

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN APILADOR RADIAL CON
CAPACIDAD PARA TRANSPORTAR 275 T/H DE ARENA
PARA CONCRETO - ANEXOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico

que presenta el bachiller:

RAMIRO GABRIEL NAVARRO HERNÁNDEZ

**ASESOR: DR. LUIS ORLANDO
COTAQUISPE ZEVALLOS**

Lima, agosto de 2015.

ANEXOS

ANEXO 1: Distribución de las pilas de arena en el área de almacenamiento.

ANEXO 2: Dimensiones métricas de los rodillos comerciales de carga y retorno.

ANEXO 3: Referencias gráficas para la clasificación de los apiladores radiales.

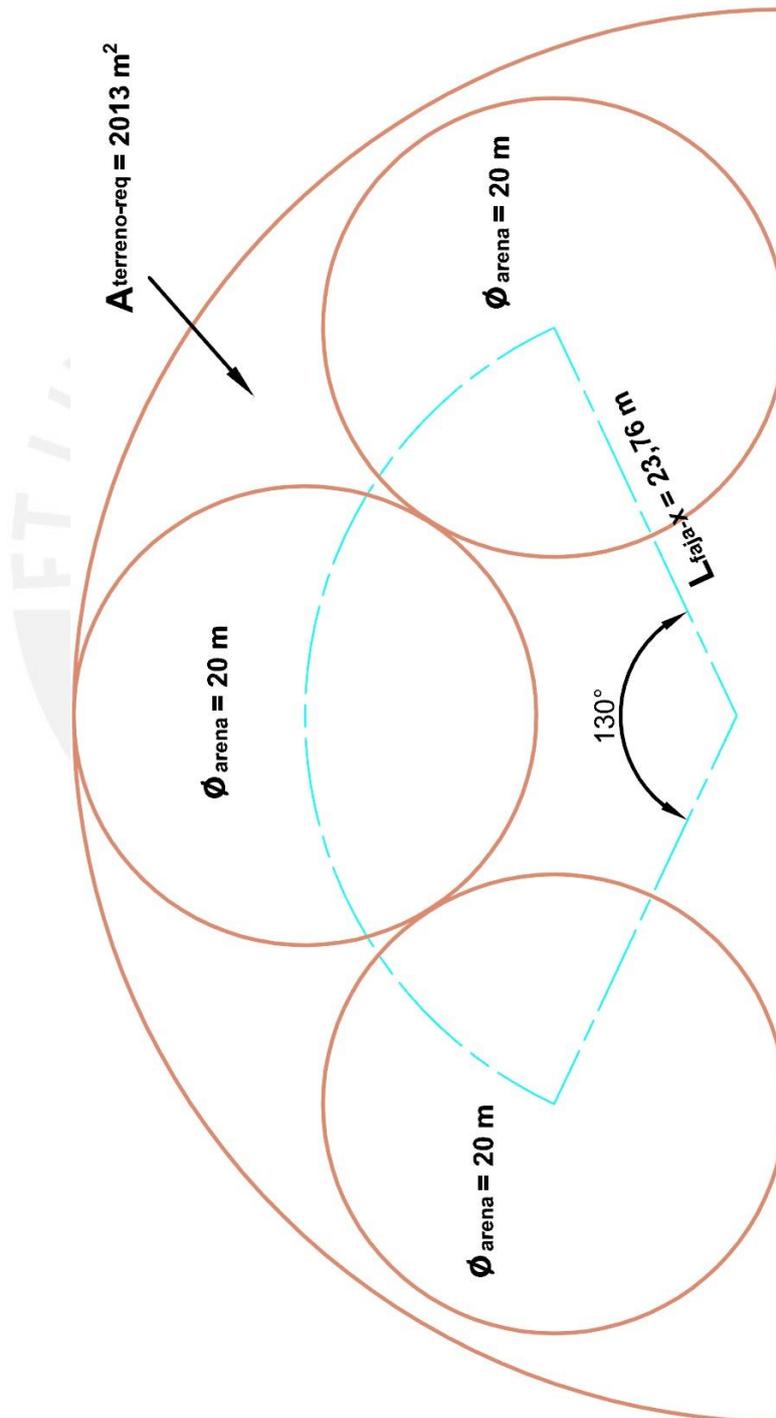
ANEXO 4: Análisis completo de la pasarela.

ANEXO 5: Análisis completo de fuerzas cortantes, momentos flectores y deflexiones para las alternativas de viga en el caso de distribución óptimo de soportes.

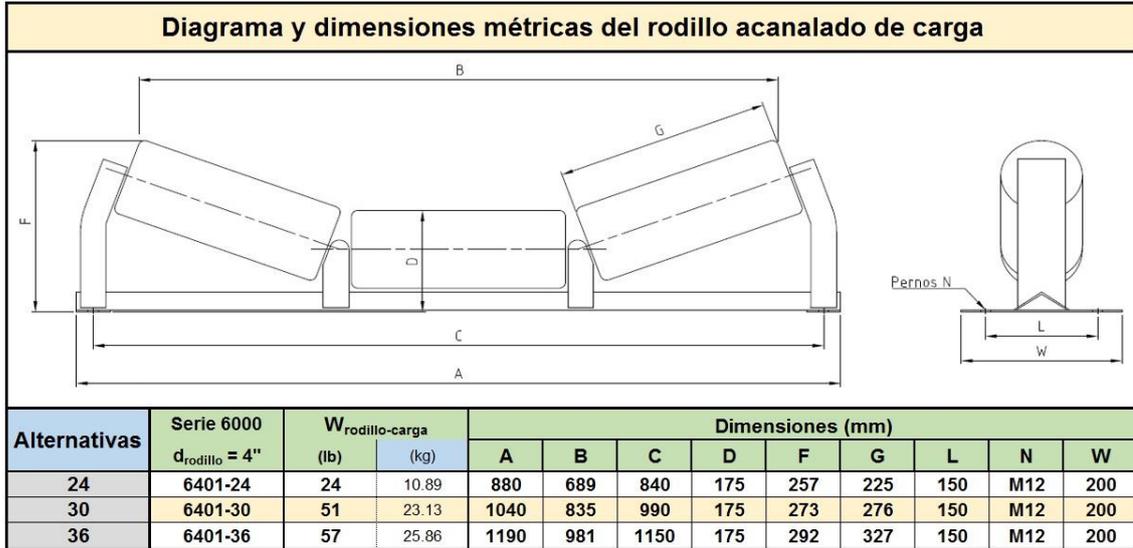
ANEXO 6: Análisis completo por nodos de las fuerzas sobre las alternativas de viga de celosía y comprobación de la selección respectiva de pares y tirantes.

