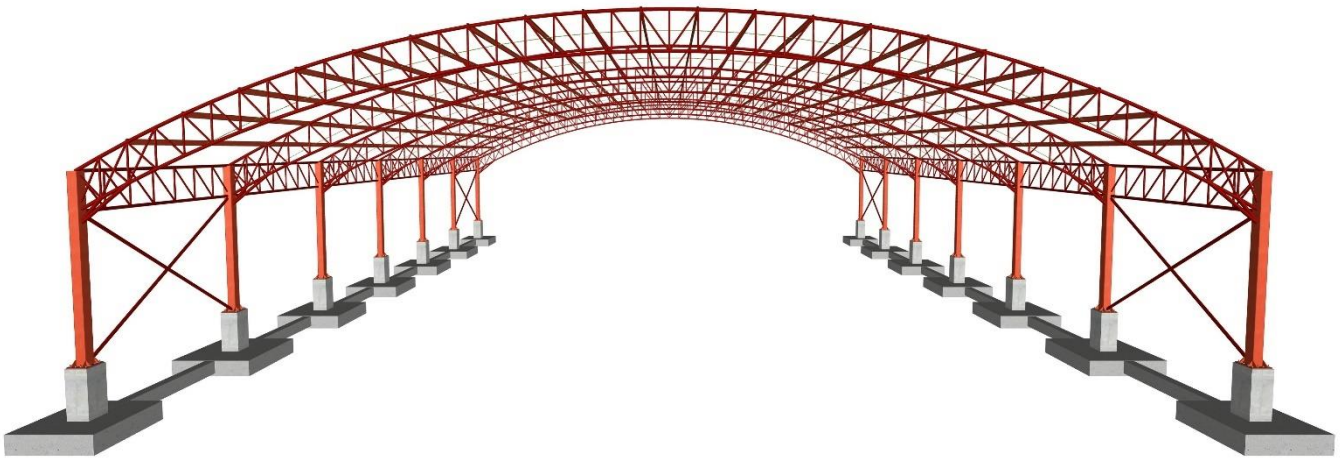




CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA CUBIERTA DEL INSTITUTO TÉCNICO JOSÉ RUEDA DEL MUNICIPIO DE PALMAR



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

CUBIERTA DE PALMAR-SANTANDER

CONTENIDO

1.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	3
2.- NORMAS CONSIDERADAS	3
3.- MATERIALES	3
4. ACCIONES CONSIDERADAS.....	4
4.1.- Cargas sobrepuestas.....	4
4.2.- Sismo	4
4.2.1.- Datos generales de sismo	4
4.2.2 Espectro de cálculo.....	5
4.2.2.1 Espectro elástico de aceleraciones	5
4.2.2.2 Espectro de diseño de aceleraciones.....	6
4.2.2.3 Coeficientes de participación.....	7
5- COMBINACIONES DE CARGA.....	9
6.- DISEÑO ELEMENTO TIPO CERCHA LATERAL CORDÓN SUPERIOR E	13
INFERIOR	13
7.- DISEÑO ELEMENTO TIPO CERCHA LATERAL PERFILES INTERIORES.....	30
8.- DISEÑO TIPO CERCHA PRINCIPAL CORDONES SUPERIOR E INFERIOR	46
9.- DISEÑO TIPO CERCHA PRINCIPAL PERFILES INTERIORES.....	64
10.- DISEÑO CIMENTACIÓN.....	81
10.1. Elementos de cimentación aislados	81
10.1.1. Comprobación.....	81
11.- DISEÑO TIPO COLUMNA METÁLICA	126
12.- DISEÑO CORREA TIPO 1	142
13.- DISEÑO CORREA TIPO 2	158
14. DISEÑO PEDESTAL TIPO	171
15. DISEÑO TIPO PERFIL RIGIDIZADOR.....	199



1.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

La presente estructura se proyecta como cubierta para cancha multifuncional, con sistema de resistencia sísmica de pórticos resistentes a momentos con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) de acero con cerchas no dúctiles.

La cimentación está compuesta por zapatas aisladas y vigas de amarre.

El proyecto se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia con valores de $A_a=0.15$ y de $A_v=0.20$.

De acuerdo con las características de la estratificación, el suelo de cimentación se clasifica dentro del grupo D con coeficientes $F_a=1.50$ y $F_v=2.0$.

El coeficiente de importancia para este proyecto se definió como $III=1.250$.

La capacidad portante del terreno 20 Ton/m^2

2.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: NSR-10 - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010).

Categoría de uso: Estructuras de ocupación especial.

3.- MATERIALES

CONCRETO: $f'_c= 21 \text{ MPa}$, 210 kg/cm^2 , 3000 psi

CONCRETO POBRE: $f'_c= 10.5 \text{ MPa}$, 105 kg/cm^2 , 1500 psi

ACERO DE REFUERZO CORRUGADO: $f_y= 420 \text{ MPa}$, 4200 kg/cm^2 , PARA $O > 3/8"$ ASTM A-706M

ACERO ESTRUCTURAL: ASTM A-572 GRADO 50 $f_y=350 \text{ MPa}$

PERFILES DOBLADOS EN FRIO: ASTM A1008 Y A1011 GRADO 50 $f_y=350 \text{ MPa}$

PERFILES TUBULARES: ASTM-A500 GRADO C $f_y=350 \text{ MPa}$

GROUT CEMENTOSO: ASTM C-1107

PERNOS DE ANCLAJE: $F_y = 253 \text{ MPa}$, ASTM F1554 Gr. 36

PERNOS DE UNIONES: ASTM A-325

TUERCAS: ASTM A-563 GRADO C

ARANDELA PLANA: ASTM F-436

PLATINAS: ASTM A-572 GRADO 50 $f_y=350 \text{ MPa}$

SOLDADURAS: E70XX



4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Cargas sobrepuestas

Planta	Cargas muertas (kN/m ²)	Cargas vivas (kN/m ²)	Cargas viento (kN/m ²)
CUBIERTA	0.10	0.35	0.40

4.2.- Sismo

Norma utilizada: NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

4.2.1.- Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_a : 0.15 g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v : 0.20 g

V_m: Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)

V_m : 250.00 m/s

Sistema estructural

R_{0X}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)

R_{0X} : 1.50

R_{0Y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)

R_{0Y} : 1.50

Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)

Φ_a : 1.00

Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)

Φ_p : 1.00

Φ_{rX}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{rX} : 1.00

Φ_{rY}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{rY} : 1.00

Geometría en altura (NSR-10, A.3.3.4 y A.3.3.5): Regular

Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): III

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.00

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

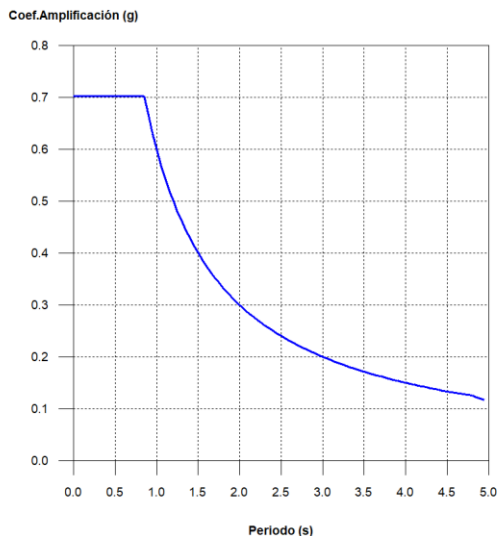
Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

4.2.2 Espectro de cálculo

4.2.2.1 Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.703 g.

NSR-10 (A.2.6.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_a : 0.15 g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v : 0.20 g

F_a: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos cortos (NSR-10, Tabla A.2.4-3)

F_a : 1.50

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

Suelo : D

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_a : 0.15 g

F_v: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos intermedios (NSR-10, Tabla A.2.4-4)

F_v : 2.00

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

Suelo : D

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v : 0.20 g

I: Coeficiente de importancia (NSR-10, A.2.5)

I : 1.25

Tipo de edificación: III



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

T_c: Periodo correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y la parte descendente del mismo (NSR-10, A.2.6.1)

T_c : 0.85 s

T_i: Periodo correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante (NSR-10, A.2.6.1)

T_i : 4.80 s

4.2.2.2 Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

Coefficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3)

R_x: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (X)

R_y: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (Y)

R_{xi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (X)

R_{xi} : 1.50

BGGD

R_{yi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (Y)

R_{yi} : 1.50

Donde:

R_{0x}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)

R_{0x} : 1.50

R_{0y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)

R_{0y} : 1.50

Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)

Φ_a : 1.00

Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)

Φ_p : 1.00

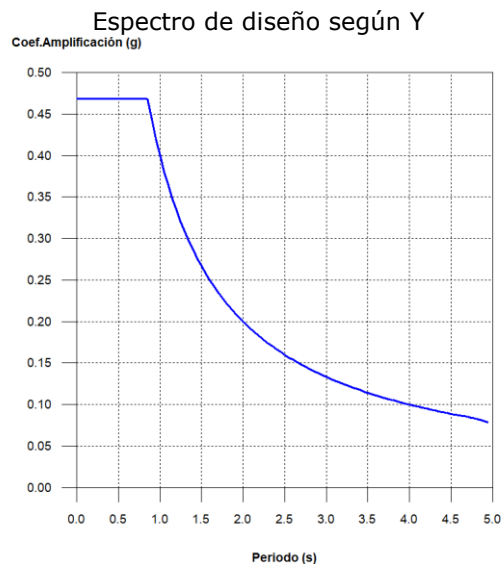
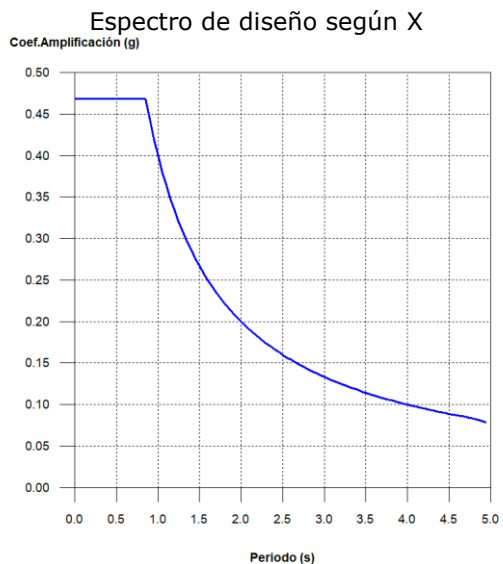
Φ_{rx}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{rx} : 1.00

Φ_{ry}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{ry} : 1.00





4.2.2.3 Coeficientes de participación

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	2.359	0.004	1	0 %	84.16 %	R = 1.5 A = 1.664 m/s ² D = 234.443 mm	R = 1.5 A = 1.664 m/s ² D = 234.443 mm
Modo 2	1.045	0.3396	0.9406	0 %	0.02 %	R = 1.5 A = 3.754 m/s ² D = 103.941 mm	R = 1.5 A = 3.754 m/s ² D = 103.941 mm
Modo 3	0.596	0.0001	1	0 %	11.75 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 41.3805 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 41.3805 mm
Modo 4	0.381	0.5943	0.8043	0.04 %	0.09 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 16.9355 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 16.9355 mm
Modo 5	0.309	1	0.001	63.55 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 11.1071 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 11.1071 mm
Modo 6	0.297	1	0.0013	12.16 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 10.2404 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 10.2404 mm
Modo 7	0.291	0.1896	0.9819	0 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 9.88928 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 9.88928 mm
Modo 8	0.281	1	0.0021	5.99 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 9.22582 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 9.22582 mm
Modo 9	0.263	0.6363	0.7714	0.01 %	0.01 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 8.06118 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 8.06118 mm
Modo 10	0.262	0.0098	1	0 %	3.08 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 8.02099 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 8.02099 mm



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 11	0.242	1	0.0049	0.99 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 6.84734 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 6.84734 mm
Modo 12	0.229	0.9999	0.0129	0.2 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 6.13353 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 6.13353 mm
Modo 13	0.189	0.9543	0.2988	1.01 %	0.11 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 4.16522 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 4.16522 mm
Modo 14	0.188	0.9612	0.2758	0.8 %	0.08 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 4.12961 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 4.12961 mm
Modo 15	0.182	0.9999	0.0133	0.09 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.87868 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.87868 mm
Modo 16	0.174	1	0.0058	1.72 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.53132 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.53132 mm
Modo 17	0.168	1	0.006	0.07 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.30698 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 3.30698 mm
Modo 18	0.155	1	0.0077	1.77 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.7933 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.7933 mm
Modo 19	0.154	1	0.0042	1.48 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.74955 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.74955 mm
Modo 20	0.144	1	0.0003	3.08 %	0 %	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.41622 mm	R = 1.5 A = 4.598 m/s ² D = 2.41622 mm
Total				92.96 %	99.3 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

