido i setti che ho disegnato in piccole aree selezionando il comando *Edit > Edit Areas > Divide Areas... > Divide Area Into Objects of This Maximum Size is...* e mettendo 0,5 e 0,5.



#### Assegnazione dei vincoli e dei carichi allo SLU

10. Inserisco sotto i setti i vincoli: *Seleziono i punti > Assign > Joints > Restraints > e li seleziono gli incastri.*

11. Seleziono tutto ed impongo le cerniere interne, dove il Momento è nullo. *Assign -> Frames -> Releases/Partial Fixity -> Momento 2,2 (0,0), Momento 3,3 (0,0) e Torsion end =0*

12. Definisco il Load Pattern: *Define > Load Patterns > creo un nuovo livello dove assegno al valore di moltiplicazione del peso proprio pari a 0 > clicco Add New Load Pattern.*

13. Metto i carichi allo SLU sui nodi della reticolare: *Seleziono i punti > Assign > Joint Loads > Forces > in "Load Pattern" seleziono il "livello" creato prima, in "Force Global Z" vado a scrivere il valore del carico (negativo).*

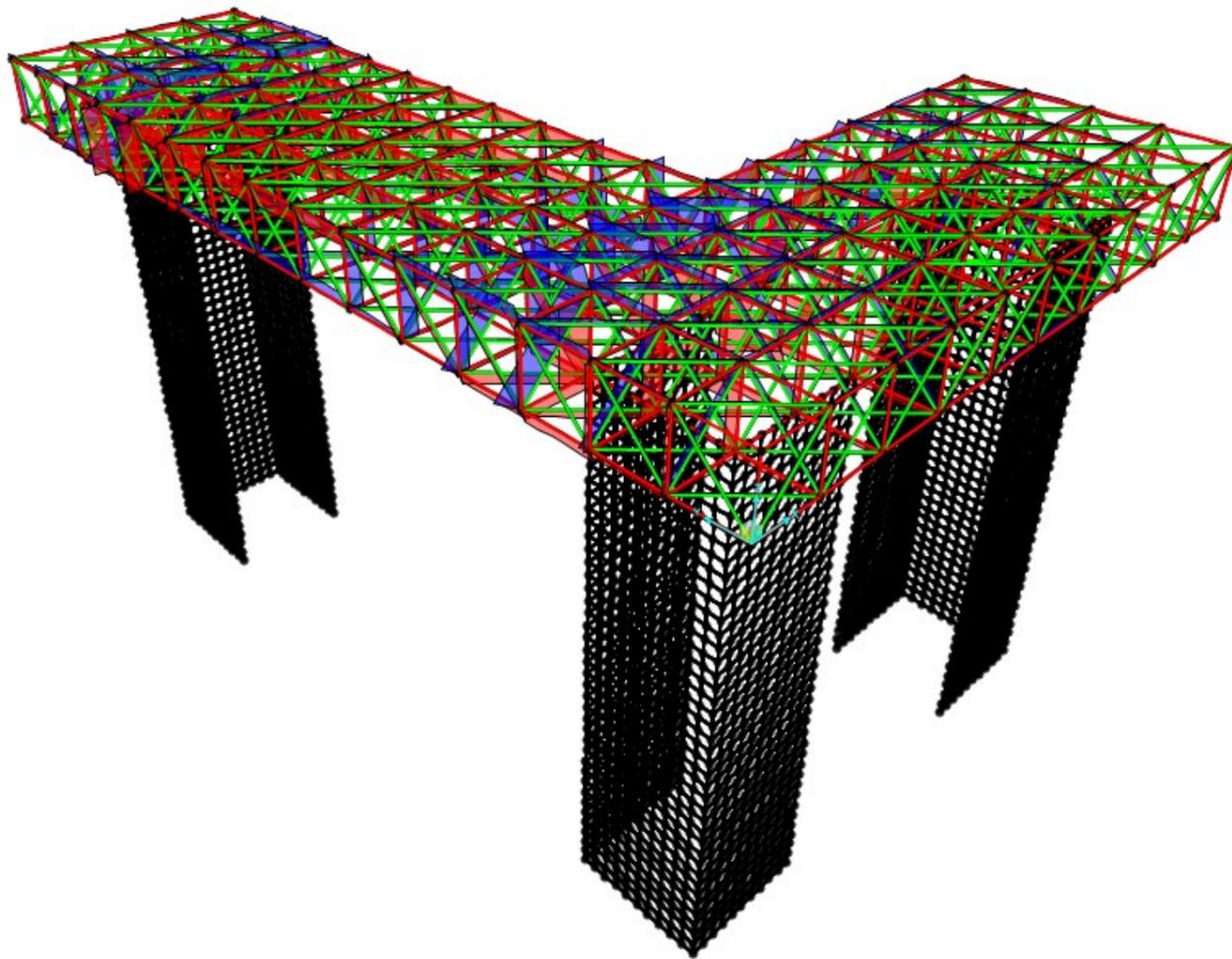
Considerando che il mio solaio in acciaio avrà un'incidenza di 12kN/mq:

- Calcolo la superficie del mio solaio: 525mq
- Calcolo la forza che agisce su un piano:  $A \cdot q_{SLU} = 525mq \cdot 12kN/mq = 6300kN$  e poi la moltiplico per il numero dei piani, nel mio caso 5, quindi la Forza Totale sarà di  $6300kN \cdot 5 = 31500kN$
- Conto i nodi che ho: 110
- Calcolo la forza che agisce su ogni nodo:  $Forza\ Totale / n^{\circ}\ nodi = 31500kN / 110 = 286kN$

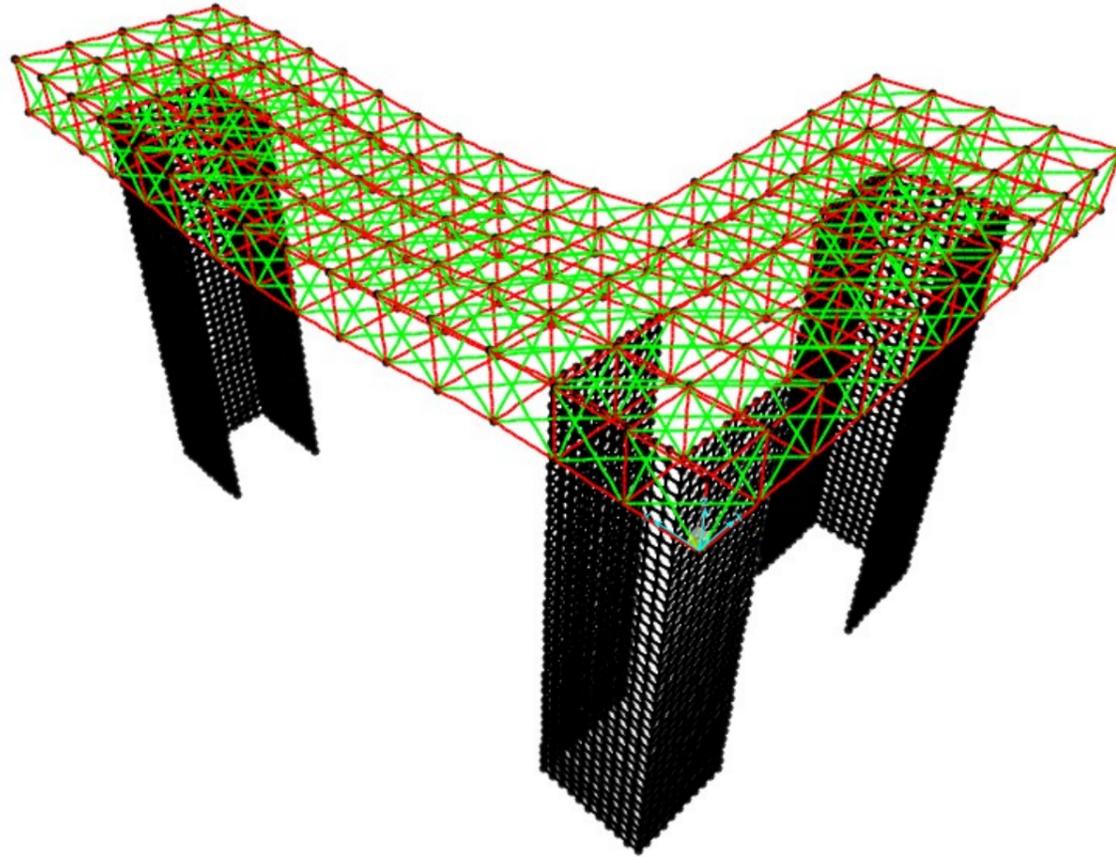
#### Analisi

14. Avvio l'analisi facendola partire solo per il Load Pattern che avevo creato, impostando "Not Run" agli altri.

15. Verifico che il momento sia nullo, e quindi anche il taglio. L'unica sollecitazione presente sarà lo sforzo assiale di compressione (negativo) e di trazione (positivo).



16. Per poter pre dimensionare le mie aste vado ad aprire i risultati dell'analisi premendo Ctrl+t e andando a spuntare "Analysis Results" visualizzerò le tabelle di "Element Forces – Frames". Cliccando su *File > Export Current Table > To Excel* per visualizzare la tabella con i valori delle sollecitazioni su Excel.



#### Dimensionamento e verifica con Excel

17. Una volta che ho la mia tabella su Excel vado a ripulirla lasciando solo Frame – Station – P(kN). Metto in ordine i valori e tolgo i valori doppi, sapendo che la tabella è soggetta solo a sforzo normale costante (taglio e momento sono nulli).
18. Vado a dividere gli sforzi normali in sforzi di trazione (positivi) e sforzi di compressione (negativi) sapendo che per entrambi la progettazione delle aste sarà la stessa, ma si avrà una differenza nel momento della verifica.
19. Per il progetto vado a considerare la formula  $A_{min} = N/f_d$  dove N è pari alla sollecitazione positiva ed  $f_d = f_{yk}/1,05$ . Per precauzione assumo per il valore della tensione di snervamento  $f_y$  (che in questo caso, avendo un acciaio S355 sarà 355Mpa) applico come coefficiente di snervamento 1,05.
20. Una volta che nel mio file Excel ho i risultati vado a prendere sul prontuario dei profili con un'area successivamente più grande.
21. Per le aste compresse, oltre a verificare l' $A_{min}$  devo anche verificare contemporaneamente anche il momento d'inerzia minimo della sezione.