ANEXO 1: Distribución de las pilas de arena en el área de almacenamiento

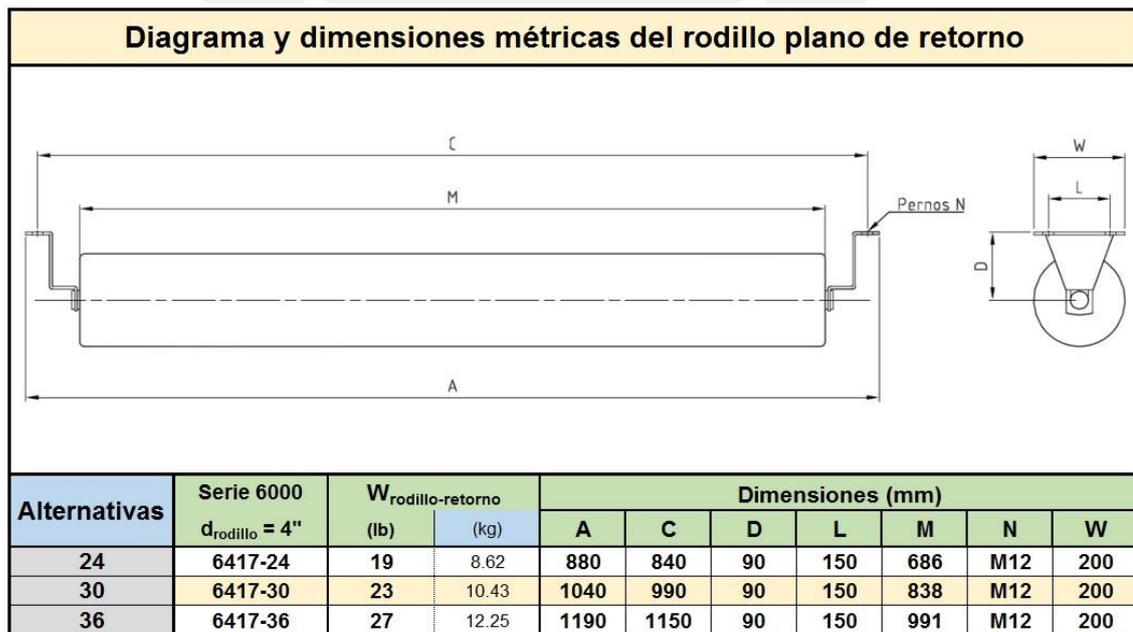
Estudio de distribución óptima de pilas para la producción diaria de 275 t/h en un régimen de dos turnos (16 h).



ANEXO 2: Dimensiones métricas de los rodillos comerciales de carga y retorno



(Fuente base: Rexnord 2014)



(Fuente base: Rexnord 2014)

ANEXO 3: Referencias gráficas para la clasificación de los apiladores radiales

Apiladores de dimensiones variables	Apilador radial de ángulo variable
	 <p>(Edge Innovate 2015)</p>
	Apilador radial telescópico
	 <p>(Thor Global Enterprises 2015)</p>

Clasificación según el tipo de viga

Apilador con viga de canales



(Rock & Dirt 2015)

Apilador de celosía - con mástil



(Transco Northwest Inc 2015)

Clasificación según portabilidad

Apilador radial portátil (plegable)



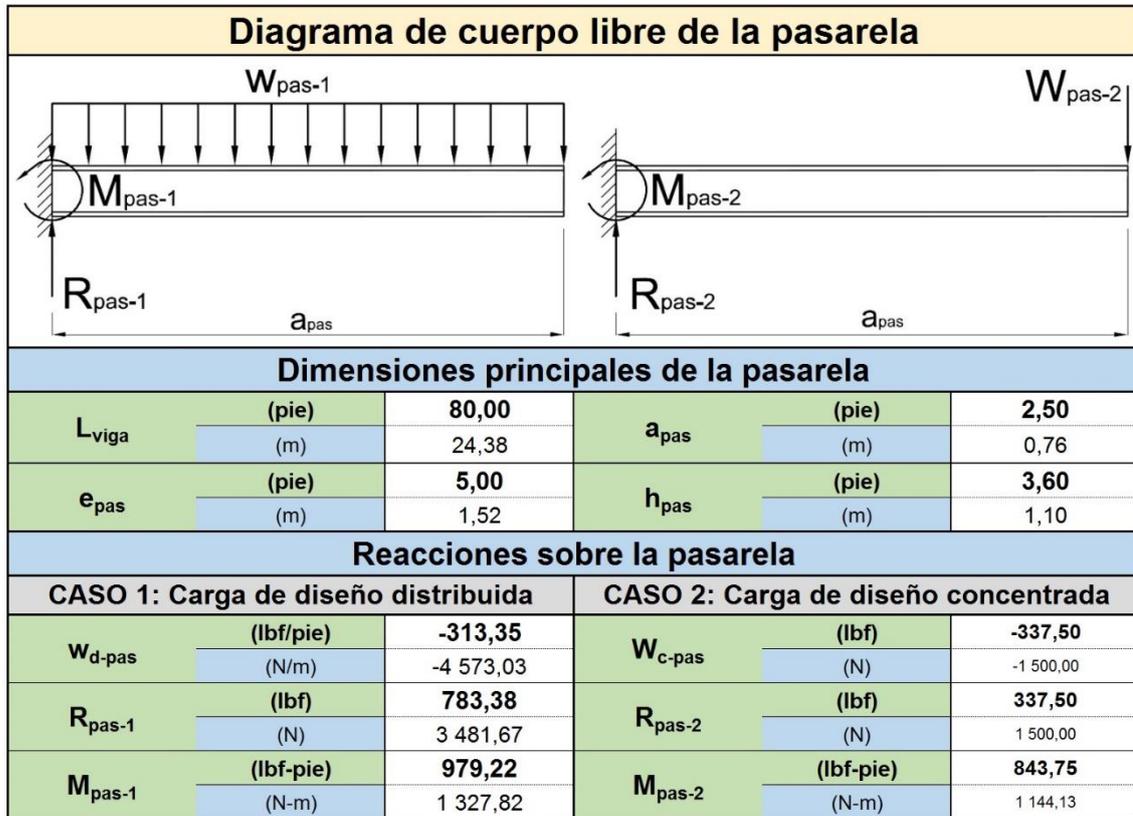
(Marco Solutions 2015)