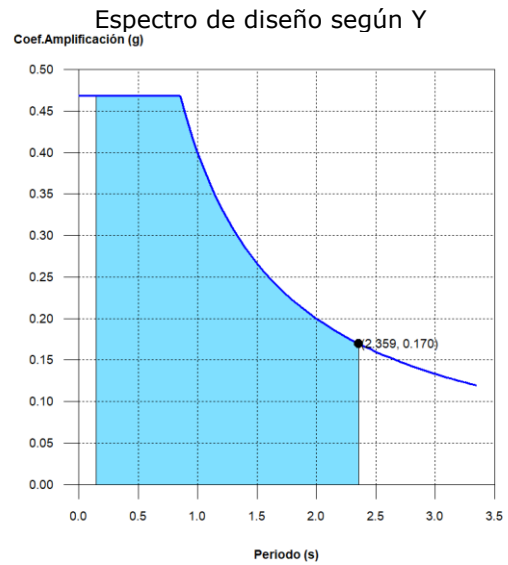
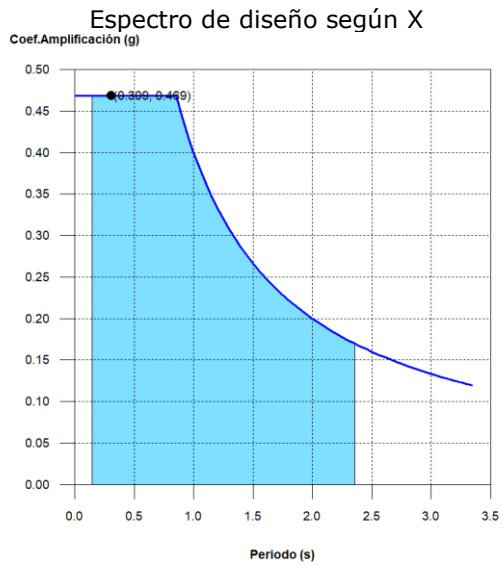
D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 5	0.309	0.469

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	2.359	0.170

5- COMBINACIONES DE CARGA

Nombres de las hipótesis

- PP Peso propio
- D Carga Muerta
- L Carga Viva
- V1 Viento Presión
- V2 Viento Succión
- G Granizo
- SX Sismo X
- SY Sismo Y



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	D	L	V1	V2	G	SX	SY
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200				1.600		
5	1.200	1.200	1.600	0.500				
6	1.200	1.200	1.600		0.500			
7	1.200	1.200		0.500		1.600		
8	1.200	1.200			0.500	1.600		
9	1.200	1.200		1.000				
10	1.200	1.200	0.500	1.000				
11	1.200	1.200			1.000			
12	1.200	1.200	0.500		1.000			
13	1.200	1.200		1.000		0.500		
14	1.200	1.200			1.000	0.500		
15	1.200	1.200					-0.300	-1.000
16	1.200	1.200					0.300	-1.000
17	1.200	1.200					-1.000	-0.300
18	1.200	1.200					-1.000	0.300
19	1.200	1.200					0.300	1.000
20	1.200	1.200					-0.300	1.000
21	1.200	1.200					1.000	0.300
22	1.200	1.200					1.000	-0.300
23	0.900	0.900						
24	0.900	0.900		1.000				
25	0.900	0.900			1.000			
26	0.900	0.900					-0.300	-1.000
27	0.900	0.900					0.300	-1.000
28	0.900	0.900					-1.000	-0.300
29	0.900	0.900					-1.000	0.300
30	0.900	0.900					0.300	1.000
31	0.900	0.900					-0.300	1.000
32	0.900	0.900					1.000	0.300
33	0.900	0.900					1.000	-0.300



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

■ E.L.U. de rotura. Acero conformado / Acero laminado

Comb.	PP	D	L	V1	V2	G	SX	SY
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200				1.600		
5	1.200	1.200	1.600	0.800				
6	1.200	1.200	1.600		0.800			
7	1.200	1.200		0.800		1.600		
8	1.200	1.200			0.800	1.600		
9	1.200	1.200		1.600				
10	1.200	1.200	0.500	1.600				
11	1.200	1.200			1.600			
12	1.200	1.200	0.500		1.600			
13	1.200	1.200		1.600		0.500		
14	1.200	1.200			1.600	0.500		
15	1.200	1.200					-0.300	-1.000
16	1.200	1.200				0.200	-0.300	-1.000
17	1.200	1.200					0.300	-1.000
18	1.200	1.200				0.200	0.300	-1.000
19	1.200	1.200					-1.000	-0.300
20	1.200	1.200				0.200	-1.000	-0.300
21	1.200	1.200					-1.000	0.300
22	1.200	1.200				0.200	-1.000	0.300
23	1.200	1.200					0.300	1.000
24	1.200	1.200				0.200	0.300	1.000
25	1.200	1.200					-0.300	1.000
26	1.200	1.200				0.200	-0.300	1.000
27	1.200	1.200					1.000	0.300
28	1.200	1.200				0.200	1.000	0.300
29	1.200	1.200					1.000	-0.300
30	1.200	1.200				0.200	1.000	-0.300
31	0.900	0.900						
32	0.900	0.900		1.600				
33	0.900	0.900			1.600			
34	0.900	0.900					-0.300	-1.000
35	0.900	0.900					0.300	-1.000
36	0.900	0.900					-1.000	-0.300
37	0.900	0.900					-1.000	0.300
38	0.900	0.900					0.300	1.000
39	0.900	0.900					-0.300	1.000
40	0.900	0.900					1.000	0.300
41	0.900	0.900					1.000	-0.300



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

■ Tensiones sobre el terreno

Comb.	PP	D	L	V1	V2	G	SX	SY
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000	1.000					
3	1.000	1.000				1.000		
4	0.600	0.600						
5	1.000	0.600						
6	0.600	1.000						
7	0.600	0.600		1.000				
8	1.000	0.600		1.000				
9	0.600	1.000		1.000				
10	1.000	1.000		1.000				
11	0.600	0.600			1.000			
12	1.000	0.600			1.000			
13	0.600	1.000			1.000			
14	1.000	1.000			1.000			
15	0.600	0.600					-0.700	
16	1.000	0.600					-0.700	
17	0.600	1.000					-0.700	
18	1.000	1.000					-0.700	
19	0.600	0.600					0.700	
20	1.000	0.600					0.700	
21	0.600	1.000					0.700	
22	1.000	1.000					0.700	
23	0.600	0.600						-0.700
24	1.000	0.600						-0.700
25	0.600	1.000						-0.700
26	1.000	1.000						-0.700
27	0.600	0.600						0.700
28	1.000	0.600						0.700
29	0.600	1.000						0.700
30	1.000	1.000						0.700
31	1.000	1.000	0.750	0.750				
32	1.000	1.000	0.750		0.750			
33	1.000	1.000		0.750		0.750		
34	1.000	1.000			0.750	0.750		
35	1.000	1.000	0.750				-0.525	
36	1.000	1.000	0.750				0.525	
37	1.000	1.000	0.750					-0.525
38	1.000	1.000	0.750					0.525
39	1.000	1.000		0.750			-0.525	
40	1.000	1.000			0.750		-0.525	
41	1.000	1.000				0.750	-0.525	
42	1.000	1.000		0.750		0.750	-0.525	
43	1.000	1.000			0.750	0.750	-0.525	
44	1.000	1.000		0.750			0.525	



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

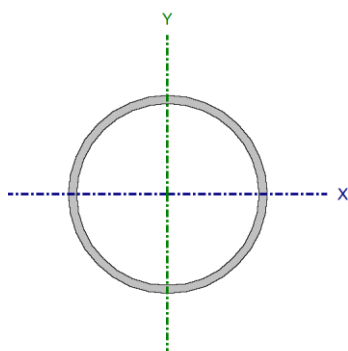
Comb.	PP	D	L	V1	V2	G	SX	SY
45	1.000	1.000			0.750		0.525	
46	1.000	1.000				0.750	0.525	
47	1.000	1.000		0.750		0.750	0.525	
48	1.000	1.000			0.750	0.750	0.525	
49	1.000	1.000		0.750				-0.525
50	1.000	1.000			0.750			-0.525
51	1.000	1.000				0.750		-0.525
52	1.000	1.000		0.750		0.750		-0.525
53	1.000	1.000			0.750	0.750		-0.525
54	1.000	1.000		0.750				0.525
55	1.000	1.000			0.750			0.525
56	1.000	1.000				0.750		0.525
57	1.000	1.000		0.750		0.750		0.525
58	1.000	1.000			0.750	0.750		0.525

6.- DISEÑO ELEMENTO TIPO CERCHA LATERAL CORDÓN SUPERIOR E INFERIOR

Barra N322/N529

Perfil: ESTRUC RED 3" x 4.0mm
Material: Acero (A572 50ksi)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N322	N529	0.800	10.67	96.34	96.34	192.68
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.			
β	1.00	1.00	0.00	0.00			
L_K	0.800	0.800	0.000	0.000			
C_m	1.000	1.000	-	-			
C_b	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_b : Factor de modificación para el momento crítico							



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))															Estado
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP	TPTrMV	
N322/N529	w / t ≤ (w / t) ^{Máx.} Cumple	η = 0.9	η = 0.5	η = 8.7	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 43.8	x: 0.8 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.8	x: 0 m η = 7.4	x: 0 m η = 47.6	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 22.8	x: 0 m η = 69.7	x: 0 m η = 21.5	x: 0 m η = 55.7	CUMPLE η = 69.7
<p>Notación:</p> <p>w / t: Limitaciones geométricas</p> <p>T: Resistencia a tracción</p> <p>P: Resistencia a compresión</p> <p>Tr: Resistencia a torsión</p> <p>M_x: Resistencia a flexión alrededor del eje X</p> <p>M_y: Resistencia a flexión alrededor del eje Y</p> <p>V_x: Resistencia a corte en la dirección del eje X</p> <p>V_y: Resistencia a corte en la dirección del eje Y</p> <p>M_xTr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión</p> <p>M_yTr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión</p> <p>M_xV_y: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y</p> <p>M_yV_x: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X</p> <p>MT: Resistencia a flexión combinada con tracción</p> <p>MP: Resistencia a flexión combinada con compresión</p> <p>TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>																

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$D / t : \underline{22.23} \quad \checkmark$$

Donde:

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$(D / t)_{\text{Máx.}} : \underline{259.49}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{3.04} \text{ kN}$$

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

$$T_c : \underline{331.27} \text{ kN}$$

Donde:

Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co



ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

ϕ_t : 0.90

T_n : La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

T_n : 368.08 kN

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

T_n : 368.08 kN

Donde:

A_g : Área de la sección bruta.

A_g : 10.67 cm²

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

η_c : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_f : 1.43 kN

P_c : Resistencia de diseño a compresión.

P_c : 297.28 kN

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

ϕ_c : 0.85

P_n : 349.75 kN

Donde:

A_e : Área eficaz de la sección de un tubo circular sometida a compresión.

A_e : 10.67 cm²

Donde:

R : 0.06

A_o : 10.67 cm²



Donde:

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$\mathbf{D} : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$\mathbf{t} : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Para

$$\mathbf{F}_n : \underline{327.82} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : \underline{0.35}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e: Tension elástica de pandeo a flexión calculada según la Sección C4.1.1.

$$\mathbf{F}_e : \underline{2826.86} \text{ MPa}$$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit}: Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey}.

$$\mathbf{F}_{crit} : \underline{2826.86} \text{ MPa}$$

Donde:

$$\mathbf{F}_{ex} : \underline{2826.86} \text{ MPa}$$

Donde:

$$\mathbf{r}_x : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$\mathbf{E} : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$\mathbf{K}_x : \underline{0.14}$$

L: Longitud de la barra.

$$\mathbf{L} : \underline{5.600} \text{ m}$$

$$\mathbf{F}_{ey} : \underline{2826.86} \text{ MPa}$$

Donde:

$$\mathbf{r}_y : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co



A: Área de la sección bruta.
E: Módulo de Young.
K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.
L: Longitud de la barra.

A : 10.67 cm²
E : 203000.00 MPa
K_y : 0.14
L : 5.600 m

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.087} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{Tr}_f : \underline{0.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$\mathbf{Tr}_c : \underline{8.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

Tr_n: Resistencia nominal a torsión.

$$\mathbf{Tr}_n : \underline{8.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$\mathbf{C} : \underline{43.35} \text{ cm}^3$$

Donde:

r₂: Radio exterior del tubo circular.

$$\mathbf{r}_2 : \underline{44.45} \text{ mm}$$

r₁: Radio interior del tubo circular.

$$\mathbf{r}_1 : \underline{40.45} \text{ mm}$$

$$\mathbf{F}_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$\eta_B : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_f : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP+0.9\cdot CM1+1.6\cdot V2$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$\mathbf{M}_{f^+} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP+1.2\cdot CM1+1.6\cdot Q1+0.8\cdot V1$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$\mathbf{M}_{f^-} : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$\mathbf{M}_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\varphi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$\mathbf{M}_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.

$$\mathbf{M}_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$\mathbf{F}_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$\mathbf{D} : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$\mathbf{t} : \underline{4.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$\mathbf{E} : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{S}_f : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$\mathbf{I} : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$\mathbf{r} : \underline{44.45} \text{ mm}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.438} \quad \checkmark$$

M_f : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{3.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP+0.9\cdot CM1+1.6\cdot V2$.

