



La trave reticolare è una struttura composta solitamente da aste in acciaio, tutte sottoposte esclusivamente a sforzo assiale, che permette di superare luci elevate con un elemento abbastanza leggero.

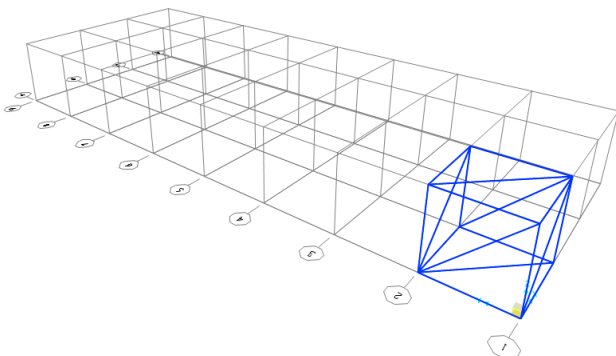
È formata da due elementi continui chiamati corrente superiore e corrente inferiore, e da un'anima scomposta in elementi lineari, alcuni ortogonali tra loro (i montanti) e altri diagonali. I montanti e i diagonali devono assorbire le sollecitazioni tangenziali che sorgono con l'inflessione dei correnti determinando lo scorrimento relativo di questi, come se fossero sottoposti alla sola azione di trazione (o di compressione).

Modellazione

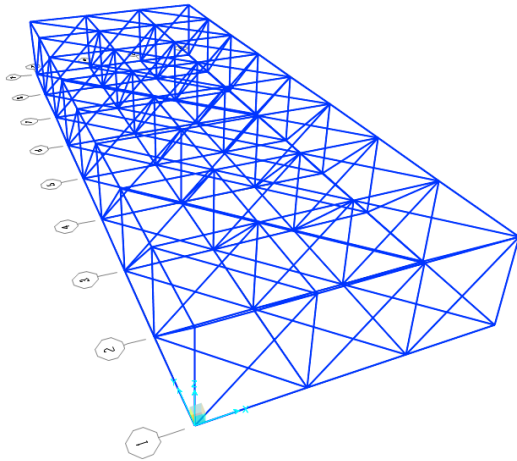
Si è scelta come caso di studio una travatura reticolare una struttura composta da 3 campate sull'asse x e 8 campate sull'asse y.

Per ottenere aste inclinate a 45° , si è scelta come unità della griglia 3 m su tutti gli assi (x, y, z).

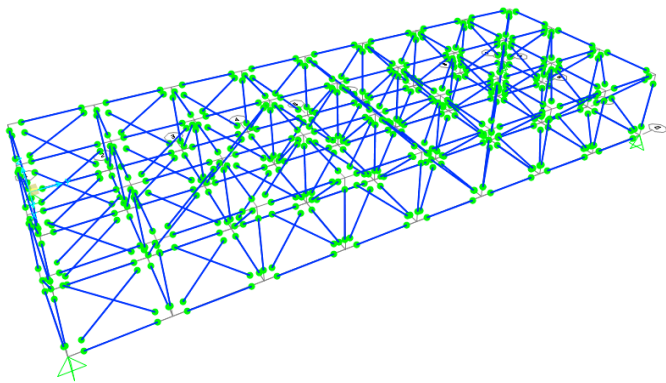
La trave reticolare è stata disegnata attraverso il modello di un cubo controventato, quindi con il comando "frame" sono stati disegnati gli spigoli del primo cubo e una diagonale di ogni faccia.



A questo punto si controlla di non avere aste doppie, utilizzando il comando "merge duplicates" e, successivamente, si selezionano tutte le aste tralasciando quelle di una faccia laterale, quindi si copiano lungo le due direzioni, fino a riempire tutto il telaio.