Apilador radial fijo

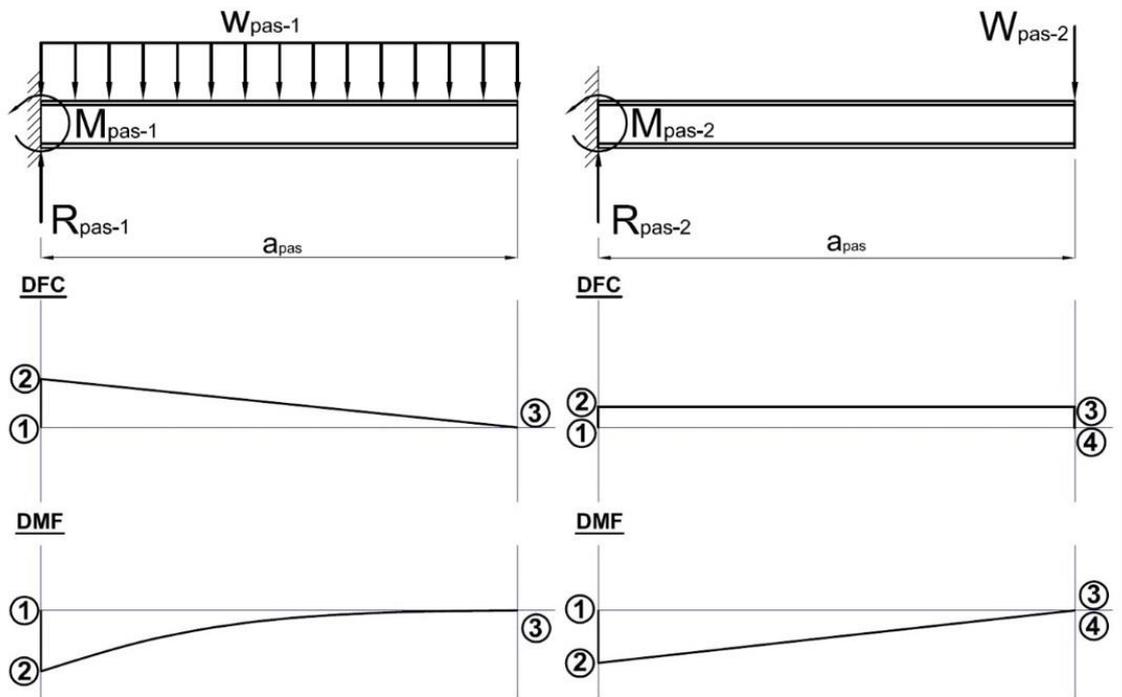


(Producers Supply Company 2015)

ANEXO 4: Análisis completo de la pasarela



Fuerzas cortantes y momentos flectores de pasarela



Casos de diseño - EN ISO 14122		CASO 1: Carga de diseño distribuida	CASO 2: Carga de diseño concentrada
$x_1 = x_2$	(pie)		0,00
	(m)		0,00
$x_3 = x_4$	(pie)		2,50
	(m)		0,76
Diagrama de fuerzas cortantes			
FC_1	(lbf)	0,00	0,00
	(N)	0,00	0,00
FC_2	(lbf)	783,38	337,50
	(N)	3 481,67	1 500,00
FC_3	(lbf)	0,00	337,50
	(N)	0,00	1 500,00
FC_4	(lbf)	-	0,00
	(N)	-	0,00
Diagrama de momentos flectores			
MF_1	(lbf-pie)	0,00	0,00
	(N-m)	0,00	0,00
MF_2	(lbf-pie)	-979,22	-843,75
	(N-m)	-1 327,82	-1 144,13
$MF_3 = MF_4$	(lbf-pie)	0,00	0,00
	(N-m)	0,00	0,00

Cálculos para la vigueta de la pasarela - Asumiendo C3x4.1				
Información de la geometría				
h_{pas}	(pulg)	3,00		
	(mm)	76,20		
a_{pas}	(pulg)	1,41		
	(mm)	35,81		
t_{f-pas}	(pulg)	0,27		
	(mm)	6,93		
t_{w-pas}	(pulg)	0,17		
	(mm)	4,32		
d_{pas}	(pulg)	0,44		
	(mm)	11,10		
I_{pas-x}	(pulg ⁴)	1,65		
	(mm ⁴)	686 781,85		
S_{pas-x}	(pulg ³)	1,10		
	(mm ³)	18 025,77		
Información de diseño				
Material	Acero estructural	ASTM A-36		
σ_t	(psi)	36 259,50		
	(MPa)	250,00		
T_c	(psi)	29 007,60		
	(MPa)	200,00		
E	(psi)	29 007 600,00		
	(MPa)	200 000,00		
Esfuerzos en puntos				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
y_{punto}	(pulg)	0,00	1,23	1,50
	(mm)	0,00	31,17	38,10
σ_x	(psi)	0,00	8 738,19	10 682,39
	(MPa)	0,00	60,26	73,66
τ_{xy}	(psi)	1 823,19	1 465,80	0,00
	(MPa)	12,56	10,10	0,00

Análisis de diseño - Soporte de pasarela C3x4.1				
Criterios máximos de diseño				
FS	Factor de seguridad	2,00		
σ_{t-adm}	(psi)	18 129,75		
	(MPa)	125,00		
$f_{m\acute{a}x-pas} = L/200$	(pulg)	0,15		
EN ISO 14122	(mm)	3,81		
Esfuerzo equivalente y deflexiones máximas por tramo				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
σ_{1-pas}	(psi)	1 823,19	8 977,52	10 682,39
	(MPa)	12,57	61,90	73,65
σ_{2-pas}	(psi)	-1 823,19	-239,33	0,00
	(MPa)	-12,57	-1,65	0,00
σ_{eq-pas}	(psi)	3 157,86	9 099,54	10 682,39
	(MPa)	21,77	62,74	73,65
f_{pas}	(pulg)	0,06		
	(mm)	1,40		
Diseño por resistencia y flexión				
¿Cumple resistencia?		Sí	Sí	Sí
¿ $\sigma_{eq-pas} < \sigma_{t-adm}$?				
¿Cumple deflexión permisible?		Sí		
¿ $f_{pas} < f_{m\acute{a}x-pas}$?				

ANEXO 5: Análisis completo de fuerzas cortantes, momentos flectores y deflexiones para las alternativas de viga en el caso de distribución óptimo de soportes.