M_f^+ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{1.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP+1.2\cdot CM1+1.6\cdot Q1+0.8\cdot V1$.

M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{3.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

I: Momento de inercia.

I: 96.34 cm⁴

r: Radio de la sección circular.

r: 44.45 mm

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.032 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N529, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

V_f: 2.97 kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

V_c: 92.73 kN

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

ϕ_v : 0.90

V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

V_n: 103.03 kN

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

V_n: 103.03 kN

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

F_{cr}: 207.00 MPa

F_{cr}: 774.51 MPa

Donde:

E: Módulo de Young.

E: 203000.00 MPa

L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

L_v: 5600.00 mm

D: Diametro exterior del tubo circular.

D: 88.90 mm

t: 3.72 mm



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$F_{cr} : \underline{1355.35} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{3.72} \text{ mm}$$

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{9.95} \text{ cm}^2$$

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.76} \text{ kN}$$

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{92.73} \text{ kN}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{774.51} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

E: Módulo de Young. **E :** 203000.00 MPa
L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga. **L_v :** 5600.00 mm
D: Diámetro exterior del tubo circular. **D :** 88.90 mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal. **t :** 3.72 mm

F_{cr} : 1355.35 MPa

Donde:

E: Módulo de Young. **E :** 203000.00 MPa
D: Diámetro exterior del tubo circular. **D :** 88.90 mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal. **t :** 3.72 mm

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared. **A :** 9.95 cm²

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.074 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa. **M_f :** 0.31 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1. **M_c :** 8.88 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R : 0.48

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x :** 0.20 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y :** 44.44 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

f_{bx} : -14.51 MPa

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx} : 0.31 kN·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

I_x : 96.34 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

f_{Tr} : -15.70 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.476 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.

M_f : 3.89 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

M_c : 8.88 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R : 0.92

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x :** 44.44 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y :** 0.20 mm

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

f_{by} : -179.36 MPa



Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fy} : 3.89 kN·m

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

I_y : 96.34 cm⁴

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

f_{Tr} : -15.70 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

η : 0.006

Donde:

R : Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

R : 0.48

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx} : 0.31 kN·m

M_{cx} : Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X.

M_{cx} : 8.88 kN·m

V_{fy} : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

V_{fy} : 0.76 kN

V_{cy} : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y.

V_{cy} : 92.73 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.228 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.228}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 0.92

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 3.89 kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y. **M_{cy}** : 8.88 kN·m

V_{fx}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fx}** : 2.88 kN

V_{cx}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X. **V_{cx}** : 92.73 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.697} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.541} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.697}$$

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_x** : 0.48

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_y** : 0.92

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X. **φ_{bx}** : 0.95

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.31 kN·m

$$\mathbf{M_{nxt}} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$S_{ftx} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy} : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$x_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$y_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{3.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nyt} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy} : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$x_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$y_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{3.04} \text{ kN}$$

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{368.08} \text{ kN}$$

$$\eta : \underline{0.541}$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_x : \underline{0.48}$$

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_y : \underline{0.92}$$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>9.35</u> kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>3.89</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>9.35</u> kN·m
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	ϕ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>3.04</u> kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	T_n : <u>368.08</u> kN

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : \underline{0.215} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.45</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.92</u>
ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.	ϕ_c : <u>0.85</u>
P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.	P_f : <u>1.26</u> kN
P_n : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.	P_n : <u>349.75</u> kN
ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	ϕ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.11</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>9.35</u> kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>1.48</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>9.35</u> kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.557} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.095} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.319} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

f_a : Tensión normal debida a tracción, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{2.85} \text{ MPa}$$

Donde:

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{3.04} \text{ kN}$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{44.44} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{0.20} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{179.36} \text{ MPa}$$

Donde:

$$M_{fy} : \underline{-3.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

f_{vx}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

f_{vy}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

F_a: Resistencia a tracción de la sección.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$f_{vy} : \underline{-1.42} \text{ MPa}$$

$$f_{Tr} : \underline{-15.70} \text{ MPa}$$

$$F_a : \underline{2.85} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{bx}, **F_{by}**: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{vx}, **F_{vy}**: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{vx} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

$$F_{vy} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Tr}: Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

7.- DISEÑO ELEMENTO TIPO CERCHA LATERAL PERFILES INTERIORES

Barra N526/N531

Perfil: ESTRUC RED 1 1/2" x 2.5mm

Material: Acero (A572 50ksi)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N526	N531	1.281	3.60	9.46	9.46	18.92

Pandeo		Pandeo lateral		
Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L _K	1.281	1.281	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	-	-
C _b	-	-	1.000	-

Notas:
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

Notación:
 β: Coeficiente de pandeo
 L_K: Longitud de pandeo (m)
 C_m: Coeficiente de momentos
 C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))														Estado	
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP		TPTrMV
N526/N531	w / t ≤ (w / t) _{máx.} Cumple	x: 1.281 m η = 0.8	x: 0.427 m η = 1.0	η = 5.7	x: 1.281 m η = 1.5	x: 1.281 m η = 25.3	η = 1.5	x: 0 m η = 0.1	x: 1.281 m η = 4.0	x: 1.281 m η = 27.8	x: 1.281 m η = 0.2	x: 1.281 m η = 7.8	x: 1.281 m η = 40.4	x: 1.281 m η = 14.5	x: 1.281 m η = 32.3	CUMPLE η = 40.4

Notación:
 w / t: Limitaciones geométricas
 T: Resistencia a tracción
 P: Resistencia a compresión
 Tr: Resistencia a torsión
 M_x: Resistencia a flexión alrededor del eje X
 M_y: Resistencia a flexión alrededor del eje Y
 V_x: Resistencia a corte en la dirección del eje X
 V_y: Resistencia a corte en la dirección del eje Y
 M_xTr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión
 M_yTr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión
 M_xV_y: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y
 M_yV_x: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X
 MT: Resistencia a flexión combinada con tracción
 MP: Resistencia a flexión combinada con compresión
 TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$D / t : \underline{19.32} \quad \checkmark$$

Donde:

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$$(D / t)_{\text{Máx.}} : \underline{259.49}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

$$T_f: \text{Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.} \quad T_f : \underline{0.84} \text{ kN}$$

T_c : Resistencia de diseño a tracción.

$$T_c : \underline{111.69} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_n : La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

$$T_n : \underline{124.10} \text{ kN}$$

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

$$T_n : \underline{124.10} \text{ kN}$$

Donde:

A_g : Área de la sección bruta.

$$A_g : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_c : \underline{0.010} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.427 m del nudo N526, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

$$P_f: \text{Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.} \quad P_f : \underline{0.65} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

P_c: Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c : \underline{67.30} \text{ kN}$$

Donde:

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

$$P_n : \underline{79.17} \text{ kN}$$

Donde:

A_e: Área eficaz de la sección de un tubo circular sometida a compresión.

$$A_e : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$R : \underline{0.54}$$

$$A_o : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

Donde:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Para

$$F_n : \underline{220.10} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : \underline{1.04}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e: Tension elástica de pandeo a flexión calculada según la Sección C4.1.1.

$$F_e : \underline{321.28} \text{ MPa}$$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit}: Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey}.

$$F_{crit} : \underline{321.28} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{321.28} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

$$r_x : \underline{16.22} \text{ mm}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.281} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{321.28} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y : \underline{16.22} \text{ mm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.281} \text{ m}$$

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.057} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$Tr_f : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c : \underline{1.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

Tr_n: Resistencia nominal a torsión.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$T_{r_n} : \underline{1.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$C : \underline{7.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

r₂: Radio exterior del tubo circular.

$$r_2 : \underline{24.15} \text{ mm}$$

r₁: Radio interior del tubo circular.

$$r_1 : \underline{21.65} \text{ mm}$$

$$F_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_{f^+} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 1.6\cdot V2$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_{f^-} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{1.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$I : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$r : \underline{24.15} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 1.6\cdot V2$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{1.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

M_n : La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I : Momento de inercia.

$$I : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

r : Radio de la sección circular.

$$r : \underline{24.15} \text{ mm}$$

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.015} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

Donde:

V_f : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.48} \text{ kN}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{31.28} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n : Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{1422.24} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v : La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{1280.62} \text{ mm}$$

D : Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1672.26} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D : Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

A : Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N526, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

V_f : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.04} \text{ kN}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{31.28} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n : Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{1422.24} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v : La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{1280.62} \text{ mm}$$

D : Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1672.26} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D : Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

A : Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.040} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión positiva.

M_f: 0.02 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

M_c: 1.60 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R: 0.38

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

x: 0.12 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

y: 24.14 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

f_{bx}: -6.26 MPa

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx}: 0.02 kN·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

I_x: 9.46 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

f_{Tr}: 10.18 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B: 0.278 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.

M_f: 0.41 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

M_c: 1.60 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R: 0.91

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x** : 24.14 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y** : 0.12 mm

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

f_{by} : -103.74 MPa

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.41 kN·m

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y. **I_y** : 9.46 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión. **f_{Tr}** : 10.18 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

η : 0.002

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 0.38

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.02 kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X. **M_{cx}** : 1.60 kN·m

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fy}** : 0.02 kN

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y. **V_{cy}** : 31.28 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$\eta : \underline{0.078} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.078}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 0.91

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.41 kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y. **M_{cy}** : 1.60 kN·m

V_{fx}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fx}** : 0.48 kN

V_{cx}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X. **V_{cx}** : 31.28 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.404} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.312} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.404}$$

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_x** : 0.38

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_y** : 0.91



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X. ϕ_{bx} : 0.95
 M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. M_{fx} : 0.02 kN·m

M_{nxt} : 1.35 kN·m

Donde:

S_{ftx} : 3.92 cm³

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

I_x : 9.46 cm⁴

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

I_y : 9.46 cm⁴

I_{xy} : Producto de inercia.

I_{xy} : 0.00 cm⁴

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

x_t : 24.15 mm

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

y_t : 24.15 mm

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

ϕ_{by} : 0.95

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fy} : 0.41 kN·m

M_{nyt} : 1.35 kN·m

Donde:

S_{fty} : 3.92 cm³

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

I_x : 9.46 cm⁴

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

I_y : 9.46 cm⁴

I_{xy} : Producto de inercia.

I_{xy} : 0.00 cm⁴

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

x_t : 24.15 mm

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

y_t : 24.15 mm

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

ϕ_t : 0.90

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 0.69 kN

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

T_n : 124.10 kN

η : 0.312

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.38</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.91</u>
φ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	φ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.02</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>1.69</u> kN·m
φ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	φ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.41</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>1.69</u> kN·m
φ_t : Factor de resistencia para tracción.	φ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>0.69</u> kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	T_n : <u>124.10</u> kN

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : \underline{0.145} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.46</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.91</u>
φ_c : Factor de resistencia para compresión.	φ_c : <u>0.85</u>
P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.	P_f : <u>0.33</u> kN
P_n : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.	P_n : <u>79.17</u> kN
φ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	φ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.01</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>1.69</u> kN·m
φ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	φ_{by} : <u>0.95</u>
	M_{fy} : <u>0.17</u> kN·m



M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M_{ny}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

M_{ny} : 1.69 kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

η : 0.323 ✓

η : 0.057 ✓

η : 0.107 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N531, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

f_a: Tensión normal debida a tracción, calculada utilizando el área de la sección bruta.

f_a : 1.92 MPa

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 0.69 kN

A: Área de la sección bruta.

A : 3.60 cm²

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

x : 24.14 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

y : -0.12 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

f_{bx} : 0.03 MPa

Donde:

M_{fx} : 0.02 kN·m



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{103.74} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{-0.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

f_{vx}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

f_{vy}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{-0.10} \text{ MPa}$$

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{-10.18} \text{ MPa}$$

F_a: Resistencia a tracción de la sección.

$$F_a : \underline{1.92} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{bx}, **F_{by}**: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Vx}, **F_{Vy}**: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Tr}: Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

8.- DISEÑO TIPO CERCHA PRINCIPAL CORDONES SUPERIOR E INFERIOR

Barra N101/N103

Perfil: ESTRUC RED 3" x 4.0mm Material: Acero (A572 50ksi)						
Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas			
			Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N101	N103	0.781	10.67	96.34	96.34	192.68
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L _k		0.781	0.781	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	-	-	
C _b		-		1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))														Estado	
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP		TPTrMV
N101/N103	w / t ≤ (w / t) _{máx.} Cumple	x: 0.781 m η = 22.6	x: 0 m η = 63.5	η = 9.9	x: 0.781 m η = 4.8	x: 0 m η = 25.3	η = 0.8	x: 0.781 m η = 0.2	x: 0.781 m η = 9.1	x: 0 m η = 25.9	x: 0.781 m η = 0.8	x: 0 m η = 6.7	x: 0.781 m η = 34.7	x: 0.781 m η = 87.4	x: 0.781 m η = 76.2	CUMPLE η = 87.4
Notación: w / t: Limitaciones geométricas T: Resistencia a tracción P: Resistencia a compresión Tr: Resistencia a torsión M _x : Resistencia a flexión alrededor del eje X M _y : Resistencia a flexión alrededor del eje Y V _x : Resistencia a corte en la dirección del eje X V _y : Resistencia a corte en la dirección del eje Y M _x Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión M _y Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión M _x V _y : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y M _y V _x : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X MT: Resistencia a flexión combinada con tracción MP: Resistencia a flexión combinada con compresión TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$D / t : \underline{22.23} \quad \checkmark$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$(D / t)_{\text{Máx.}} : \underline{259.49}$$

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

E: Módulo de Young.
F_y: Límite elástico del acero.