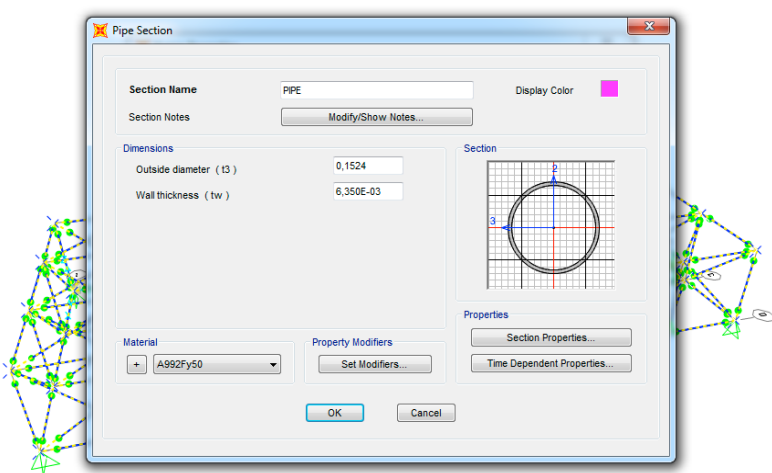


Per controllare che non vi siano aste doppie, si seleziona tutta la struttura e si usa il comando “merge duplicates”; inoltre, per verificare che le aste siano tutte collegate nei nodi, si utilizza il comando “merge joints” con una tolleranza di 0,1.

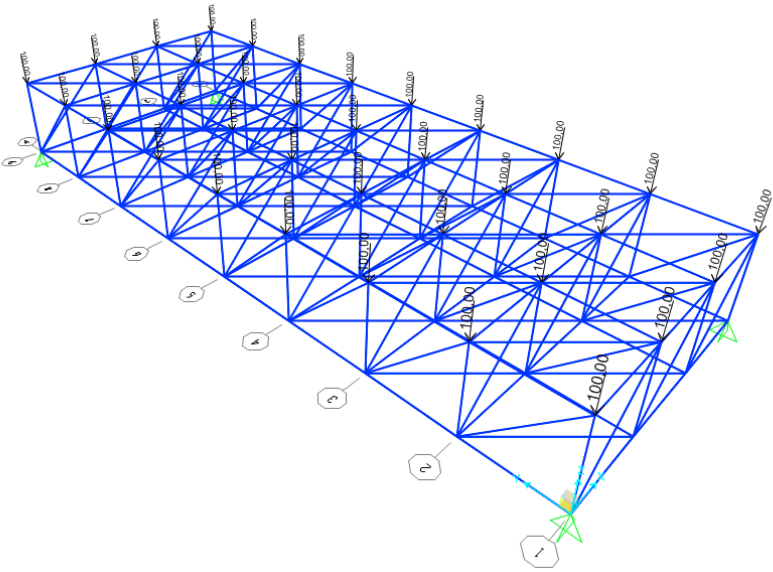


Si devono assegnare i vincoli esterni della struttura, quindi, in questi caso, vengono selezionati i 4 vertici inferiori della travatura e vengono assegnate delle cerniere. Le aste sono collegate tra loro tramite cerniere interne, quindi, una volta selezionata tutta la struttura, si assegna la libertà di rotazione delle aste.

Materiali e carichi



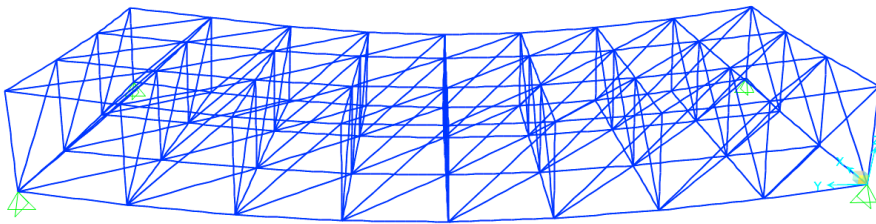
I profilati scelti per le aste della travatura sono pipe d'acciaio. L'area minima della sezione e il rho minimo, andranno ingegnerizzato successivamente, una volta stabiliti i carichi di trazione e di compressione di ogni asta.