4/8/2015

Beam Solution | SkyCiv Engineering

Diagrama de cuerpo libre (DCL)

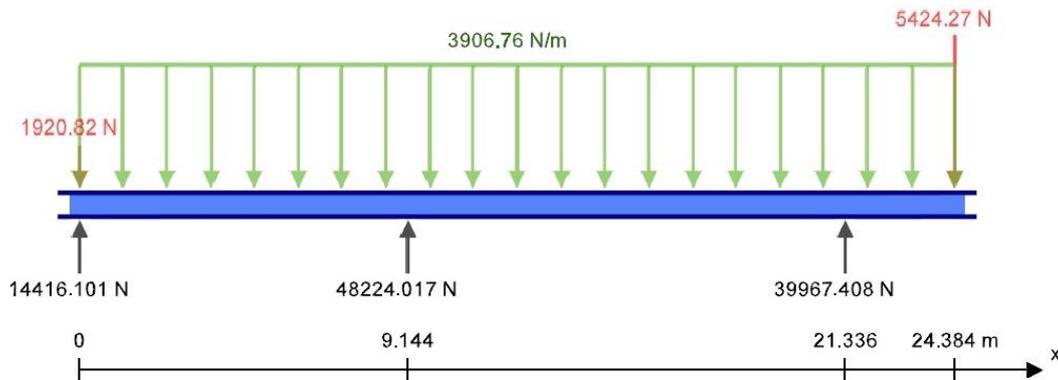


Diagrama de fuerzas cortantes (DFC)

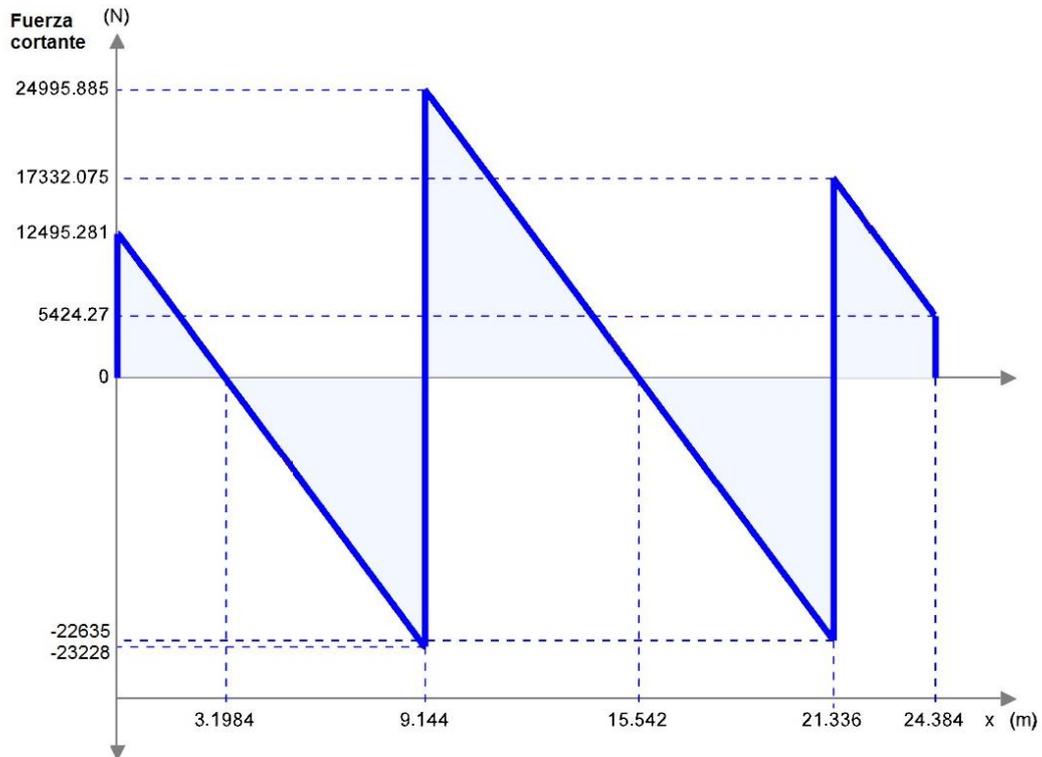
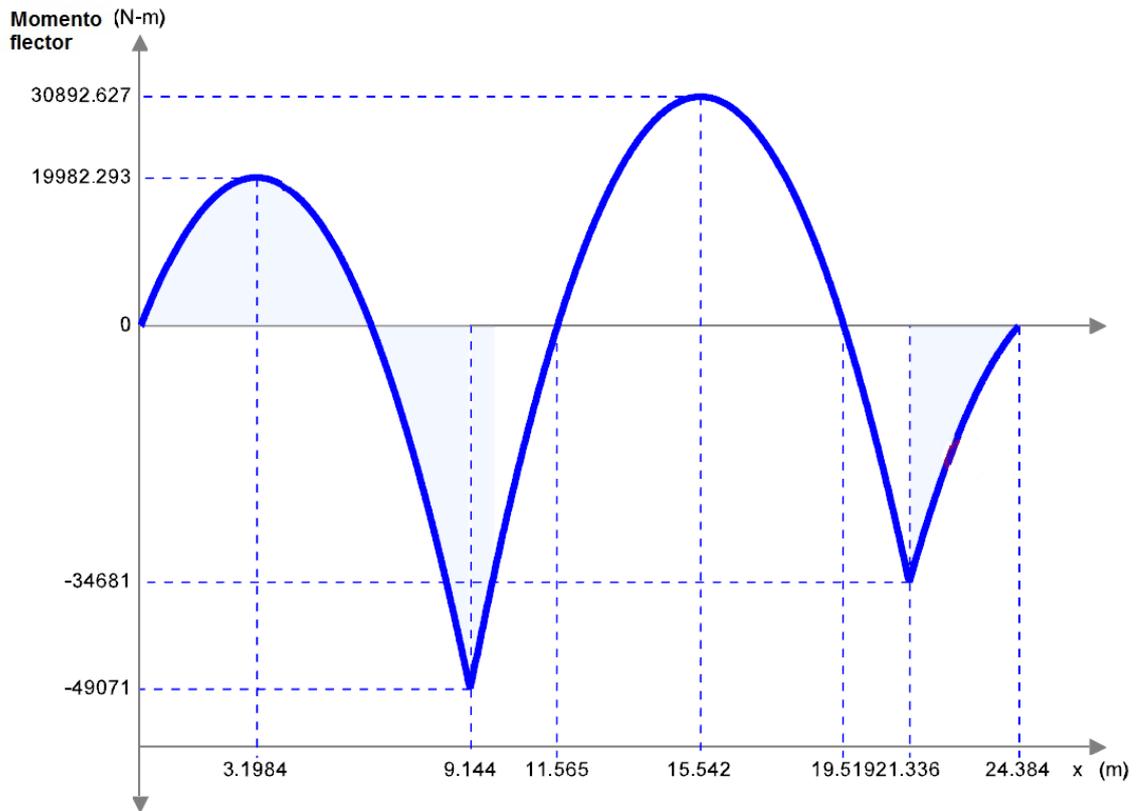


Diagrama de momentos flectores (DMF)



Ecuaciones de fuerza cortante

$$V_1(x) = -3906.76x + 12495.281$$

$$V_2(x) = -3906.76x + 60719.298$$

$$V_3(x) = -3906.76x + 100686.706$$

Ecuaciones de momento flector

$$M_1(x) = -1953.38x^2 + 12495.281x$$

$$M_2(x) = -1953.38x^2 + 60719.298x - 440960.411$$

$$M_3(x) = -1953.38x^2 + 100686.706x - 1.2937 \cdot 10^6$$

CASO 6 - Alternativa "2 x C"