E : 203000.00 MPa
F_y : 345.00 MPa

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$\eta_T :$ 0.226 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 75.02 kN

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

T_c : 331.27 kN

Donde:

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

φ_t : 0.90

T_n: La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

T_n : 368.08 kN

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

T_n : 368.08 kN

Donde:

A_g: Área de la sección bruta.

A_g : 10.67 cm²

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

$\eta_C :$ 0.635 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N101, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_f : 189.22 kN



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

P_c: Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c : \underline{298.00} \text{ kN}$$

Donde:

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

$$P_n : \underline{350.59} \text{ kN}$$

Donde:

A_e: Área eficaz de la sección de un tubo circular sometida a compresión.

$$A_e : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$R : \underline{0.06}$$

$$A_o : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Donde:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Para

$$F_n : \underline{328.61} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : \underline{0.34}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e: Tensión elástica de pandeo a flexión calculada según la Sección C4.1.1.

$$F_e : \underline{2967.27} \text{ MPa}$$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit}: Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey}.

$$F_{crit} : \underline{2967.27} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{2967.27} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

$$r_x : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{0.781} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{2967.27} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{0.781} \text{ m}$$

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.099} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$Tr_f : \underline{0.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c : \underline{8.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

Tr_n: Resistencia nominal a torsión.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$T_{rn} : \underline{8.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$C : \underline{43.35} \text{ cm}^3$$

Donde:

r₂: Radio exterior del tubo circular.

$$r_2 : \underline{44.45} \text{ mm}$$

r₁: Radio interior del tubo circular.

$$r_1 : \underline{40.45} \text{ mm}$$

$$F_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 1.6\cdot V2$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$I : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$r : \underline{44.45} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{2.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N101, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 0.3\cdot SX + SY$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{2.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N101, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 - 0.3\cdot SX - SY$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{2.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

C3.1.3 Flexión.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$I : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$r : \underline{44.45} \text{ mm}$$

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 0.3\cdot SX + SY$.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.71} \text{ kN}$$

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{92.73} \text{ kN}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{2074.13} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{780.84} \text{ mm}$$

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{3.72} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1355.35} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{3.72} \text{ mm}$$

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{9.95} \text{ cm}^2$$

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.14} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{92.73} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n : Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{2074.13} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{780.84} \text{ mm}$$

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{3.72} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1355.35} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{3.72} \text{ mm}$$

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{9.95} \text{ cm}^2$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.091} \checkmark$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa. **M_f** : 0.43 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1. **M_c** : 8.88 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión. **R** : 0.53

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x** : 0.20 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y** : 44.44 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X. **f_{bx}** : -19.75 MPa

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.43 kN·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X. **I_x** : 96.34 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión. **f_{Tr}** : -17.72 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.259 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N101, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 - 0.3 \cdot SX - SY$.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa. **M_f** : 2.24 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1. **M_c** : 8.88 kN·m



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R : \underline{0.97}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $x : \underline{44.44}$ mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $y : \underline{0.20}$ mm

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{-103.43}$$
 MPa

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. $M_{fy} : \underline{2.24}$ kN·m

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y. $I_y : \underline{96.34}$ cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión. $f_{Tr} : \underline{-2.84}$ MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.008}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. $R : \underline{0.53}$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. $M_{fx} : \underline{0.43}$ kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X. $M_{cx} : \underline{8.88}$ kN·m

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD. $V_{fy} : \underline{0.14}$ kN



V_{cy} : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y.

V_{cy} : 92.73 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.067 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N101, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

η : 0.067

Donde:

R : Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

R : 0.97

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fy} : 2.24 kN·m

M_{cy} : Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y.

M_{cy} : 8.88 kN·m

V_{fx} : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD.

V_{fx} : 0.64 kN

V_{cx} : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X.

V_{cx} : 92.73 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

η_f : 0.347 ✓

η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.347}$$

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R}_x : \underline{0.45}$$

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R}_y : \underline{0.60}$$

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fx} : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{nxt} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{ftx} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$\mathbf{I}_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{x}_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{y}_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fy} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{nyt} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{ftv} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$\mathbf{I}_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{x}_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{y}_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	ϕ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>75.02</u> kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	T_n : <u>368.08</u> kN
	η : <u>-0.130</u>

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.45</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.60</u>
ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	ϕ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.16</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>9.35</u> kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.30</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>9.35</u> kN·m
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	ϕ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>75.02</u> kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	T_n : <u>368.08</u> kN

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(a) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : \underline{0.874} \quad \checkmark$$

$$\eta_o : \underline{0.830} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

$$\eta : \underline{0.874}$$

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_x** : 0.53

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6. **R_y** : 0.68

φ_c: Factor de resistencia para compresión. **φ_c** : 0.85

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD. **P_f** : 189.18 kN

P_n: Resistencia nominal a compresión según la Sección C4. **P_n** : 350.59 kN

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X. **φ_{bx}** : 0.95

C_{mx}: Coeficiente de momento en los extremos para flexión respecto al eje X. **C_{mx}** : 1.0

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.43 kN·m

M_{nx}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1. **M_{nx}** : 9.35 kN·m

$$\alpha_x : \underline{0.94}$$

Donde:

$$\mathbf{P_{Ex}} : \underline{3165.73} \text{ kN}$$

Donde:

E: Módulo de Young. **E** : 203000.00 MPa

I_x: Momento de inercia respecto al eje X. **I_x** : 96.34 cm⁴

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X. **K_x** : 1.00

L: Longitud de la barra. **L** : 0.781 m

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y. **φ_{by}** : 0.95

C_{my}: Coeficiente de momento en los extremos para flexión respecto al eje Y. **C_{my}** : 1.0

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.80 kN·m

M_{ny}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1. **M_{ny}** : 9.35 kN·m

$$\alpha_y : \underline{0.94}$$

Donde:

$$\mathbf{P_{Ey}} : \underline{3165.73} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

I_y : 96.34 cm⁴

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

K_y : 1.00

L: Longitud de la barra.

L : 0.781 m

η_o : 0.830

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

R_x : 0.53

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

R_y : 0.68

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

φ_c : 0.85

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_f : 189.18 kN

P_{no}: Resistencia nominal a compresión según la Sección C4 con

P_{no} : 368.08 kN

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

φ_{bx} : 0.95

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx} : 0.43 kN·m

M_{nx}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

M_{nx} : 9.35 kN·m

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

φ_{by} : 0.95

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fy} : 0.80 kN·m

M_{ny}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

M_{ny} : 9.35 kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

η : 0.762 ✓

η : 0.099 ✓



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$\eta : \underline{0.591} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

f_a : Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{177.32} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{189.18} \text{ kN}$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{40.98} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{17.19} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{7.64} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{34.07} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{-0.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{-0.19} \text{ MPa}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{0.25} \text{ MPa}$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{17.72} \text{ MPa}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{279.32} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

F_n : Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.
 F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_n : \underline{328.61} \text{ MPa}$$

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

F_y : Límite elástico del acero.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{vx} , F_{vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{vx} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

$$F_{vy} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

F_y : Límite elástico del acero.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

F_y : Límite elástico del acero.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

9.- DISEÑO TIPO CERCHA PRINCIPAL PERFILES INTERIORES

Barra N147/N148

Perfil: ESTRUC RED 1 1/2" x 2.5mm						
Material: Acero (A572 50ksi)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N147	N148	1.000	3.60	9.46	9.46	18.92
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	1.000	1.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	-	-		
C _b	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))															Estado
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP	TPTrMV	
N147/N148	w / t ≤ (w / t) _{Máx.} Cumple	x: 1 m η = 16.0	x: 0 m η = 54.1	η = 0.9	x: 1 m η = 12.6	x: 1 m η = 9.1	η = 0.9	η = 0.3	x: 1 m η = 12.9	x: 1 m η = 9.4	x: 1 m η = 1.7	x: 1 m η = 0.9	x: 1 m η = 28.9	x: 1 m η = 82.8	x: 1 m η = 73.5	CUMPLE η = 82.8
Notación: w / t: Limitaciones geométricas T: Resistencia a tracción P: Resistencia a compresión Tr: Resistencia a torsión M _x : Resistencia a flexión alrededor del eje X M _y : Resistencia a flexión alrededor del eje Y V _x : Resistencia a corte en la dirección del eje X V _y : Resistencia a corte en la dirección del eje Y M _x Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión M _y Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión M _x V _y : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y M _y V _x : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X MT: Resistencia a flexión combinada con tracción MP: Resistencia a flexión combinada con compresión TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$D / t : \underline{19.32} \quad \checkmark$$

Donde:

D: Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$$(D / t)_{Máx.} : \underline{259.49}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$\eta_T :$ 0.160 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 17.88 kN

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

T_c : 111.69 kN

Donde:

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

φ_t : 0.90

T_n: La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

T_n : 124.10 kN

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

T_n : 124.10 kN

Donde:

A_g: Área de la sección bruta.

A_g : 3.60 cm²

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

$\eta_c :$ 0.541 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N147, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co



Donde:

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD. **P_f** : 43.36 kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión.

P_c : 80.20 kN

Donde:

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

φ_c : 0.85

P_n : 94.35 kN

Donde:

A_e: Área eficaz de la sección de un tubo circular sometida a compresión.

A_e : 3.60 cm²

Donde:

R : 0.33

A_o : 3.60 cm²

Donde:

A: Área de la sección bruta.

A : 3.60 cm²

D: Diametro exterior del tubo circular.

D : 48.30 mm

t: Espesor.

t : 2.50 mm

Para

F_n : 262.30 MPa

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

λ_c : 0.81

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

F_e: Tension elástica de pandeo a flexión calculada según la Sección C4.1.1.

F_e : 526.90 MPa

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit}: Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey}.

F_{crit} : 526.90 MPa



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

$$F_{ex} : \underline{526.90} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_x : \underline{16.22} \text{ mm}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.000} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{526.90} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y : \underline{16.22} \text{ mm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.000} \text{ m}$$

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.009} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$Tr_f : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c : \underline{1.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

T_{rn} : Resistencia nominal a torsión.

$$T_{rn} : \underline{1.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión.

$$C : \underline{7.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

r_2 : Radio exterior del tubo circular.

$$r_2 : \underline{24.15} \text{ mm}$$

r_1 : Radio interior del tubo circular.

$$r_1 : \underline{21.65} \text{ mm}$$

$$F_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.126} \quad \checkmark$$

M_f : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 1.6\cdot V2$.

M_f^+ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{1.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$I : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$r : \underline{24.15} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.091} \quad \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP + 0.9\cdot CM1 + 1.6\cdot V2$.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{1.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

C3.1.3 Flexión.

$$M_n : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_f : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I: Momento de inercia.

$$I : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

r: Radio de la sección circular.

$$r : \underline{24.15} \text{ mm}$$

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.27} \text{ kN}$$

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{31.28} \text{ kN}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{1609.48} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v : La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{1000.00} \text{ mm}$$

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1672.26} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

A : Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

V_f : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.10} \text{ kN}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{31.28} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

V_n : Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n : \underline{34.76} \text{ kN}$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

$$F_{cr} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$$F_{cr} : \underline{1609.48} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

L_v : La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.

$$L_v : \underline{1000.00} \text{ mm}$$

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

$$F_{cr} : \underline{1672.26} \text{ MPa}$$

Donde:

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

D : Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{48.30} \text{ mm}$$

t : Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.

$$t : \underline{2.33} \text{ mm}$$

A : Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

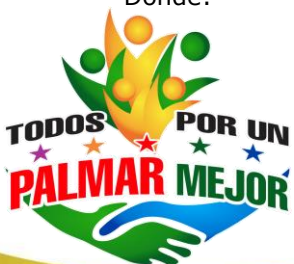
Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.129} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.

M_f: 0.20 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

M_c: 1.60 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R: 0.98

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

x: 0.12 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

y: 24.14 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

f_{bx}: -51.66 MPa

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx}: 0.20 kN·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

I_x: 9.46 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

f_{Tr}: -1.00 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B: 0.094 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.