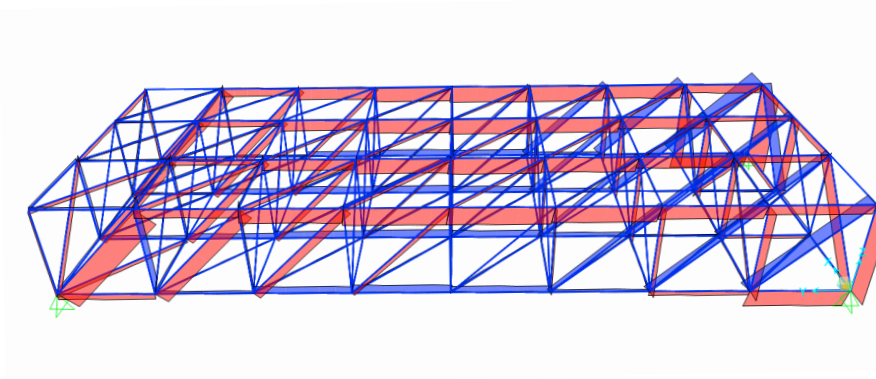
Si imposta il carico che agisce sulla struttura: si applica su ogni nodo delle aste superiori una forza concentrata di 100 KN agente verso il basso.

Per questa analisi non si tiene conto del peso proprio della trave.

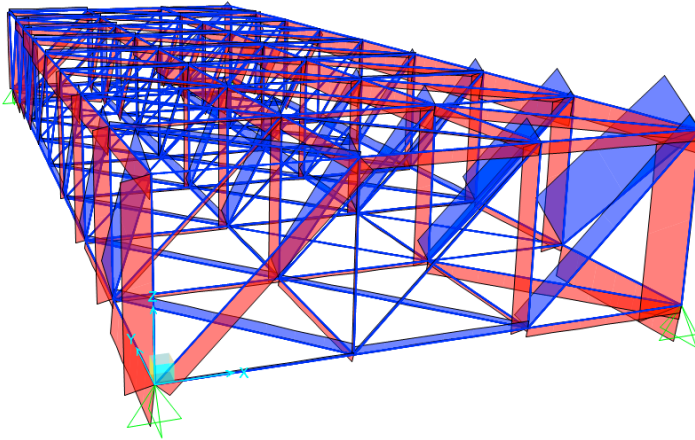
Analisi



Una volta avviata l'analisi del carico che è stato applicato, è possibile visualizzare la deformata della trave.



Si possono visualizzare anche i diagrammi degli sforzi assiali delle aste: in blu sono rappresentate le aste tese e in rosso quelle compresse.



Dimensionamento

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameEl Text
1	0	F	LinStatic	-482,726	0	0	0	0	0	1-1
1	1,5	F	LinStatic	-482,726	0	0	0	0	0	1-1
1	3	F	LinStatic	-482,726	0	0	0	0	0	1-1
2	0	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	0,5	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	1	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	1,5	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	2	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	2,5	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
2	3	F	LinStatic	-382,726	0	0	0	0	0	2-1
3	0	F	LinStatic	-318,176	0	0	0	0	0	3-1
3	1,5	F	LinStatic	-318,176	0	0	0	0	0	3-1
3	3	F	LinStatic	-318,176	0	0	0	0	0	3-1
4	0	F	LinStatic	-706,519	0	0	0	0	0	4-1

Il comando “show tables” mostra le tabelle che indica i carichi di ogni asta. Una volta esportata questa tabella su Excel è possibile ordinarla secondo la grandezza del carico di ogni asta. In questo modo è anche possibile distinguere le **aste tese** (valori positivi), **TIRANTI**, da quelle **comprese** (valori negativi), **PUNTONI**.