## Risultati

### 22. Aste compresse

Area1 = 113,00 cm<sup>2</sup> -> Profilato 1

Area2 = 70,70 cm<sup>2</sup> -> Profilato 2

Area3 = 47,00 cm<sup>2</sup> -> Profilato 3

Frame	Station	Forces	fyk (N/mm <sup>2</sup> )	Security_coef.	fyd (N/mm <sup>2</sup> )	Amin (mm <sup>2</sup> )	Amin (cm <sup>2</sup> )	Aprontuario (cm <sup>2</sup> )	σ (N/mm <sup>2</sup> )	Verifica
461	1,25	-2.394,21	235,00	1,05	223,81	10.697,54	106,98	113,00	-211,88	VERO
461	2,50	-2.394,21	235,00	1,05	223,81	10.697,54	106,98	113,00	-211,88	VERO
21	1,77	-2.229,05	235,00	1,05	223,81	9.959,59	99,60	113,00	-197,26	VERO
21	3,54	-2.229,05	235,00	1,05	223,81	9.959,59	99,60	113,00	-197,26	VERO
154	1,77	-2.061,16	235,00	1,05	223,81	9.209,44	92,09	113,00	-182,40	VERO
154	3,54	-2.061,16	235,00	1,05	223,81	9.209,44	92,09	113,00	-182,40	VERO
209	1,77	-1.989,06	235,00	1,05	223,81	8.887,28	88,87	113,00	-176,02	VERO
209	3,54	-1.989,06	235,00	1,05	223,81	8.887,28	88,87	113,00	-176,02	VERO
93	1,77	-1.958,70	235,00	1,05	223,81	8.751,64	87,52	113,00	-173,34	VERO
93	3,54	-1.958,70	235,00	1,05	223,81	8.751,64	87,52	113,00	-173,34	VERO
454	0,50	-1.766,19	235,00	1,05	223,81	7.891,50	78,91	113,00	-156,30	VERO
454	1,00	-1.766,19	235,00	1,05	223,81	7.891,50	78,91	113,00	-156,30	VERO
454	1,50	-1.766,19	235,00	1,05	223,81	7.891,50	78,91	113,00	-156,30	VERO
454	2,00	-1.766,19	235,00	1,05	223,81	7.891,50	78,91	113,00	-156,30	VERO
454	2,50	-1.766,19	235,00	1,05	223,81	7.891,50	78,91	113,00	-156,30	VERO
850	0,50	-1.760,73	235,00	1,05	223,81	7.867,09	78,67	113,00	-155,82	VERO
850	1,00	-1.760,73	235,00	1,05	223,81	7.867,09	78,67	113,00	-155,82	VERO
850	1,50	-1.760,73	235,00	1,05	223,81	7.867,09	78,67	113,00	-155,82	VERO
850	2,00	-1.760,73	235,00	1,05	223,81	7.867,09	78,67	113,00	-155,82	VERO
850	2,50	-1.760,73	235,00	1,05	223,81	7.867,09	78,67	113,00	-155,82	VERO