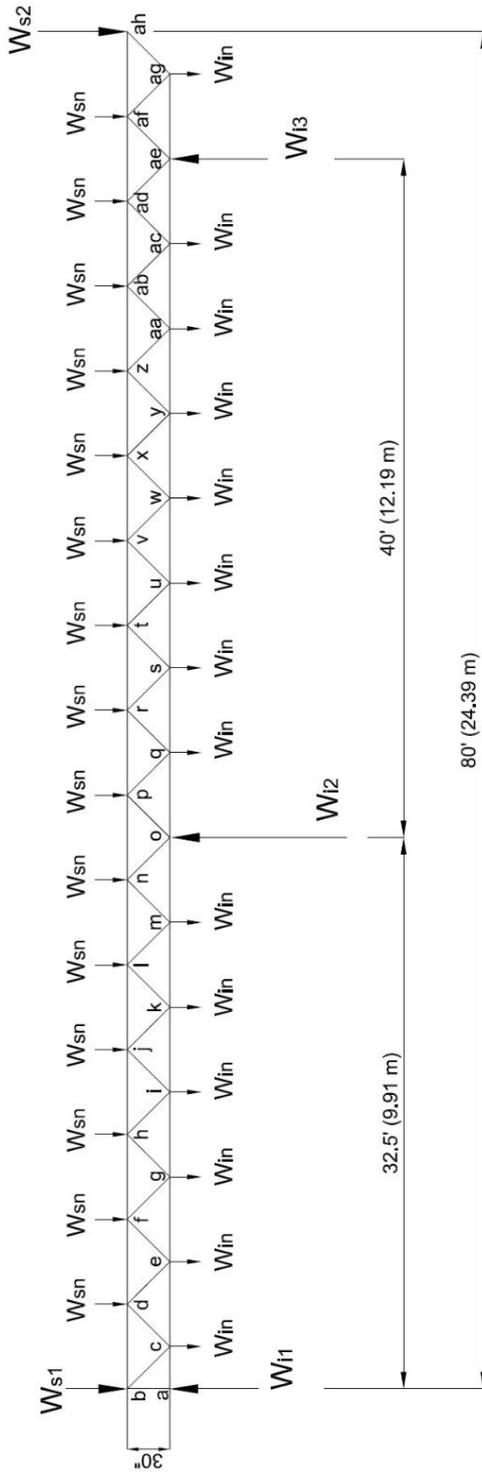
Distancia (m)	Delfexión (mm)	Distancia (m)	Delfexión (mm)
0.00	0.00	12.50	4.26
0.30	0.29	12.80	4.68
0.61	0.57	13.10	5.07
0.91	0.84	13.40	5.42
1.22	1.09	13.70	5.73
1.52	1.32	14.00	6.00
1.83	1.52	14.30	6.23
2.13	1.70	14.60	6.40
2.44	1.84	14.90	6.53
2.74	1.95	15.20	6.60
3.05	2.03	15.50	6.61
3.35	2.07	15.80	6.57
3.66	2.08	16.10	6.48
3.96	2.05	16.40	6.33
4.27	1.99	16.70	6.13
4.57	1.89	17.00	5.88
4.88	1.77	17.30	5.59
5.18	1.62	17.60	5.25
5.49	1.45	17.90	4.87
5.79	1.26	18.20	4.46
6.10	1.06	18.50	4.02
6.40	0.86	18.90	3.56
6.71	0.65	19.20	3.08
7.01	0.46	19.50	2.60
7.32	0.27	19.80	2.11
7.62	0.11	20.10	1.63
7.92	0.02	20.40	1.17
8.23	0.10	20.70	0.74
8.53	0.13	21.00	0.34
8.84	0.10	21.30	0.00
9.14	0.00	21.60	0.29
9.45	0.19	21.90	0.52
9.75	0.45	22.20	0.71
10.00	0.77	22.50	0.87
10.30	1.14	22.80	0.99
10.60	1.55	23.10	1.09
10.90	1.99	23.40	1.18
11.20	2.44	23.70	1.25
11.50	2.91	24.00	1.32
11.80	3.37	24.30	1.38
12.10	3.82		

CASO 6 - Alternativa "4 x L"			
Distancia (m)	Delfexión (mm)	Distancia (m)	Delfexión (mm)
0.00	0.00	12.50	1.78
0.30	0.12	12.80	1.95
0.61	0.24	13.10	2.12
0.91	0.35	13.40	2.26
1.22	0.46	13.70	2.40
1.52	0.55	14.00	2.51
1.83	0.64	14.30	2.60
2.13	0.71	14.60	2.68
2.44	0.77	14.90	2.73
2.74	0.82	15.20	2.76
3.05	0.85	15.50	2.76
3.35	0.87	15.80	2.75
3.66	0.87	16.10	2.71
3.96	0.86	16.40	2.64
4.27	0.83	16.70	2.56
4.57	0.79	17.00	2.46
4.88	0.74	17.30	2.33
5.18	0.68	17.60	2.19
5.49	0.61	17.90	2.04
5.79	0.53	18.20	1.86
6.10	0.44	18.50	1.68
6.40	0.36	18.90	1.49
6.71	0.27	19.20	1.29
7.01	0.19	19.50	1.08
7.32	0.11	19.80	0.88
7.62	0.05	20.10	0.68
7.92	0.04	20.40	0.49
8.23	0.04	20.70	0.31
8.53	0.06	21.00	0.14
8.84	0.04	21.30	0.00
9.14	0.00	21.60	0.12
9.45	0.08	21.90	0.22
9.75	0.19	22.20	0.30
10.00	0.32	22.50	0.36
10.30	0.48	22.80	0.41
10.60	0.65	23.10	0.46
10.90	0.83	23.40	0.49
11.20	1.02	23.70	0.52
11.50	1.21	24.00	0.55
11.80	1.41	24.30	0.58
12.10	1.60		