Lunghezza aste:

- aste asse x: L = 3 m
- aste asse y: L = 3 m

- aste asse z: $L = 3\text{m}$
- aste diagonali: $L = 4,23\text{ m}$

Passaggi per ordinare la tabella Excel:

- Tengo **solo le prime 5 colonne**, quindi cancello le restanti, poiché ci forniscono dati che non sono utili per il dimensionamento delle aste.
- Seleziono la colonna **STATION** e ordino in modo tale che i valori siano **crescenti**.
- **Cancello tutte le righe, tranne** quelle in cui i valori delle station sono **3 e 4,23**, in quanto il dimensionamento verrà fatto in riferimento alla lunghezza delle aste ortogonali (lunghe 3m) e di quelle diagonali (lunghe 4,23 m).
- Seleziono la colonna dei **carichi P** e ordino in ordine **decrescente**.
- Nel file Excel **“acciaio asta reticolare”** incollo i valori degli **sforzi normali (positivi)** nel foglio relativo alla trazione.
- **Dimensiono** a trazione ogni asta in base ai valori dell'**area minima**, scegliendo dalle tabelle dei profilati delle sezioni di area maggiore.
- Tornando alla tabella esportata da Sap, copio i valori delle **aste compresse (negativi)** e li incollo nel foglio Excel “acciaio asta reticolare”, nel foglio relativo alla compressione.
- Copio su questo file anche i **valori delle lunghezze di ciascuna asta** (3 e 4,23), facendo attenzione ad avere le lunghezze delle aste corrispondenti al giusto valore del carico.
- Ordino il file selezionando la **colonna dei carichi** e ordinandoli in modo **crescente**.
- **Dimensiono** a compressione ogni asta, scegliendo profili d'acciaio che rispettino sia i valori dell'**area minima**, sia il **momento d'inerzia minimo**, sia il **raggio d'inerzia minimo**.