M_f: 0.15 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

M_c: 1.60 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R: 0.97

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x** : 24.14 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y** : 0.12 mm

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

f_{by} : -37.37 MPa

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.15 kN·m

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y. **I_y** : 9.46 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión. **f_{Tr}** : -1.00 MPa

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

η : 0.017

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 0.98

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.20 kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X. **M_{cx}** : 1.60 kN·m

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fy}** : 0.08 kN

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y. **V_{cy}** : 31.28 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.009}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 0.97

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.15 kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y. **M_{cy}** : 1.60 kN·m

V_{fx}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fx}** : 0.27 kN

V_{cx}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X. **V_{cx}** : 31.28 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.289} \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.289}$$

Donde:

$$\mathbf{R_x} : \underline{1.00}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$R_y : \underline{0.99}$$

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

$$M_{fx} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nxt} : \underline{1.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ftx} : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$x_t : \underline{24.15} \text{ mm}$$

y_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$y_t : \underline{24.15} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nyt} : \underline{1.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} : \underline{3.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$x_t : \underline{24.15} \text{ mm}$$

y_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$y_t : \underline{24.15} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{17.88} \text{ kN}$$

T_n: Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{124.10} \text{ kN}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$\eta : -0.057$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6. $R_x : 1.00$

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6. $R_y : 0.99$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X. $\phi_{bx} : 0.95$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. $M_{fx} : 0.11$ kN·m

M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1. $M_{nx} : 1.69$ kN·m

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y. $\phi_{by} : 0.95$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. $M_{fy} : 0.06$ kN·m

M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1. $M_{ny} : 1.69$ kN·m

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción. $\phi_t : 0.90$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD. $T_f : 17.88$ kN

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2. $T_n : 124.10$ kN

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(a) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : 0.828 \quad \checkmark$$

$$\eta_o : 0.633 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

$$\eta : 0.828$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6. $R_x : 0.98$

$$R_y : 0.97$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\varphi_c : \underline{0.85}$$

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{43.32} \text{ kN}$$

P_n: Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.

$$P_n : \underline{94.35} \text{ kN}$$

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\varphi_{bx} : \underline{0.95}$$

C_{mx}: Coeficiente de momento en los extremos para flexión respecto al eje X.

$$C_{mx} : \underline{1.0}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{nx}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

$$M_{nx} : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\alpha_x : \underline{0.77}$$

Donde:

$$P_{Ex} : \underline{189.53} \text{ kN}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.000} \text{ m}$$

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\varphi_{by} : \underline{0.95}$$

C_{my}: Coeficiente de momento en los extremos para flexión respecto al eje Y.

$$C_{my} : \underline{1.0}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ny}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

$$M_{ny} : \underline{1.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\alpha_y : \underline{0.77}$$

Donde:

$$P_{Ey} : \underline{189.53} \text{ kN}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{1.000} \text{ m}$$

$$\eta_o : \underline{0.633}$$



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.98</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.97</u>
φ_c : Factor de resistencia para compresión.	φ_c : <u>0.85</u>
P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.	P_f : <u>43.32</u> kN
P_{no} : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4 con	P_{no} : <u>124.10</u> kN
φ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	φ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.20</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>1.69</u> kN·m
φ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	φ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.15</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>1.69</u> kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.735} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.011} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.540} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N148, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

f_a : Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{120.44} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{43.32} \text{ kN}$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{3.60} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{13.52} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{20.01} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{42.81} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{20.92} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{-0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{9.46} \text{ cm}^4$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{-1.25} \text{ MPa}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{0.24} \text{ MPa}$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{-1.00} \text{ MPa}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{222.96} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

F_n : Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.

$$F_n : \underline{262.30} \text{ MPa}$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



F_{Vx} , F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \frac{179.27}{0.90} \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : \frac{179.27}{0.90} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : 0.90$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \frac{345.00}{0.90} \text{ MPa}$$

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : \frac{179.27}{0.90} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

$$\phi_{Tr} : 0.90$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \frac{345.00}{0.90} \text{ MPa}$$

10.- DISEÑO CIMENTACIÓN

10.1. Elementos de cimentación aislados

10.1.1. Comprobación

Referencia: P1		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.045126 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.0935874 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 25.0 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 3461.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 64.22 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 9.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 91.04 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 11.09 kN	Cumple



Referencia: P1		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 64 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 15.88 mm Calculado: 15.88 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 30 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm	Cumple Cumple



Referencia: P1		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.23		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 614.20 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 614.20 kN		
Referencia: P3		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.101239 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.203558 MPa	Cumple



Referencia: P3		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24086.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 140.57 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.57 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.04 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.85 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 100.2 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P3:	Mínimo: 38 cm	Cumple
	Calculado: 42 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple



Referencia: P3		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.44		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P3		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P5		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103201 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206893 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 64592.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.18 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 100.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>		
	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P5:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple



Referencia: P5		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple



Referencia: P5		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P7		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103005 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206501 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 75785.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.13 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.76 kN	Cumple



Referencia: P7		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 100.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P7:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple



Referencia: P7		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P9		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103201 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206697 MPa	Cumple



Referencia: P9		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 93435.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.17 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.66 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 100.3 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P9:	Mínimo: 38 cm	Cumple
	Calculado: 42 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	
	Calculado: 0.0019	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	
	Calculado: 15.88 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	



Referencia: P9		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P9		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P11		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.0997677 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.200909 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21987.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 140.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.78 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.72 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 18.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 101.1 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>		
	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P11:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple



Referencia: P11		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple



Referencia: P11		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.44		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P13		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.0465975 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.0969228 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 23.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 3227.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 65.67 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 94.57 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.09 kN	Cumple



Referencia: P13		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 63.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P13:	Mínimo: 20 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple



Referencia: P13		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.23		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 614.20 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 614.20 kN		
Referencia: P14		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.0465975 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.0969228 MPa	Cumple



Referencia: P14		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 23.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 3227.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 65.67 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 94.57 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 63.3 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P14:	Mínimo: 20 cm	Cumple
	Calculado: 42 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.002	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.002	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.002	
	Calculado: 0.002	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	
	Calculado: 15.88 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	
	Calculado: 20 cm	



Referencia: P14		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.23		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P14		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 614.20 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 614.20 kN		
Referencia: P12		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.0997677 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.200909 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21987.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 140.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.78 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.72 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 18.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 101.1 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>		
	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P12:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple



Referencia: P12		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple



Referencia: P12		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.44		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P10		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103201 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206697 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 93435.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.17 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.66 kN	Cumple



Referencia: P10		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 100.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P10:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 15.88 mm Calculado: 15.88 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 30 cm Calculado: 72 cm Calculado: 72 cm	Cumple Cumple



Referencia: P10		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P8		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103005 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206501 MPa	Cumple



Referencia: P8		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 75785.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.13 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 100.4 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P8:	Mínimo: 38 cm	Cumple
	Calculado: 42 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	
	Calculado: 0.0019	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	
	Calculado: 15.88 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	
	Calculado: 20 cm	



Referencia: P8		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P8		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P6		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.103201 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.206893 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 64592.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 141.18 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.13 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 100.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>		
	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P6:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple



Referencia: P6		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple



Referencia: P6		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.45		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P4		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.101239 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.203558 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24086.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 140.57 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.57 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 153.04 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 17.85 kN	Cumple



Referencia: P4		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6180.3 kN/m ² Calculado: 100.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P4:	Mínimo: 38 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple



Referencia: P4		
Dimensiones: 245 x 245 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.44		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 683.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 683.95 kN		
Referencia: P2		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.194 MPa Calculado: 0.045126 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.242405 MPa Calculado: 0.0935874 MPa	Cumple



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P2		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 25.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 3461.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 64.22 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 91.04 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6180.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 64 kN/m ²	
Canto mínimo: <i>Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)</i>		
	Mínimo: 21 cm	Cumple
	Calculado: 50 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P2:	Mínimo: 20 cm	Cumple
	Calculado: 42 cm	
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018	Cumple
	Calculado: 0.002	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm	Cumple
	Calculado: 15.88 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 15.88 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm	Cumple
	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple



Referencia: P2		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 25 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado las combinaciones de viento		
- Se han eliminado las combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.23		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

Referencia: P2		
Dimensiones: 220 x 220 x 50		
Armados: Xi:#5c/20 Yi:#5c/20 Xs:#5c/20 Ys:#5c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 614.20 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 614.20 kN		

1.2. Vigas

1.2.1. Comprobación

Referencia: V-A: 30x40 [P1-P3] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2#5		
-Armadura inferior: 2#5		
-Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento		
- Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		



Referencia: V-A: 30x40 [P3-P5] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P5-P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P5-P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P7-P9] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

Referencia: V-A: 30x40 [P7-P9] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento		
- Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P9-P11] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P9-P11] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P11-P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P11-P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P2-P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 40 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm	 Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P2-P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal:		
<i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento		
- Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P4-P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P4-P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P6-P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P6-P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P8-P10] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple



Referencia: V-A: 30x40 [P8-P10] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P10-P12] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 15.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 12.9 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos:		



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

Referencia: V-A: 30x40 [P10-P12] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: V-A: 30x40 [P12-P14] (Viga de atado) -Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2</i>	Mínimo: 16.3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.6</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma NSR-10. Artículo C.7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.9 cm Calculado: 12.9 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Avisos: - Se han eliminado combinaciones de viento - Se han eliminado combinaciones de sismo		
Información adicional:		



Referencia: V-A: 30x40 [P12-P14] (Viga de atado)

-Dimensiones: 30.0 cm x 40.0 cm

-Armadura superior: 2#5

-Armadura inferior: 2#5

-Estribos: 1x#3c/15

Comprobación

Valores

Estado

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 15.9 mm (Cumple)

- No llegan estados de carga a la cimentación.



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldia@palmar-santander.gov.co

11.- DISEÑO TIPO COLUMNA METÁLICA

Barra N6/N819

Perfil: ESTRUC CUAD 250x250x9.0mm
Material: Acero (A572 50ksi)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N6	N819	3.500	83.91	7963.27	7963.27	12906.07
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	3.500	3.500	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	-	-		
C _b	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))															Estado
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP	TPTrMV	
N6/N819	w / t ≤ (w / t) _{Máx.} Cumple	x: 3.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 4.3	x: 0 m η = 2.2	x: 3.5 m η = 0.3	x: 0 m η = 66.6	η = 10.8	η < 0.1	x: 3.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 67.0	x: 3.5 m η < 0.1	x: 0 m η = 46.0	x: 0 m η = 28.5	x: 0 m η = 71.8	x: 0 m η = 71.0	CUMPLE η = 71.8
Notación: w / t: Limitaciones geométricas T: Resistencia a tracción P: Resistencia a compresión Tr: Resistencia a torsión M _x : Resistencia a flexión alrededor del eje X M _y : Resistencia a flexión alrededor del eje Y V _x : Resistencia a corte en la dirección del eje X V _y : Resistencia a corte en la dirección del eje Y M _x Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión M _y Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión M _x V _y : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y M _y V _x : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X MT: Resistencia a flexión combinada con tracción MP: Resistencia a flexión combinada con compresión TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$w_1 / t : \underline{22.78} \checkmark$$

Donde:

w₁: Longitud del tramo recto del elemento horizontal (paralelo al eje X).

t: Espesor.

$$w_1 : \underline{205.00} \text{ mm}$$

$$t : \underline{9.00} \text{ mm}$$

$$w_2 / t : \underline{22.78} \checkmark$$



Donde:

w_2 : Longitud del tramo recto del elemento vertical (paralelo al eje Y).

w_2 : 205.00 mm

t : Espesor.

t : 9.00 mm

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

η_T : 0.014 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N819, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

Donde:

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 35.76 kN

T_c : Resistencia de diseño a tracción.

T_c : 2605.51 kN

Donde:

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

ϕ_t : 0.90

T_n : La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

T_n : 2895.02 kN

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

T_n : 2895.02 kN

Donde:

A_g : Área de la sección bruta.

A_g : 83.91 cm²

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

η_c : 0.043 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_f : 97.24 kN



P_c: Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c : \underline{2242.15} \text{ kN}$$

Donde:

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

P_n: Resistencia nominal a compresión.

$$P_n : \underline{2637.83} \text{ kN}$$

C4.1 Resistencia nominal a compresión, considerando el efecto del pandeo por flexión, flexotorsión o torsión.

$$P_n : \underline{2637.83} \text{ kN}$$

Donde:

A_e: Área de la sección eficaz.

$$A_e : \underline{83.91} \text{ cm}^2$$

Para

$$F_n : \underline{314.35} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : \underline{0.47}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e: Tensión elástica de pandeo a flexión calculada según las Secciones C4.1.1 a C4.1.4.

$$F_e : \underline{1552.10} \text{ MPa}$$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit}: Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey}.

$$F_{crit} : \underline{1552.10} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{1552.10} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_x : \underline{97.42} \text{ mm}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{83.91} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{0.72}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{4.850} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{1552.10} \text{ MPa}$$



Donde:

$$r_y : \underline{97.42} \text{ mm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

A: Área de la sección bruta.

E: Módulo de Young.

K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.

L: Longitud de la barra.

$$I_y : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

$$A : \underline{83.91} \text{ cm}^2$$

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$$K_y : \underline{0.72}$$

$$L : \underline{4.850} \text{ m}$$

C4.1.2 Secciones con uno o dos ejes de simetría sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

(ii) Para secciones con dos ejes de simetría.

Las comprobaciones de la Sección C4.1.2 no proceden, ya que las longitudes efectivas de pandeo lateral de este elemento son nulas.

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.022} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$Tr_f : \underline{4.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c : \underline{193.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

Tr_n: Resistencia nominal a torsión.

$$Tr_n : \underline{215.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$C : \underline{1040.45} \text{ cm}^3$$

Donde:

A_c: Área encerrada por la línea media de los elementos que componen la sección.

$$A_c : \underline{578.03} \text{ cm}^2$$

t: Espesor.

$$t : \underline{9.00} \text{ mm}$$



$$F_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

M_f : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N819, para la combinación de acciones $0.9\cdot PP+0.9\cdot CM1+0.3\cdot SX+SY$.