435	0,50	-1.712,18	235,00	1,05	223,81	7.650,18	76,50	113,00	-151,52	VERO
435	1,00	-1.712,18	235,00	1,05	223,81	7.650,18	76,50	113,00	-151,52	VERO
435	1,50	-1.712,18	235,00	1,05	223,81	7.650,18	76,50	113,00	-151,52	VERO
435	2,00	-1.712,18	235,00	1,05	223,81	7.650,18	76,50	113,00	-151,52	VERO
435	2,50	-1.712,18	235,00	1,05	223,81	7.650,18	76,50	113,00	-151,52	VERO
601	1,25	-1.711,96	235,00	1,05	223,81	7.649,17	76,49	113,00	-151,50	VERO
601	2,50	-1.711,96	235,00	1,05	223,81	7.649,17	76,49	113,00	-151,50	VERO
433	0,50	-1.688,87	235,00	1,05	223,81	7.546,01	75,46	113,00	-149,46	VERO
433	1,00	-1.688,87	235,00	1,05	223,81	7.546,01	75,46	113,00	-149,46	VERO
433	1,50	-1.688,87	235,00	1,05	223,81	7.546,01	75,46	113,00	-149,46	VERO
433	2,00	-1.688,87	235,00	1,05	223,81	7.546,01	75,46	113,00	-149,46	VERO
433	2,50	-1.688,87	235,00	1,05	223,81	7.546,01	75,46	113,00	-149,46	VERO
443	0,50	-1.648,89	235,00	1,05	223,81	7.367,39	73,67	113,00	-145,92	VERO
443	1,00	-1.648,89	235,00	1,05	223,81	7.367,39	73,67	113,00	-145,92	VERO
443	1,50	-1.648,89	235,00	1,05	223,81	7.367,39	73,67	113,00	-145,92	VERO
443	2,00	-1.648,89	235,00	1,05	223,81	7.367,39	73,67	113,00	-145,92	VERO
443	2,50	-1.648,89	235,00	1,05	223,81	7.367,39	73,67	113,00	-145,92	VERO
523	0,50	-1.576,45	235,00	1,05	223,81	7.043,73	70,44	70,70	-222,98	VERO
523	1,00	-1.576,45	235,00	1,05	223,81	7.043,73	70,44	70,70	-222,98	VERO
523	1,50	-1.576,45	235,00	1,05	223,81	7.043,73	70,44	70,70	-222,98	VERO
523	2,00	-1.576,45	235,00	1,05	223,81	7.043,73	70,44	70,70	-222,98	VERO
523	2,50	-1.576,45	235,00	1,05	223,81	7.043,73	70,44	70,70	-222,98	VERO
441	0,50	-1.566,86	235,00	1,05	223,81	7.000,88	70,01	70,70	-221,62	VERO
441	1,00	-1.566,86	235,00	1,05	223,81	7.000,88	70,01	70,70	-221,62	VERO
441	1,50	-1.566,86	235,00	1,05	223,81	7.000,88	70,01	70,70	-221,62	VERO