Formulario:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$$

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

$$\lambda_{\text{rel}} = \pi \sqrt{E / f_{yd}} \quad \text{snellezza}$$

$$\rho_{\min} = (\beta^*) / \lambda_{\text{rel}}$$

$$I_{\min} = A \cdot \rho^2$$

$\lambda_{\text{rel}} < 200$ per membrature principali

Calcolo dell'area minima da sforzo normale di trazione

N	f _{yk}	γ _m	f _d	A _{min}	A _{design}	dimensioni profilati	frame
kN	Mpa		Mpa	cm ²	cm ²		
1612,503	235,00	1,05	223,81	72,05	79,20	406,4x6,3	41
1111,066	235,00	1,05	223,81	49,64	52,80	273,0x6,3	201
1082,513	235,00	1,05	223,81	48,37	52,80	273,0x6,4	18
1026,415	235,00	1,05	223,81	45,86	47,00	273,0x5,6	43
984,522	235,00	1,05	223,81	43,99	47,00	273,0x5,6	73
725,104	235,00	1,05	223,81	32,40	33,60	219,1x5,0	148
723,523	235,00	1,05	223,81	32,33	33,60	219,1x5,0	158
694,28	235,00	1,05	223,81	31,02	33,60	219,1x5,0	140
682,118	235,00	1,05	223,81	30,48	33,60	219,1x5,0	189
676,506	235,00	1,05	223,81	30,23	33,60	219,1x5,0	258
666,503	235,00	1,05	223,81	29,78	33,60	219,1x5,0	28
664,932	235,00	1,05	223,81	29,71	33,60	219,1x5,0	179
663,497	235,00	1,05	223,81	29,65	33,60	219,1x5,0	64
651	235,00	1,05	223,81	29,09	33,60	219,1x5,0	170
648,556	235,00	1,05	223,81	28,98	33,60	219,1x5,0	167
630,144	235,00	1,05	223,81	28,16	33,60	219,1x5,0	117
617,094	235,00	1,05	223,81	27,57	33,60	219,1x5,0	57
606,378	235,00	1,05	223,81	27,09	33,60	219,1x5,0	127
602,991	235,00	1,05	223,81	26,94	33,60	219,1x5,0	171
598,279	235,00	1,05	223,81	26,73	27,00	219,1x4,0	14
584,716	235,00	1,05	223,81	26,13	27,00	219,1x4,0	104
583,974	235,00	1,05	223,81	26,09	27,00	219,1x4,0	136
575,286	235,00	1,05	223,81	25,70	27,00	219,1x4,0	206
563,315	235,00	1,05	223,81	25,17	27,00	219,1x4,0	54
561,932	235,00	1,05	223,81	25,11	27,00	219,1x4,0	225
561,824	235,00	1,05	223,81	25,10	27,00	219,1x4,0	109
554,931	235,00	1,05	223,81	24,79	27,00	219,1x4,0	237
517,278	235,00	1,05	223,81	23,11	23,20	168,3x4,5	198
514,813	235,00	1,05	223,81	23,00	23,20	168,3x4,5	220
470,07	235,00	1,05	223,81	21,00	23,20	168,3x4,5	210
433,826	235,00	1,05	223,81	19,38	23,20	168,3x4,5	175
426,916	235,00	1,05	223,81	19,07	23,20	168,3x4,5	95
402,099	235,00	1,05	223,81	17,97	19,10	139,7x4,5	86
382,243	235,00	1,05	223,81	17,08	19,10	139,7x4,5	17
368,137	235,00	1,05	223,81	16,45	19,10	139,7x4,5	85
345,139	235,00	1,05	223,81	15,42	19,10	139,7x4,5	40
339,581	235,00	1,05	223,81	15,17	15,40	139,7x3,6	139
333,094	235,00	1,05	223,81	14,88	15,40	139,7x3,6	194
323,849	235,00	1,05	223,81	14,47	15,40	139,7x3,6	96
322,726	235,00	1,05	223,81	14,42	15,40	139,7x3,6	241
317,287	235,00	1,05	223,81	14,18	15,40	139,7x3,6	88
313,621	235,00	1,05	223,81	14,01	15,40	139,7x3,6	185
289,294	235,00	1,05	223,81	12,93	15,40	139,7x3,6	105
276,017	235,00	1,05	223,81	12,33	15,40	139,7x3,6	204
273,946	235,00	1,05	223,81	12,24	15,40	139,7x3,6	227
271,529	235,00	1,05	223,81	12,13	15,40	139,7x3,6	19
270,952	235,00	1,05	223,81	12,11	15,40	139,7x3,6	216
268,258	235,00	1,05	223,81	11,99	15,40	139,7x3,6	207
259,097	235,00	1,05	223,81	11,58	15,40	139,7x3,6	173
255,368	235,00	1,05	223,81	11,41	15,40	139,7x3,6	135
247,235	235,00	1,05	223,81	11,05	15,40	139,7x3,6	238
235,501	235,00	1,05	223,81	10,52	10,70	88,9x4,0	56
233,14	235,00	1,05	223,81	10,42	10,70	88,9x4,0	144
232,429	235,00	1,05	223,81	10,39	10,70	88,9x4,0	202
225,577	235,00	1,05	223,81	10,08	10,70	88,9x4,0	78
224,425	235,00	1,05	223,81	10,03	10,70	88,9x4,0	142
223,13	235,00	1,05	223,81	9,97	10,70	88,9x4,0	261
221,504	235,00	1,05	223,81	9,90	10,70	88,9x4,0	231
221,504	235,00	1,05	223,81	9,90	10,70	88,9x4,0	235
194,451	235,00	1,05	223,81	8,69	10,70	88,9x4,0	248