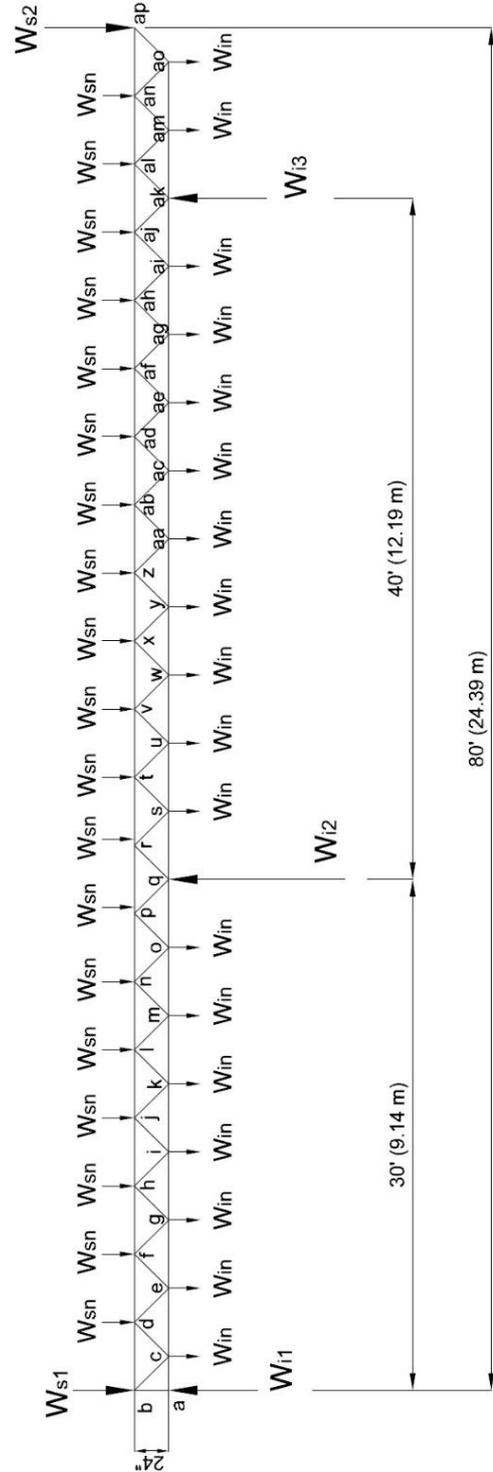
CASO 6 - Alternativa "4 x T"			
Distancia (m)	Delfexión (mm)	Distancia (m)	Delfexión (mm)
0.00	0.00	12.50	2.54
0.30	0.17	12.80	2.79
0.61	0.34	13.10	3.02
0.91	0.50	13.40	3.23
1.22	0.65	13.70	3.42
1.52	0.79	14.00	3.58
1.83	0.91	14.30	3.71
2.13	1.01	14.60	3.82
2.44	1.10	14.90	3.89
2.74	1.16	15.20	3.93
3.05	1.21	15.50	3.94
3.35	1.23	15.80	3.92
3.66	1.24	16.10	3.86
3.96	1.22	16.40	3.77
4.27	1.18	16.70	3.65
4.57	1.13	17.00	3.51
4.88	1.05	17.30	3.33
5.18	0.97	17.60	3.13
5.49	0.86	17.90	2.90
5.79	0.75	18.20	2.66
6.10	0.63	18.50	2.40
6.40	0.51	18.90	2.12
6.71	0.39	19.20	1.84
7.01	0.27	19.50	1.55
7.32	0.16	19.80	1.26
7.62	0.07	20.10	0.97
7.92	0.01	20.40	0.70
8.23	0.06	20.70	0.44
8.53	0.08	21.00	0.21
8.84	0.06	21.30	0.00
9.14	0.00	21.60	0.17
9.45	0.11	21.90	0.31
9.75	0.27	22.20	0.42
10.00	0.46	22.50	0.52
10.30	0.68	22.80	0.59
10.60	0.93	23.10	0.65
10.90	1.19	23.40	0.70
11.20	1.46	23.70	0.75
11.50	1.73	24.00	0.78
11.80	2.01	24.30	0.82
12.10	2.28		

ANEXO 6: Análisis completo por nodos de las fuerzas sobre las alternativas de viga de celosía y comprobación de la selección respectiva de pares y tirantes.

Viga 4 x L 4 x 4 x 1/4"



Viga 4 x HSS 4 x 4 x 3/16"



Fuerzas axiales sobre los elementos de la celosía														
Viga: 4 x L														
1	F _{a-b}	(lbf) (N)	1 762,95 7 835,35	Compresión	23	F _{l-m}	(lbf) (N)	2 737,90 12 168,43	Compresión	45	F _{w-x}	(lbf) (N)	148,15 658,46	Compresión
2	F _{a-c}	(lbf) (N)	0,00 0,00	-	24	F _{l-n}	(lbf) (N)	3 189,97 14 177,66	Tracción	46	F _{w-y}	(lbf) (N)	5 094,78 22 643,49	Tracción
3	F _{b-c}	(lbf) (N)	1 992,73 8 856,59	Tracción	25	F _{m-n}	(lbf) (N)	3 293,54 14 637,96	Tracción	47	F _{x-y}	(lbf) (N)	242,33 1 077,01	Compresión
4	F _{b-d}	(lbf) (N)	1 409,08 6 262,56	Compresión	26	F _{m-o}	(lbf) (N)	5 518,86 24 528,27	Compresión	48	F _{x-z}	(lbf) (N)	4 923,43 21 881,92	Compresión
5	F _{c-d}	(lbf) (N)	1 437,09 6 387,06	Compresión	27	F _{n-o}	(lbf) (N)	3 684,02 16 373,44	Compresión	49	F _{y-z}	(lbf) (N)	797,97 3 546,54	Tracción
6	F _{c-e}	(lbf) (N)	2 425,25 10 778,89	Tracción	28	F _{n-p}	(lbf) (N)	8 123,86 36 106,04	Tracción	50	F _{y-aa}	(lbf) (N)	4 359,18 19 374,14	Tracción
7	F _{d-e}	(lbf) (N)	1 046,61 4 651,59	Tracción	29	F _{o-p}	(lbf) (N)	3 932,66 17 478,48	Compresión	51	F _{z-aa}	(lbf) (N)	1 188,45 5 282,02	Compresión
8	F _{d-f}	(lbf) (N)	3 165,31 14 068,06	Compresión	30	F _{o-q}	(lbf) (N)	5 343,05 23 746,88	Compresión	52	F _{z-ab}	(lbf) (N)	3 518,82 15 639,19	Compresión
9	F _{e-f}	(lbf) (N)	490,96 2 182,06	Compresión	31	F _{p-q}	(lbf) (N)	3 542,18 15 743,01	Tracción	53	F _{aa-ab}	(lbf) (N)	1 744,10 7 751,55	Tracción
10	F _{e-g}	(lbf) (N)	3 512,48 15 611,01	Tracción	32	F _{p-r}	(lbf) (N)	2 838,35 12 614,89	Tracción	54	F _{aa-ac}	(lbf) (N)	2 285,55 10 158,02	Tracción
11	F _{f-g}	(lbf) (N)	100,48 446,58	Tracción	33	F _{q-r}	(lbf) (N)	2 986,53 13 273,48	Compresión	55	F _{ab-ac}	(lbf) (N)	2 134,58 9 487,02	Compresión
12	F _{f-h}	(lbf) (N)	3 583,53 15 926,80	Compresión	34	F _{q-s}	(lbf) (N)	726,55 3 229,13	Compresión	56	F _{ab-ad}	(lbf) (N)	776,18 3 449,68	Compresión
13	F _{g-h}	(lbf) (N)	455,16 2 022,95	Tracción	35	F _{r-s}	(lbf) (N)	2 596,05 11 538,00	Tracción	57	F _{ac-ad}	(lbf) (N)	2 690,22 11 956,55	Tracción
14	F _{g-i}	(lbf) (N)	3 261,68 14 496,36	Tracción	36	F _{r-t}	(lbf) (N)	1 109,13 4 929,47	Compresión	58	F _{ac-ae}	(lbf) (N)	1 126,10 5 004,88	Compresión
15	F _{h-i}	(lbf) (N)	845,64 3 758,42	Compresión	37	F _{s-t}	(lbf) (N)	2 040,41 9 068,47	Compresión	59	F _{ad-ae}	(lbf) (N)	3 080,71 13 692,03	Compresión
16	F _{h-j}	(lbf) (N)	2 663,72 11 838,75	Compresión	38	F _{s-u}	(lbf) (N)	2 551,92 11 341,85	Tracción	60	F _{ad-af}	(lbf) (N)	3 304,49 14 686,60	Tracción
17	F _{i-j}	(lbf) (N)	1 401,29 6 227,95	Tracción	39	F _{t-u}	(lbf) (N)	1 649,92 7 333,00	Tracción	61	F _{ae-af}	(lbf) (N)	2 003,29 8 903,49	Compresión
18	F _{i-k}	(lbf) (N)	1 672,86 7 434,92	Tracción	40	F _{t-v}	(lbf) (N)	3 718,59 16 527,07	Compresión	62	F _{ae-ag}	(lbf) (N)	1 887,95 8 390,89	Compresión
19	F _{j-k}	(lbf) (N)	1 791,77 7 963,43	Compresión	41	F _{u-v}	(lbf) (N)	1 094,28 4 863,47	Compresión	63	F _{af-ag}	(lbf) (N)	1 612,80 7 168,02	Tracción
20	F _{j-l}	(lbf) (N)	405,88 1 803,93	Compresión	42	F _{u-w}	(lbf) (N)	4 492,36 19 966,06	Tracción	64	F _{af-ah}	(lbf) (N)	747,52 3 322,33	Tracción
21	F _{k-l}	(lbf) (N)	2 347,42 10 432,96	Tracción	43	F _{v-w}	(lbf) (N)	703,80 3 127,99	Tracción	65	F _{ag-ah}	(lbf) (N)	1 057,16 4 698,49	Compresión
22	F _{k-m}	(lbf) (N)	1 253,99 5 573,28	Compresión	44	F _{v-x}	(lbf) (N)	4 990,02 22 177,88	Compresión					