*\*La tabella completa in allegato*

23. Aste tese

Area1 = 90,10 cm<sup>2</sup> -> Profilato 1

Area2 = 70,70 cm<sup>2</sup> -> Profilato 2

Area3 = 33,60 cm<sup>2</sup> -> Profilato 3

Frame	Station	Forces	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Security_coef.	f <sub>yd</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> )	Aprontuario (cm <sup>2</sup> )	σ (N/mm <sup>2</sup> )	Verifica
61	1,77	1.995,43	235,00	1,05	223,81	8.915,77	89,16	90,10	221,47	VERO
61	3,54	1.995,43	235,00	1,05	223,81	8.915,77	89,16	90,10	0,22	VERO
186	1,77	1.766,12	235,00	1,05	223,81	7.891,17	78,91	90,10	0,20	VERO
186	3,54	1.766,12	235,00	1,05	223,81	7.891,17	78,91	90,10	0,20	VERO
125	1,77	1.466,83	235,00	1,05	223,81	6.553,90	65,54	90,10	0,16	VERO
125	3,54	1.466,83	235,00	1,05	223,81	6.553,90	65,54	90,10	0,16	VERO
569	1,25	1.401,66	235,00	1,05	223,81	6.262,71	62,63	90,10	0,16	VERO
569	2,50	1.401,66	235,00	1,05	223,81	6.262,71	62,63	90,10	0,16	VERO
393	0,50	1.398,97	235,00	1,05	223,81	6.250,73	62,51	90,10	0,16	VERO
393	1,00	1.398,97	235,00	1,05	223,81	6.250,73	62,51	90,10	0,16	VERO
393	1,50	1.398,97	235,00	1,05	223,81	6.250,73	62,51	90,10	0,16	VERO
393	2,00	1.398,97	235,00	1,05	223,81	6.250,73	62,51	90,10	0,16	VERO
393	2,50	1.398,97	235,00	1,05	223,81	6.250,73	62,51	90,10	0,16	VERO
58	1,77	1.390,49	235,00	1,05	223,81	6.212,84	62,13	90,10	0,15	VERO
58	3,54	1.390,49	235,00	1,05	223,81	6.212,84	62,13	90,10	0,15	VERO
150	1,77	1.320,63	235,00	1,05	223,81	5.900,69	59,01	70,70	0,19	VERO
150	3,54	1.320,63	235,00	1,05	223,81	5.900,69	59,01	70,70	0,19	VERO
794	0,50	1.310,42	235,00	1,05	223,81	5.855,05	58,55	70,70	0,19	VERO
794	1,00	1.310,42	235,00	1,05	223,81	5.855,05	58,55	70,70	0,19	VERO
794	1,50	1.310,42	235,00	1,05	223,81	5.855,05	58,55	70,70	0,19	VERO
794	2,00	1.310,42	235,00	1,05	223,81	5.855,05	58,55	70,70	0,19	VERO
794	2,50	1.310,42	235,00	1,05	223,81	5.855,05	58,55	70,70	0,19	VERO

*\*La tabella completa in allegato*