181,858	235,00	1,05	223,81	8,13	8,20	76,1x3,6	9
181,548	235,00	1,05	223,81	8,11	8,20	76,1x3,6	229
179,589	235,00	1,05	223,81	8,02	8,20	76,1x3,6	31
178,61	235,00	1,05	223,81	7,98	8,20	76,1x3,6	111
172,812	235,00	1,05	223,81	7,72	8,20	76,1x3,6	154
167,976	235,00	1,05	223,81	7,51	8,20	76,1x3,6	137
164,035	235,00	1,05	223,81	7,33	8,20	76,1x3,6	168
160,295	235,00	1,05	223,81	7,16	8,20	76,1x3,6	251
158,238	235,00	1,05	223,81	7,07	8,20	76,1x3,6	87
157,875	235,00	1,05	223,81	7,05	7,05	88,9x2,6	159
156,647	235,00	1,05	223,81	7,00	7,05	88,9x2,6	128
155,955	235,00	1,05	223,81	6,97	7,05	88,9x2,6	121
155,568	235,00	1,05	223,81	6,95	7,05	88,9x2,6	126
151,665	235,00	1,05	223,81	6,78	7,05	88,9x2,6	118
145,151	235,00	1,05	223,81	6,49	7,05	88,9x2,6	230
142,773	235,00	1,05	223,81	6,38	7,05	88,9x2,6	199
141,446	235,00	1,05	223,81	6,32	7,05	88,9x2,6	149
135,313	235,00	1,05	223,81	6,05	7,05	88,9x2,6	255
131,53	235,00	1,05	223,81	5,88	6,00	76,1x2,6	90
130,806	235,00	1,05	223,81	5,84	6,00	76,1x2,6	252
130,322	235,00	1,05	223,81	5,82	6,00	76,1x2,6	163
129,287	235,00	1,05	223,81	5,78	6,00	76,1x2,6	106
128,304	235,00	1,05	223,81	5,73	6,00	76,1x2,6	152
122,272	235,00	1,05	223,81	5,46	6,00	76,1x2,6	99
119,093	235,00	1,05	223,81	5,32	6,00	76,1x2,6	116
116,963	235,00	1,05	223,81	5,23	6,00	76,1x2,6	72
115,7	235,00	1,05	223,81	5,17	6,00	76,1x2,6	190
113,225	235,00	1,05	223,81	5,06	6,00	76,1x2,6	55
110,662	235,00	1,05	223,81	4,94	5,23	60,3x2,9	80
106,032	235,00	1,05	223,81	4,74	5,23	60,3x2,9	97
101,571	235,00	1,05	223,81	4,54	5,23	60,3x2,9	68
97,608	235,00	1,05	223,81	4,36	5,23	60,3x2,9	180
96,342	235,00	1,05	223,81	4,30	5,23	60,3x2,9	130
91,307	235,00	1,05	223,81	4,08	5,23	60,3x2,9	108
90,456	235,00	1,05	223,81	4,04	5,23	60,3x2,9	234
77,069	235,00	1,05	223,81	3,44	3,60	42,4x2,9	30
74,824	235,00	1,05	223,81	3,34	3,60	42,4x2,9	224
70,7	235,00	1,05	223,81	3,16	3,60	42,4x2,9	63
65,303	235,00	1,05	223,81	2,92	3,60	42,4x2,9	27
55,738	235,00	1,05	223,81	2,49	3,60	42,4x2,9	5
46,506	235,00	1,05	223,81	2,08	3,60	42,4x2,9	103
46,076	235,00	1,05	223,81	2,06	3,60	42,4x2,9	217
45,679	235,00	1,05	223,81	2,04	3,60	42,4x2,9	183
45,504	235,00	1,05	223,81	2,03	3,60	42,4x2,9	6
42,4	235,00	1,05	223,81	1,89	3,60	42,4x2,9	176
40,784	235,00	1,05	223,81	1,82	3,60	42,4x2,9	196
36,487	235,00	1,05	223,81	1,63	3,60	42,4x2,9	221
35,657	235,00	1,05	223,81	1,59	3,60	42,4x2,9	119
35,012	235,00	1,05	223,81	1,56	3,60	42,4x2,9	94
31,17	235,00	1,05	223,81	1,39	3,60	42,4x2,9	161
29,933	235,00	1,05	223,81	1,34	3,60	42,4x2,9	59
19,308	235,00	1,05	223,81	0,86	3,60	42,4x2,9	113
15,407	235,00	1,05	223,81	0,69	3,60	42,4x2,9	134
11,381	235,00	1,05	223,81	0,51	3,60	42,4x2,9	39
3,919	235,00	1,05	223,81	0,18	3,60	42,4x2,9	165
3,453	235,00	1,05	223,81	0,15	3,60	42,4x2,9	66
1,357	235,00	1,05	223,81	0,06	3,60	42,4x2,9	186
1,213	235,00	1,05	223,81	0,05	3,60	42,4x2,9	84
0,197	235,00	1,05	223,81	0,01	3,60	42,4x2,9	50