M_f^+ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{0.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N819, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP+1.2\cdot CM1-0.3\cdot SX-SY$.

M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{208.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

$$M_n : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_n^+ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_n^- : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.1, ya que se cumple la siguiente condición:

Donde:

L_{ub} : Separación entre arriostramientos laterales de la barra.

$$L_{ub} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$$L_u : \underline{65.676} \text{ m}$$

Donde:



C_b: Coeficiente de momentos, que depende de la ley de momentos flectores.

F_y: Límite elástico del acero.

$$C_b : \frac{1.0}{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_{fx} : \frac{637.06}{\text{cm}^3}$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \frac{7963.27}{\text{cm}^4}$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \frac{7963.27}{\text{cm}^4}$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$I_{xy} : \frac{0.00}{\text{cm}^4}$$

x_c: Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$x_c^+ : \frac{102.50}{\text{mm}}$$

$$x_c^- : \frac{-102.50}{\text{mm}}$$

y_c: Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$y_c^+ : \frac{125.00}{\text{mm}}$$

$$y_c^- : \frac{-125.00}{\text{mm}}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \frac{203000.00}{\text{MPa}}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \frac{78076.92}{\text{MPa}}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$J : \frac{12906.07}{\text{cm}^4}$$

$$M_n : \frac{219.79}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

Donde:

$$S_{ex} : \frac{637.06}{\text{cm}^3}$$

Donde:

I_{ex}: Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$$I_{ex} : \frac{7963.27}{\text{cm}^4}$$

I_{ey}: Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \frac{7963.27}{\text{cm}^4}$$

I_{exy}: Producto eficaz de inercia.

$$I_{exy} : \frac{0.00}{\text{cm}^4}$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$x : \frac{-102.50}{\text{mm}}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$y : \frac{-125.00}{\text{mm}}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \frac{345.00}{\text{MPa}}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \frac{0.666}{\checkmark}$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \frac{139.04}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \frac{139.04}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \frac{55.58}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$



M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{208.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

$$M_n : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_n⁺: La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_n⁻: La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.1, ya que se cumple la siguiente condición:

Donde:

L_{ub}: Separación entre arriostramientos laterales de la barra.

$$L_{ub} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$$L_u : \underline{65.676} \text{ m}$$

Donde:

C_b: Coeficiente de momentos, que depende de la ley de momentos flectores.

$$C_b : \underline{1.0}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$S_{fy} : \underline{637.06} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_c: Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$x_c^+ : \underline{125.00} \text{ mm}$$

$$x_c^- : \underline{-125.00} \text{ mm}$$

y_c: Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$y_c^+ : \underline{-102.50} \text{ mm}$$

$$y_c^- : \underline{102.50} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{78076.92} \text{ MPa}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$J : \underline{12906.07} \text{ cm}^4$$

$$M_n : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ey} : \underline{637.06} \text{ cm}^3$$



Donde:

I_{ex} : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.
 I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.
 I_{exy} : Producto eficaz de inercia.
 x : Distancia a la fibra extrema en flexión.
 y : Distancia a la fibra extrema en flexión.
 F_y : Límite elástico del acero.

I_{ex} : 7963.27 cm⁴
 I_{ey} : 7963.27 cm⁴
 I_{exy} : 0.00 cm⁴
 x : -125.00 mm
 y : 102.50 mm
 F_y : 345.00 MPa

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.108 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

V_f : 39.29 kN

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

V_c : 362.82 kN

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

ϕ_v : 0.95

V_n : La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

V_n : 381.92 kN

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

V_n : 381.92 kN

Donde:

A_w : Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

A_w : 18.45 cm²

Donde:

h : Altura del tramo recto del alma.

h : 205.00 mm

t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

t : 9.00 mm



$$F_v : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

$$h : \underline{205.00} \text{ mm}$$

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$t : \underline{9.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

1. Para almas sin rigidizadores transversales:

K_v: Coeficiente de abolladura por cortante.

$$K_v : \underline{5.34}$$

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.11} \text{ kN}$$

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{362.82} \text{ kN}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.95}$$

V_n: La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

$$V_n : \underline{381.92} \text{ kN}$$

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

$$V_n : \underline{381.92} \text{ kN}$$

Donde:

A_w: Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$A_w : \underline{18.45} \text{ cm}^2$$

Donde:



h: Altura del tramo recto del alma. **h** : 205.00 mm

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante. **t** : 9.00 mm

(a) Para

F_v : 207.00 MPa

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma. **h** : 205.00 mm

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante. **t** : 9.00 mm

E: Módulo de Young. **E** : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero. **F_y** : 345.00 MPa

1. Para almas sin rigidizadores transversales:

K_v: Coeficiente de abolladura por cortante. **K_v** : 5.34

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.014 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N819, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión positiva. **M_f** : 0.34 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1. **M_c** : 208.80 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

R : 0.12

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x** : -102.50 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y** : -125.00 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

f_{bx} : 0.54 MPa



Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{3.93} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.670} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

Donde:

M_f : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f : \underline{139.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

$$M_c : \underline{208.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

R : Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R : \underline{0.99}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $x : \underline{-125.00} \text{ mm}$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $y : \underline{102.50} \text{ mm}$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{218.25} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{139.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{1.24} \text{ MPa}$$



Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N819, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.000}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R} : \underline{0.12}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fx} : \underline{0.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{M}_{cx} : \underline{208.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{V}_{fy} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y.

$$\mathbf{V}_{cy} : \underline{362.82} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.460} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.460}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R} : \underline{0.99}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fy} : \underline{139.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{M}_{cy} : \underline{208.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



V_{fx} : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD.

V_{fx} : 39.29 kN

V_{cx} : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X.

V_{cx} : 362.82 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

η_f : 0.285 ✓

η : 0.259 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

Donde:

η_f : 0.285

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

R_x : 0.19

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

R_y : 0.99

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

ϕ_{bx} : 0.95

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M_{fx} : 0.12 kN·m

M_{nxt} : 219.79 kN·m

Donde:

S_{ftx} : 637.06 cm³

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

I_x : 7963.27 cm⁴

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

I_y : 7963.27 cm⁴

I_{xy} : Producto de inercia.

I_{xy} : 0.00 cm⁴

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

x_t : 102.50 mm

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

y_t : 125.00 mm

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

ϕ_{by} : 0.95



M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{55.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nyt} : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} : \underline{637.06} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

I_{xy} : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$x_t : \underline{125.00} \text{ mm}$$

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$y_t : \underline{-102.50} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{33.73} \text{ kN}$$

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{2895.02} \text{ kN}$$

$$\eta : \underline{0.259}$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_x : \underline{0.19}$$

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_y : \underline{0.99}$$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

$$M_{nx} : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{55.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

$$M_{ny} : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{33.73} \text{ kN}$$

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{2895.02} \text{ kN}$$



Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : \underline{0.718} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R_x} : \underline{0.25}$$

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R_y} : \underline{0.99}$$

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\mathbf{\phi_c} : \underline{0.85}$$

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{P_f} : \underline{97.24} \text{ kN}$$

P_n: Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.

$$\mathbf{P_n} : \underline{2637.83} \text{ kN}$$

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{\phi_{bx}} : \underline{0.95}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M_{fx}} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{nx}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

$$\mathbf{M_{nx}} : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{\phi_{by}} : \underline{0.95}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M_{fy}} : \underline{139.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ny}: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

$$\mathbf{M_{ny}} : \underline{219.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.710} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.039} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.506} \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

f_a : Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{11.59} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{97.24} \text{ kN}$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{83.91} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-125.00} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-102.50} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{0.33} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{218.25} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{139.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{7963.27} \text{ cm}^4$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{6.09} \text{ MPa}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{-0.02} \text{ MPa}$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{1.24} \text{ MPa}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{267.20} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

F_n : Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.

$$F_n : \underline{314.35} \text{ MPa}$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



F_{Vx} , F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : 189.23 \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : 189.23 \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : 0.95$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : 179.27 \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

$$\phi_{Tr} : 0.90$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

12.- DISEÑO CORREA TIPO 1

Barra N872/N266

Perfil: C 150x50x15x2.5mm									
Material: Acero (A572 50ksi)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_x^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$x_q^{(3)}$ (mm)	$y_q^{(3)}$ (mm)	
N872	N266	2.800	6.52	214.02	19.95	0.14	-10.93	0.00	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano ZX		Plano ZY	Ala sup.		Ala inf.			
β	1.00		1.00	0.00		0.00			
L_K	2.800		2.800	0.000		0.000			
C_m	1.000		1.000	-		-			
C_b	-			1.000					
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_b : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))														Estado	
	w / t	T	P	Tr	M_x	M_y	V_x	V_y	M_xTr	M_yTr	M_xV_y	M_yV_x	MT	MP		TPTrMV
N872/N266	w / t ≤ (w / t) _{Máx.} Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 55.1$	x: 2.8 m $\eta = 85.1$	x: 2.8 m $\eta = 2.2$	x: 2.8 m $\eta = 6.0$	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 2.8 m $\eta = 85.1$	x: 0 m $\eta = 30.4$	x: 2.8 m $\eta = 72.4$	x: 2.8 m $\eta = 76.1$	x: 2.8 m $\eta = 86.0$	x: 2.8 m $\eta = 92.6$	CUMPLE $\eta = 92.6$
Notación: w / t: Limitaciones geométricas T: Resistencia a tracción P: Resistencia a compresión Tr: Resistencia a torsión M_x : Resistencia a flexión alrededor del eje X M_y : Resistencia a flexión alrededor del eje Y V_x : Resistencia a corte en la dirección del eje X V_y : Resistencia a corte en la dirección del eje Y M_xTr : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión M_yTr : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión M_xV_y : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y M_yV_x : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X MT: Resistencia a flexión combinada con tracción MP: Resistencia a flexión combinada con compresión TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																



Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

$$w_1 / t : \underline{14.80} \checkmark$$

Donde:

w₁: Longitud del tramo recto del elemento horizontal (paralelo al eje X).

$$w_1 : \underline{37.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$$w_2 / t : \underline{54.80} \checkmark$$

Donde:

w₂: Longitud del tramo recto del elemento vertical (paralelo al eje Y).

$$w_2 : \underline{137.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$$w_3 / t : \underline{3.40} \checkmark$$

Donde:

w₃: Longitud del tramo recto del rigidizador de borde.

$$w_3 : \underline{8.50} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{0.38} \text{ kN}$$

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

$$T_c : \underline{202.43} \text{ kN}$$



ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : 0.90$$

T_n : La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

$$T_n : 224.92 \text{ kN}$$

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

$$T_n : 224.92 \text{ kN}$$

Donde:

A_g : Área de la sección bruta.

$$A_g : 6.52 \text{ cm}^2$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_c : 0.012 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : 0.39 \text{ kN}$$

P_c : Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c : 31.58 \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : 0.85$$

P_n : Resistencia nominal a compresión, tomada como el menor de los valores C4.1 y C4.2.

$$P_n : 37.16 \text{ kN}$$

C4.1 Resistencia nominal a compresión, considerando el efecto del pandeo por flexión, flexotorsión o torsión.

$$P_n : 37.16 \text{ kN}$$

Donde:

A_e : Área de la sección eficaz.

$$A_e : 5.42 \text{ cm}^2$$

Para

$$F_n : 68.60 \text{ MPa}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : 2.10$$



Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e : Tensión elástica de pandeo a flexión calculada según las Secciones C4.1.1 a C4.1.4.

$$F_e : \underline{78.22} \text{ MPa}$$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit} : Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey} .

$$F_{crit} : \underline{78.22} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{838.95} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_x : \underline{57.30} \text{ mm}$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{214.02} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{6.52} \text{ cm}^2$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x : Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{0.50}$$

L : Longitud de la barra.

$$L : \underline{5.600} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{78.22} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y : \underline{17.50} \text{ mm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{19.95} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{6.52} \text{ cm}^2$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_y : Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{0.50}$$

L : Longitud de la barra.

$$L : \underline{5.600} \text{ m}$$

C4.1.2 Secciones con uno o dos ejes de simetría sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

(i) Para secciones con un eje de simetría, y angulares con alas iguales en los que el área eficaz no es igual al área bruta de la sección.

Las comprobaciones de la Sección C4.1.2 no proceden, ya que las longitudes efectivas de pandeo lateral de este elemento son nulas.

C4.2 Resistencia a pandeo por distorsión.

La comprobación de la Sección C4.2 no procede, ya que la longitud efectiva de pandeo por distorsión es cero.

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:



$$\eta_{Tr} < \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-SX-0.3·SY.