Fuerzas axiales sobre los elementos de la celosía														
Viga: 4 x T														
1	F_{a-b}	(lbf) (N)	1 619,92 7 199,63	Compresión	28	F_{n-p}	(lbf) (N)	4 336,04 19 271,31	Tracción	55	F_{ab-ac}	(lbf) (N)	347,14 1 542,83	Compresión
2	F_{a-c}	(lbf) (N)	0,00 0,00	-	29	F_{o-p}	(lbf) (N)	3 156,43 14 028,56	Tracción	56	F_{ab-ad}	(lbf) (N)	5 415,29 24 067,95	Compresión
3	F_{b-c}	(lbf) (N)	1 829,50 8 131,09	Tracción	30	F_{o-q}	(lbf) (N)	6 567,97 29 191,00	Compresión	57	F_{ac-ad}	(lbf) (N)	791,65 3 518,45	Tracción
4	F_{b-d}	(lbf) (N)	1 293,65 5 749,55	Compresión	31	F_{p-q}	(lbf) (N)	3 468,81 15 416,94	Compresión	58	F_{ac-ae}	(lbf) (N)	4 855,51 21 580,03	Tracción
5	F_{c-d}	(lbf) (N)	1 384,98 6 155,46	Compresión	32	F_{p-r}	(lbf) (N)	9 020,79 40 092,42	Tracción	59	F_{ad-ae}	(lbf) (N)	1 104,04 4 906,83	Compresión
6	F_{c-e}	(lbf) (N)	2 272,98 10 102,12	Tracción	33	F_{q-r}	(lbf) (N)	3 749,75 16 665,57	Compresión	60	F_{ad-af}	(lbf) (N)	4 074,84 18 110,38	Compresión
7	F_{d-e}	(lbf) (N)	1 072,59 4 767,09	Tracción	34	F_{q-s}	(lbf) (N)	6 369,32 28 308,08	Compresión	61	F_{ae-af}	(lbf) (N)	1 548,55 6 882,46	Tracción
8	F_{d-f}	(lbf) (N)	3 031,42 13 472,96	Compresión	35	F_{r-s}	(lbf) (N)	3 437,37 15 277,19	Tracción	62	F_{ae-ag}	(lbf) (N)	2 979,84 13 243,75	Tracción
9	F_{e-f}	(lbf) (N)	628,08 2 791,46	Compresión	36	F_{r-t}	(lbf) (N)	3 938,73 17 505,47	Tracción	63	F_{af-ag}	(lbf) (N)	1 860,94 8 270,84	Compresión
10	F_{e-g}	(lbf) (N)	3 475,53 15 446,82	Tracción	37	F_{s-t}	(lbf) (N)	2 992,85 13 301,57	Compresión	64	F_{af-ah}	(lbf) (N)	1 663,96 7 395,38	Compresión
11	F_{f-g}	(lbf) (N)	315,69 1 403,08	Tracción	38	F_{s-u}	(lbf) (N)	1 822,46 8 099,84	Compresión	65	F_{ag-ah}	(lbf) (N)	2 305,45 10 246,46	Tracción
12	F_{f-h}	(lbf) (N)	3 698,76 16 438,94	Compresión	39	F_{t-u}	(lbf) (N)	2 680,47 11 913,19	Tracción	66	F_{ag-ai}	(lbf) (N)	33,76 150,04	Tracción
13	F_{g-h}	(lbf) (N)	128,82 572,54	Tracción	40	F_{t-v}	(lbf) (N)	72,91 324,05	Compresión	67	F_{ah-ai}	(lbf) (N)	2 617,84 11 634,84	Compresión
14	F_{g-i}	(lbf) (N)	3 607,67 16 034,09	Tracción	41	F_{u-v}	(lbf) (N)	2 235,95 9 937,56	Compresión	68	F_{ah-aj}	(lbf) (N)	1 817,33 8 077,03	Tracción
15	F_{h-i}	(lbf) (N)	441,21 1 960,92	Compresión	42	F_{u-w}	(lbf) (N)	1 653,97 7 350,97	Tracción	69	F_{ai-aj}	(lbf) (N)	3 062,35 13 610,47	Tracción
16	F_{h-j}	(lbf) (N)	3 295,69 14 647,51	Compresión	43	F_{v-w}	(lbf) (N)	1 923,57 8 549,19	Tracción	70	F_{ai-ak}	(lbf) (N)	3 982,74 17 701,09	Compresión
17	F_{i-j}	(lbf) (N)	885,72 3 936,55	Tracción	44	F_{v-x}	(lbf) (N)	3 014,14 13 396,16	Compresión	71	F_{aj-ak}	(lbf) (N)	3 374,74 14 998,84	Compresión
18	F_{i-k}	(lbf) (N)	2 669,39 11 863,95	Tracción	45	F_{w-x}	(lbf) (N)	1 479,05 6 573,56	Compresión	72	F_{aj-al}	(lbf) (N)	6 369,05 28 306,87	Tracción
19	F_{j-k}	(lbf) (N)	1 198,11 5 324,93	Compresión	46	F_{w-y}	(lbf) (N)	4 059,98 18 044,37	Tracción	73	F_{ak-al}	(lbf) (N)	2 531,91 11 252,95	Compresión
20	F_{j-l}	(lbf) (N)	1 822,20 8 098,66	Compresión	47	F_{x-y}	(lbf) (N)	1 166,67 5 185,18	Tracción	74	F_{ak-am}	(lbf) (N)	4 578,71 20 349,84	Compresión
21	F_{k-l}	(lbf) (N)	1 642,62 7 300,55	Tracción	48	F_{x-z}	(lbf) (N)	4 884,94 21 710,84	Compresión	75	F_{al-am}	(lbf) (N)	2 219,53 9 864,57	Tracción
22	F_{k-m}	(lbf) (N)	660,69 2 936,39	Tracción	49	F_{y-z}	(lbf) (N)	722,15 3 209,56	Compresión	76	F_{al-an}	(lbf) (N)	3 009,27 13 374,53	Tracción
23	F_{l-m}	(lbf) (N)	1 955,01 8 688,93	Compresión	50	F_{y-aa}	(lbf) (N)	5 395,58 23 980,34	Tracción	77	F_{am-an}	(lbf) (N)	1 775,01 7 888,94	Compresión
24	F_{l-n}	(lbf) (N)	721,71 3 207,61	Tracción	51	F_{z-aa}	(lbf) (N)	409,76 1 821,18	Tracción	78	F_{am-ao}	(lbf) (N)	1 754,15 7 796,21	Compresión
25	F_{m-n}	(lbf) (N)	2 399,53 10 664,56	Tracción	52	F_{z-ab}	(lbf) (N)	5 685,32 25 268,11	Compresión	79	F_{an-ao}	(lbf) (N)	1 462,63 6 500,56	Tracción
26	F_{m-o}	(lbf) (N)	2 418,43 10 748,59	Compresión	53	F_{aa-ab}	(lbf) (N)	34,75 154,45	Compresión	80	F_{an-ap}	(lbf) (N)	719,91 3 199,61	Tracción
27	F_{n-o}	(lbf) (N)	2 711,91 12 052,94	Compresión	54	F_{aa-ac}	(lbf) (N)	5 660,75 25 158,90	Tracción	81	F_{ao-ap}	(lbf) (N)	1 018,11 4 524,94	Compresión