-118,777	235.00	1.05	223.81	5.31	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	52	12.5	292	4.84	61.98	102
-115,99	235.00	1.05	223.81	5.18	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	50	12.5	292	4.84	61.98	133
-112,749	235.00	1.05	223.81	5.04	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	49	12.5	292	4.84	61.98	83
-106,891	235.00	1.05	223.81	4.78	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	93	12.5	292	4.84	87.66	157
-105,239	235.00	1.05	223.81	4.70	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	46	12.5	292	4.84	61.98	93
-102,637	235.00	1.05	223.81	4.59	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	45	12.5	292	4.84	61.98	195
-100,955	235.00	1.05	223.81	4.51	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	44	12.5	292	4.84	61.98	164
-100	235.00	1.05	223.81	4.47	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	43	12.5	292	4.84	61.98	232
-97,953	235.00	1.05	223.81	4.38	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	43	12.5	292	4.84	61.98	124
-95,681	235.00	1.05	223.81	4.28	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	42	12.5	292	4.84	61.98	244
-95,071	235.00	1.05	223.81	4.25	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	41	12.5	292	4.84	61.98	62
-93,145	235.00	1.05	223.81	4.16	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	40	12.5	292	4.84	61.98	214
-91,42	235.00	1.05	223.81	4.08	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	40	12.5	292	4.84	61.98	71
-90,724	235.00	1.05	223.81	4.05	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	39	12.5	292	4.84	61.98	114
-81,747	235.00	1.05	223.81	3.65	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	35	12.5	292	4.84	61.98	192
-80,572	235.00	1.05	223.81	3.60	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	35	12.5	292	4.84	61.98	132
-74,784	235.00	1.05	223.81	3.34	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	65	12.5	292	4.84	87.66	218
-69,24	235.00	1.05	223.81	3.09	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	60	12.5	292	4.84	87.66	187
-68,27	235.00	1.05	223.81	3.05	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	59	12.5	292	4.84	87.66	146
-64,006	235.00	1.05	223.81	2.86	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	28	12.5	292	4.84	61.98	155
-61,087	235.00	1.05	223.81	2.73	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	53	12.5	292	4.84	87.66	23
-60,29	235.00	1.05	223.81	2.69	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	26	12.5	292	4.84	61.98	247
-58,958	235.00	1.05	223.81	2.63	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	26	12.5	292	4.84	61.98	65
-56,159	235.00	1.05	223.81	2.51	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	49	12.5	292	4.84	87.66	249
-51,743	235.00	1.05	223.81	2.31	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	22	12.5	292	4.84	61.98	145
-48	235.00	1.05	223.81	2.14	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	42	12.5	292	4.84	87.66	193
-42,924	235.00	1.05	223.81	1.92	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	37	12.5	292	4.84	87.66	156
-42,882	235.00	1.05	223.81	1.92	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	37	12.5	292	4.84	87.66	166
-23,785	235.00	1.05	223.81	1.06	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	10	12.5	292	4.84	61.98	35
-23,363	235.00	1.05	223.81	1.04	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	20	12.5	292	4.84	87.66	115
-20,897	235.00	1.05	223.81	0.93	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	9	12.5	292	4.84	61.98	123
-16,965	235.00	1.05	223.81	0.76	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	15	12.5	292	4.84	87.66	53
-16,095	235.00	1.05	223.81	0.72	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	14	12.5	292	4.84	87.66	75
-11,585	235.00	1.05	223.81	0.52	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	10	12.5	292	4.84	87.66	211
-4,977	235.00	1.05	223.81	0.22	210000.00	1.00	4,24264	96.23	4.41	4	12.5	292	4.84	87.66	125
-0,139	235.00	1.05	223.81	0,01	210000.00	1.00	3	96.23	3.12	0	12.5	292	4.84	61.98	49