Donde:

Tr_f: Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{Tr}_f : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c: Resistencia de diseño a torsión.

$$\mathbf{Tr}_c : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_{Tr}: Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

Tr_n: Resistencia nominal a torsión.

$$\mathbf{Tr}_n : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$\mathbf{C} : \underline{0.54} \text{ cm}^3$$

Donde:

J: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{J} : \underline{0.14} \text{ cm}^4$$

t: Espesor.

$$\mathbf{t} : \underline{2.50} \text{ mm}$$

$$\mathbf{F}_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.551} \checkmark$$

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_f : \underline{5.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N872, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$\mathbf{M}_{f^+} : \underline{5.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N872, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{2.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

$$M_n : \underline{9.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_n^+ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{9.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_n^- : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{9.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

$$M_n : \underline{9.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ex} : \underline{28.54} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_{ex} : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$$I_{ex} : \underline{214.02} \text{ cm}^4$$

I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{19.95} \text{ cm}^4$$

I_{exy} : Producto eficaz de inercia.

$$I_{exy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x : Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$x : \underline{-7.57} \text{ mm}$$

y : Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$y : \underline{-75.00} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

C3.1.2 Resistencia a pandeo lateral-torsional.

Como el factor de longitud eficaz para pandeo lateral es cero, la barra no está sometida a pandeo lateral-torsional. La resistencia a flexión se calcula según la Sección C3.1.1.

C3.1.4 Resistencia a pandeo por distorsión.

La comprobación de la Sección C3.1.4 no procede, ya que la longitud efectiva de pandeo por distorsión es cero.

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.851} \checkmark$$



M_f : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD. M_f : 1.49 kN·m

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1-0.3·SX-SY.

M_f^+ : Resistencia requerida para flexión positiva. M_f^+ : 1.38 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa. M_f^- : 1.49 kN·m

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

M_c : 1.75 kN·m

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

ϕ_b : 0.95

M_n : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

M_n : 1.84 kN·m

Donde:

M_n^+ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

M_n^+ : 1.92 kN·m

M_n^- : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

M_n^- : 1.84 kN·m

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

M_n^+ : 1.92 kN·m

M_n^- : 1.84 kN·m

Donde:

S_{ey}^+ : 5.55 cm³

S_{ey}^- : 5.33 cm³

Donde:

I_{ex} : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

I_{ex}^+ : 214.02 cm⁴

I_{ex}^- : 212.23 cm⁴

I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

I_{ey}^+ : 19.95 cm⁴

I_{ey}^- : 17.77 cm⁴

I_{exy} : Producto eficaz de inercia.

I_{exy} : 0.00 cm⁴

x : Distancia a la fibra extrema en flexión.

x^+ : 35.93 mm

x^- : 33.32 mm

y : Distancia a la fibra extrema en flexión.

y : 60.00 mm

F_y : Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa



Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

$$V_f: \text{Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.} \quad V_f : \underline{0.40} \text{ kN}$$

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c : \underline{18.19} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.95}$$

V_n : La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

$$V_n : \underline{19.15} \text{ kN}$$

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

$$V_n : \underline{19.15} \text{ kN}$$

Donde:

A_w : Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$A_w : \underline{0.93} \text{ cm}^2$$

Donde:

h : Altura del tramo recto del alma.

$$h : \underline{37.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

(a) Para

$$F_v : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

h : Altura del tramo recto del alma.

$$h : \underline{37.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$



E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

1. Para almas sin rigidizadores transversales:

K_v: Coeficiente de abolladura por cortante.

K_v : 5.34

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.060 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

V_f : 4.07 kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

V_c : 67.35 kN

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

φ_v : 0.95

V_n: La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

V_n : 70.90 kN

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

V_n : 70.90 kN

Donde:

A_w: Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

A_w : 3.43 cm²

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

h : 137.00 mm

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

t : 2.50 mm

(a) Para

F_v : 207.00 MPa

Donde:



h : Altura del tramo recto del alma.	h : <u>137.00</u> mm
t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.	t : <u>2.50</u> mm
E : Módulo de Young.	E : <u>203000.00</u> MPa
F_y : Límite elástico del acero.	F_y : <u>345.00</u> MPa
1. Para almas sin rigidizadores transversales:	
K_v : Coeficiente de abolladura por cortante.	K_v : <u>5.34</u>

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.158} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N872, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-SX-0.3·SY.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión positiva. **M_f** : 1.47 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1. **M_c** : 9.35 kN·m

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$\mathbf{R} : \underline{1.00}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **x** : 29.43 mm

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. **y** : 75.00 mm

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{f_{bx}} : \underline{-51.63} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 1.47 kN·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X. **I_x** : 214.02 cm⁴

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión. **f_{Tr}** : 0.00 MPa



Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.851} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$\mathbf{M_f} : \underline{1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

$$\mathbf{M_c} : \underline{1.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$\mathbf{R} : \underline{1.00}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $\mathbf{x} : \underline{35.93} \text{ mm}$

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad. $\mathbf{y} : \underline{60.00} \text{ mm}$

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y, calculada utilizando la sección eficaz.

$$\mathbf{f_{by}} : \underline{-300.73} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M_{fy}} : \underline{1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_{ey}: Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I_{ey}} : \underline{17.77} \text{ cm}^4$$

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

$$\mathbf{f_{Tr}} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.304} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N872, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.



(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.304}$$

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 5.16 kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X. **M_{cx}** : 9.35 kN·m

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fy}** : 0.12 kN

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y. **V_{cy}** : 67.35 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.724} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.724}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6. **R** : 1.00

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 1.49 kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y. **M_{cy}** : 1.75 kN·m

V_{fx}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fx}** : 0.40 kN

V_{cx}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X. **V_{cx}** : 18.19 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.299} \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.761} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.299}$$

Donde:

R_x: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R}_x : \underline{1.00}$$

R_y: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R}_y : \underline{1.00}$$

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fx} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{nxt} : \underline{9.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{ftx} : \underline{28.54} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_x : \underline{214.02} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{19.95} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$\mathbf{I}_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{x}_t : \underline{29.43} \text{ mm}$$

y_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{y}_t : \underline{75.00} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

φ_{by}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fy} : \underline{1.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{nyt} : \underline{4.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{fty} : \underline{14.18} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_x : \underline{214.02} \text{ cm}^4$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{19.95} \text{ cm}^4$$

I_{xy}: Producto de inercia.

$$\mathbf{I}_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t: Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{x}_t : \underline{-14.07} \text{ mm}$$



y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.	$y_t : 68.50$ mm
F_y : Límite elástico del acero.	$F_y : 345.00$ MPa
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	$\phi_t : 0.90$
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	$T_f : 0.00$ kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	$T_n : 224.92$ kN
	$\eta : 0.761$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	$R_x : 1.00$
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	$R_y : 1.00$
ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	$\phi_{bx} : 0.95$
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	$M_{fx} : 0.02$ kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	$M_{nx} : 9.85$ kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	$\phi_{by} : 0.95$
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	$M_{fy} : 1.38$ kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	$M_{ny} : 1.92$ kN·m
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	$\phi_t : 0.90$
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	$T_f : 0.00$ kN
T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.	$T_n : 224.92$ kN

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : 0.860 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	$R_x : 1.00$
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	$R_y : 1.00$
ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.	$\phi_c : 0.85$
P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.	$P_f : 0.02$ kN



P_n : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.	P_n : <u>37.16</u> kN
ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	ϕ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.08</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>9.85</u> kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>1.49</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>1.84</u> kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.926} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.858} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N266, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

f_a : Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{0.02} \text{ kN}$$

A_e : Área de la sección eficaz.

$$A_e : \underline{5.42} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{35.93} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{68.50} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.



$$f_{bx} : \underline{2.67} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{214.02} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y, calculada utilizando la sección eficaz.

$$f_{by} : \underline{300.73} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{-1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{17.77} \text{ cm}^4$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{-0.59} \text{ MPa}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{-0.16} \text{ MPa}$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{58.31} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

F_n : Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.

$$F_n : \underline{68.60} \text{ MPa}$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Vx} , F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \underline{189.23} \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : \underline{189.23} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.95}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



13.- DISEÑO CORREA TIPO 2

Barra N868/N282

Perfil: C 150x50x15x2.0mm
Material: Acero (A572 50ksi)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas						
		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)	
N868	N282	2.800	5.30	176.55	16.84	0.07	-10.87	0.00

Notas:
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme
⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L _K	2.800	2.800	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	-	-
C _b	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))														Estado	
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP		TPT _r MV
N868/N282	w / t ≤ (w / t) _{Máx.} Cumple	η = 1.1	η = 7.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 68.5	x: 2.8 m η = 67.5	x: 2.8 m η = 1.6	x: 2.8 m η = 9.1	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 47.0	x: 2.8 m η = 45.7	x: 2.8 m η = 62.5	x: 2.8 m η = 75.5	x: 2.8 m η = 83.9	CUMPLE η = 83.9

Notación:
w / t: Limitaciones geométricas
T: Resistencia a tracción
P: Resistencia a compresión
Tr: Resistencia a torsión
M_x: Resistencia a flexión alrededor del eje X
M_y: Resistencia a flexión alrededor del eje Y
V_x: Resistencia a corte en la dirección del eje X
V_y: Resistencia a corte en la dirección del eje Y
M_xTr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión
M_yTr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión
M_xV_y: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y
M_yV_x: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X
MT: Resistencia a flexión combinada con tracción
MP: Resistencia a flexión combinada con compresión
TPT_rMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay torsión.
⁽²⁾ No hay interacción entre torsión y flexión alrededor del eje X para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽³⁾ No hay interacción entre torsión y flexión alrededor del eje Y para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:

w₁ / t : 20.00 ✓

Donde:

w₁: Longitud del tramo recto del elemento horizontal (paralelo al eje X).
t: Espesor.

w₁ : 40.00 mm
t : 2.00 mm

w₂ / t : 70.00 ✓



Donde:

w₂: Longitud del tramo recto del elemento vertical (paralelo al eje Y).

w₂ : 140.00 mm

t: Espesor.

t : 2.00 mm

w₃ / t : 5.00 ✓

Donde:

w₃: Longitud del tramo recto del rigidizador de borde.

w₃ : 10.00 mm

t: Espesor.

t : 2.00 mm

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

η_T : 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

T_f : 1.88 kN

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

T_c : 164.55 kN

Donde:

φ_t: Factor de resistencia para tracción.

φ_t : 0.90

T_n: La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

T_n : 182.83 kN

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

T_n : 182.83 kN

Donde:

A_g: Área de la sección bruta.

A_g : 5.30 cm²

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:

η_c : 0.077 ✓



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD. $P_f : \underline{1.90} \text{ kN}$

P_c : Resistencia de diseño a compresión.

$P_c : \underline{24.57} \text{ kN}$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$\phi_c : \underline{0.85}$

P_n : Resistencia nominal a compresión, tomada como el menor de los valores C4.1 y C4.2.

$P_n : \underline{28.90} \text{ kN}$

C4.1 Resistencia nominal a compresión, considerando el efecto del pandeo por flexión, flexotorsión o torsión.

$P_n : \underline{28.90} \text{ kN}$

Donde:

A_e : Área de la sección eficaz.

$A_e : \underline{4.06} \text{ cm}^2$

Para

$F_n : \underline{71.23} \text{ MPa}$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$

$\lambda_c : \underline{2.06}$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$

F_e : Tension elástica de pandeo a flexión calculada según las Secciones C4.1.1 a C4.1.4.

$F_e : \underline{81.22} \text{ MPa}$

C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit} : Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey} .

$F_{crit} : \underline{81.22} \text{ MPa}$

Donde:

$F_{ex} : \underline{851.38} \text{ MPa}$

Donde:

$r_x : \underline{57.72} \text{ mm}$

Donde:



I_x: Momento de inercia respecto al eje X.
A: Área de la sección bruta.
E: Módulo de Young.
K_x: Factor de longitud eficaz para el eje X.
L: Longitud de la barra.

I_x : 176.55 cm⁴
A : 5.30 cm²
E : 203000.00 MPa
K_x : 0.50
L : 5.600 m

F_{ey} : 81.22 MPa

Donde:

r_y : 17.83 mm

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.
A: Área de la sección bruta.
E: Módulo de Young.
K_y: Factor de longitud eficaz para el eje Y.
L: Longitud de la barra.

I_y : 16.84 cm⁴
A : 5.30 cm²
E : 203000.00 MPa
K_y : 0.50
L : 5.600 m

C4.1.2 Secciones con uno o dos ejes de simetría sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

(i) Para secciones con un eje de simetría, y angulares con alas iguales en los que el área eficaz no es igual al área bruta de la sección.

Las comprobaciones de la Sección C4.1.2 no proceden, ya que las longitudes efectivas de pandeo lateral de este elemento son nulas.

C4.2 Resistencia a pandeo por distorsión.

La comprobación de la Sección C4.2 no procede, ya que la longitud efectiva de pandeo por distorsión es cero.

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

La comprobación no procede, ya que no hay torsión.

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.685 ✓

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

M_f : 5.29 kN·m

Para flexión positiva:

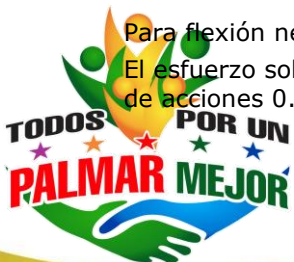
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N868, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

M_f⁺ : 5.29 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N868, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.