Compresión en los pares y tirantes - Comprobando L4x4x1/4					
L_{par-L}	(pulg)	60,00			
	(mm)	1 524,00			
$L_{p-par-L}$	(pulg)	60,00			
	(mm)	1 524,00			
A_{par-L}	(pulg ²)	1,93			
	(mm ²)	1 245,16			
$I_{par-L-x}$	(pulg ⁴)	3,00			
	(mm ⁴)	1 248 694,28			
$I_{par-L-y}$	(pulg ⁴)	3,00			
	(mm ⁴)	1 248 694,28			
$I_{par-L-n}$	(pulg ⁴)	1,18			
	(mm ⁴)	491 153,08			
W_{par-L}	(lb/pie)	6,58			
	(kg/m)	9,79			
Esbeltez					
x-x		y-y		n-n	
				Más crítico	
$\lambda_{par-L-x}$	48,12	$\lambda_{par-L-y}$	48,12	$\lambda_{par-L-n}$	76,73
λ_{JE}				125,66	
Análisis del pandeo - Método de Johnson (1892)					
$F_{c-par-L}$	(lbf)	5 518,86			
	(N)	24 528,27			
$\sigma_{p-par-L-adm}$	(Psi)	15 798,79			
	(MPa)	108,93			
$\sigma_{p-par-L}$	(Psi)	2 857,08			
	(MPa)	19,70			
¿Perfil pandea?				No pandea	

Compresión en los pares y tirantes - Comprobando HSS4x4x3/16					
L_{par-T}	(pulg)	48,00			
	(mm)	1 219,20			
$L_{p-par-T}$	(pulg)	48,00			
	(mm)	1 219,20			
A_{par-T}	(pulg ²)	2,58			
	(mm ²)	1 664,51			
$I_{par-T-x}$	(pulg ⁴)	6,21			
	(mm ⁴)	2 584 797,15			
$I_{par-T-y}$	(pulg ⁴)	6,21			
	(mm ⁴)	2 584 797,15			
$I_{par-T-n}$	(pulg ⁴)	-			
	(mm ⁴)	-			
W_{par-T}	(lb/pie)	9,40			
	(kg/m)	13,99			
Esbeltez					
x-x		y-y		n-n	
Más crítico					
$\lambda_{par-T-x}$	30,94	$\lambda_{par-T-y}$	30,94	$\lambda_{par-T-n}$	-
λ_{JE}				125,66	
Análisis del pandeo - Método de Johnson (1892)					
$F_{c-par-T}$	(lbf)	6 567,97		29 191,00	
	(N)	29 191,00			
$\sigma_{p-par-T-adm}$	(Psi)	20 010,19		137,97	
	(MPa)	137,97			
$\sigma_{p-par-T}$	(Psi)	2 545,73		17,54	
	(MPa)	17,54			
¿Perfil pandea?				No pandea	

Tracción en los elementos pares y tirantes de las alternativas de celosía					
Pares y tirantes 4 x L - L4x4x1/4			Pares y tirantes 4 x T - HSS4x4x3/16		
A_{par-L}	(pulg ²)	1,93	A_{par-T}	(pulg ²)	2,58
	(mm ²)	1 245,16		(mm ²)	1 664,51
$F_{t-par-L}$	(lbf)	8 123,86	$F_{t-par-T}$	(lbf)	9 020,79
	(N)	36 106,04		(N)	40 092,42
$\sigma_{t-par-L-adm}$	(Psi)	18 129,71	$\sigma_{t-par-T-adm}$	(Psi)	18 129,71
	(Mpa)	125,00		(Mpa)	125,00
$\sigma_{t-par-L}$	(Psi)	4 205,68	$\sigma_{t-par-T}$	(Psi)	3 493,46
	(Mpa)	29,00		(Mpa)	24,09
¿Perfil falla?		No falla	¿Perfil falla?		No falla