M_f^- : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{2.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{7.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

$$M_n : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_n^+ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_n^- : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

$$M_n : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ex} : \underline{23.54} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_{ex} : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$$I_{ex} : \underline{176.55} \text{ cm}^4$$

I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{16.84} \text{ cm}^4$$

I_{exy} : Producto eficaz de inercia.

$$I_{exy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x : Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$x : \underline{-9.13} \text{ mm}$$

y : Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$y : \underline{-75.00} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

C3.1.2 Resistencia a pandeo lateral-torsional.

Como el factor de longitud eficaz para pandeo lateral es cero, la barra no está sometida a pandeo lateral-torsional. La resistencia a flexión se calcula según la Sección C3.1.1.

C3.1.4 Resistencia a pandeo por distorsión.

La comprobación de la Sección C3.1.4 no procede, ya que la longitud efectiva de pandeo por distorsión es cero.

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.675} \checkmark$$



M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_f : \underline{0.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1-0.3·SX-SY.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

$$\mathbf{M}_{f^+} : \underline{0.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

$$\mathbf{M}_{f^-} : \underline{0.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

$$\mathbf{M}_c : \underline{1.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n: La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1.

$$\mathbf{M}_n : \underline{1.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_n⁺: La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión positiva.

$$\mathbf{M}_{n^+} : \underline{1.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_n⁻: La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo C3.1 para flexión negativa.

$$\mathbf{M}_{n^-} : \underline{1.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.

$$\mathbf{M}_{n^+} : \underline{1.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{n^-} : \underline{1.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{ey^+} : \underline{4.70} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{S}_{ey^-} : \underline{4.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_{ex}: Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$$\mathbf{I}_{ex^+} : \underline{176.55} \text{ cm}^4$$

$$\mathbf{I}_{ex^-} : \underline{172.56} \text{ cm}^4$$

I_{ey}: Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_{ey^+} : \underline{16.84} \text{ cm}^4$$

$$\mathbf{I}_{ey^-} : \underline{14.04} \text{ cm}^4$$

I_{exy}: Producto eficaz de inercia.

$$\mathbf{I}_{exy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$\mathbf{x^+} : \underline{35.87} \text{ mm}$$

$$\mathbf{x^-} : \underline{31.85} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$\mathbf{y} : \underline{60.00} \text{ mm}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:



$$\eta_v : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD. **V_f** : 0.25 kN

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

$$\mathbf{V_c} : \underline{15.73} \text{ kN}$$

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.95}$$

V_n: La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

$$\mathbf{V_n} : \underline{16.56} \text{ kN}$$

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

$$\mathbf{V_n} : \underline{16.56} \text{ kN}$$

Donde:

A_w: Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$\mathbf{A_w} : \underline{0.80} \text{ cm}^2$$

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

$$\mathbf{h} : \underline{40.00} \text{ mm}$$

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$\mathbf{t} : \underline{2.00} \text{ mm}$$

(a) Para

$$\mathbf{F_v} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

$$\mathbf{h} : \underline{40.00} \text{ mm}$$

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$\mathbf{t} : \underline{2.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$\mathbf{E} : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$\mathbf{F_y} : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

1. Para almas sin rigidizadores transversales:



K_v : Coeficiente de abolladura por cortante.

K_v : 5.34

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.091 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

V_f : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

V_f : 4.01 kN

V_c : Resistencia de diseño a cortante.

V_c : 44.09 kN

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

ϕ_v : 0.95

V_n : La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección C3.2.1.

V_n : 46.41 kN

C3.2.1 Resistencia a cortante del alma descontando los agujeros.

V_n : 46.41 kN

Donde:

A_w : Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

A_w : 2.80 cm²

Donde:

h : Altura del tramo recto del alma.

h : 140.00 mm

t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

t : 2.00 mm

(b) Para

F_v : 165.76 MPa

Donde:

h : Altura del tramo recto del alma.

h : 140.00 mm

t : Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

t : 2.00 mm



E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

1. Para almas sin rigidizadores transversales:

K_v: Coeficiente de abolladura por cortante.

K_v : 5.34

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

No hay interacción entre torsión y flexión alrededor del eje X para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

No hay interacción entre torsión y flexión alrededor del eje Y para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.470 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N868, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

η : 0.470

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx} :** 5.29 kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X. **M_{cx} :** 7.72 kN·m

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fy} :** 0.07 kN

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y. **V_{cy} :** 44.09 kN

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.457 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.



Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.457}$$

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fy}** : 0.98 kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y. **M_{cy}** : 1.45 kN·m

V_{fx}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD. **V_{fx}** : 0.25 kN

V_{cx}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X. **V_{cx}** : 15.73 kN

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.268} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.625} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.268}$$

Donde:

φ_{bx}: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X. **φ_{bx}** : 0.95

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD. **M_{fx}** : 0.13 kN·m

$$\mathbf{M}_{nxt} : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{S}_{ftx} : \underline{23.54} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X. **I_x** : 176.55 cm⁴



I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.	I_y : <u>16.84</u> cm ⁴
I_{xy} : Producto de inercia.	I_{xy} : <u>0.00</u> cm ⁴
x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.	x_t : <u>-9.13</u> mm
y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.	y_t : <u>-75.00</u> mm
F_y : Límite elástico del acero.	F_y : <u>345.00</u> MPa
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.95</u> kN·m

$$M_{nyt} : \underline{4.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} : \underline{11.92} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.	I_x : <u>176.55</u> cm ⁴
I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.	I_y : <u>16.84</u> cm ⁴
I_{xy} : Producto de inercia.	I_{xy} : <u>0.00</u> cm ⁴
x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.	x_t : <u>-14.13</u> mm
y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.	y_t : <u>70.00</u> mm
F_y : Límite elástico del acero.	F_y : <u>345.00</u> MPa
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	ϕ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>1.35</u> kN

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{182.83} \text{ kN}$$

$$\eta : \underline{0.625}$$

Donde:

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	ϕ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.13</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>8.12</u> kN·m
ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	ϕ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.95</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>1.62</u> kN·m
ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.	ϕ_t : <u>0.90</u>
T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.	T_f : <u>1.35</u> kN

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{182.83} \text{ kN}$$



Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si

$$\eta : \underline{0.755} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{1.37} \text{ kN}$$

P_n : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.

$$P_n : \underline{28.90} \text{ kN}$$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

$$M_{nx} : \underline{8.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

$$M_{ny} : \underline{1.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.839} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.704} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.



Donde:

f_a : Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a : \underline{3.38} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{1.37} \text{ kN}$$

A_e : Área de la sección eficaz.

$$A_e : \underline{4.06} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{35.87} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{70.00} \text{ mm}$$

f_{bx} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{7.32} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{176.55} \text{ cm}^4$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y, calculada utilizando la sección eficaz.

$$f_{by} : \underline{249.33} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{-0.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_{ey} : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{14.04} \text{ cm}^4$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{-0.52} \text{ MPa}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{-0.21} \text{ MPa}$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{60.55} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

F_n : Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.

$$F_n : \underline{71.23} \text{ MPa}$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



F_{Vx}, F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : 189.23 \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : 189.23 \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : 0.95$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} : 179.27 \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

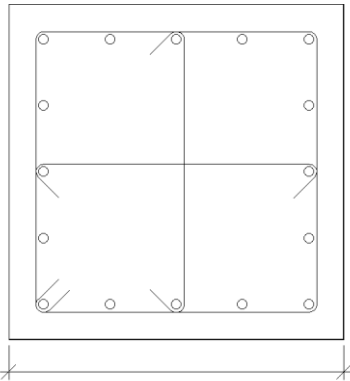
$$\phi_{Tr} : 0.90$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : 345.00 \text{ MPa}$$

14. DISEÑO PEDESTAL TIPO

1. N+0.00 (-30 - 100 CM)

Datos del pilar	
 <p style="text-align: center;">55</p>	Geometría
	Dimensiones : 55x55 cm
	Tramo : -0.300/1.000 m
	Altura libre : 1.30 m
	Recubrimiento geométrico : 4.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
Materiales	Longitud de pandeo
Hormigón : $f'c=210$	Plano ZX : 1.30 m
Acero : Grade 60	Plano ZY : 1.30 m
Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4#5	Estribos : 1e#3+X1r#3+Y1r#3
Cara X : 6#5	Separación : 12 cm
Cara Y : 6#5	
Cuantía : 1.05 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.3):

$$93 \text{ mm} \geq 40 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{l,min} : 40 \text{ mm}$$

$$s_1 : 24 \text{ mm}$$

$$s_2 : 40 \text{ mm}$$



s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra más gruesa.

d_b : 15.9 mm

d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

d_{ag} : 15 mm

Estribos

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre refuerzos transversales no debe ser menor de $s_{t,min}$ (Artículo 7.6.3):

120 mm \geq 40 mm ✓

Donde:

$s_{t,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$s_{t,min}$: 40 mm

s_1 : 14 mm

s_2 : 40 mm

s_3 : 20 mm

Siendo:

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

$d_{b,t}$: 9.5 mm

d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

d_{ag} : 15 mm

El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $s_{t,max}$ (Artículo 7.10.5.2):

120 mm \leq 254 mm ✓

Donde:

$s_{t,max}$: Valor mínimo de s_1, s_2, s_3 .

$s_{t,max}$: 254 mm

s_1 : 254 mm

s_2 : 457 mm

s_3 : 550 mm

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

d_b : 15.9 mm

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal.

$d_{b,t}$: 9.5 mm



b_{min} : Menor dimensión del elemento sometido a compresión.

b_{min} : 550 mm

Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos diámetro No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm), para barras longitudinales No. 10 (1-1/4") ó 32M (32 mm) o menores; y diámetro No. 4 (1/2") ó 12M (12 mm) como mínimo, para barras longitudinales No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm), No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) y paquetes de barras (Artículo 7.10.5.1):

#3 \geq 3/8" ó 10 mm ✓

Donde:

d_b : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

d_b : #5

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal.

$d_{b,t}$: #3

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículo 10.9.1)

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.04 \cdot A_g$ (Artículo 10.9.1):

$31.66 \text{ cm}^2 \geq 30.25 \text{ cm}^2$ ✓

$31.66 \text{ cm}^2 \leq 121.00 \text{ cm}^2$ ✓

Donde:

A_g : Área total de la sección de hormigón.

A_g : 3025.00 cm^2

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : 0.549 ✓

Donde:

V_u : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$V_{u,x}$: 70.96 kN

$V_{u,y}$: 0.14 kN

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$\phi \cdot V_{n,x}$: 129.28 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: 238.71 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.5·V1".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:



$$V_n : \underline{172.38} \text{ kN}$$

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c : \underline{172.38} \text{ kN}$$

([MPa] f_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d / M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c : \underline{318.28} \text{ kN}$$

([MPa] N_u / A_g y f_c)

Donde:

f_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

$$f_c : \underline{20.60} \text{ MPa}$$

$$\rho_w : \underline{0.008}$$

Siendo:

A_s : Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

$$A_s : \underline{17.81} \text{ cm}^2$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{550} \text{ mm}$$

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \underline{420} \text{ mm}$$

$$M_m : \underline{195.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección.

$$M_u : \underline{217.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_u : Carga axial mayorada normal a la sección transversal.

$$N_u : \underline{99.71} \text{ kN}$$

h : Altura de un elemento.

$$h : \underline{550.00} \text{ mm}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : \underline{3025.00} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$V_n : \underline{318.28} \text{ kN}$$

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

$$V_c : \underline{318.28} \text{ kN}$$



([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón. f'_c : 20.60 MPa

Siendo:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 550 mm

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. d : 420 mm

M_m : -21.85 kN·m

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección. M_u : 0.33 kN·m

N_u : Carga axial mayorada normal a la sección transversal. N_u : 99.71 kN

h : Altura de un elemento. h : 550.00 mm

A_g : Área total de la sección de hormigón. A_g : 3025.00 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : 0.189 ✓

Donde:

V_u : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,x}$: 24.36 kN

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $V_{u,y}$: 0.06 kN

$\phi \cdot V_{n,x}$: 128.98 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: 232.22 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM1+SX+0.3·SY".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : 171.98 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

V_c : 171.98 kN



([MPa] f_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c : \underline{309.63} \text{ kN}$$

([MPa] N_u/A_g y f_c)

Donde:

f_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

$$f_c : \underline{20.60} \text{ MPa}$$

$$\rho_w : \underline{0.008}$$

Siendo:

A_s : Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

$$A_s : \underline{17.81} \text{ cm}^2$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{550} \text{ mm}$$

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \underline{420} \text{ mm}$$

$$M_m : \underline{73.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección.

$$M_u : \underline{82.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_u : Carga axial mayorada normal a la sección transversal.

$$N_u : \underline{38.47} \text{ kN}$$

h : Altura de un elemento.

$$h : \underline{550.00} \text{ mm}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : \underline{3025.00} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$V_n : \underline{309.63} \text{ kN}$$

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

$$V_c : \underline{309.63} \text{ kN}$$

([MPa] N_u/A_g y f_c)

Donde:

f_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

$$f_c : \underline{20.60} \text{ MPa}$$



Siendo:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 550 mm

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 420 mm

M_m : -8.40 kN·m

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección.

M_u : 0.16 kN·m

N_u : Carga axial mayorada normal a la sección transversal.

N_u : 38.47 kN

h : Altura de un elemento.

h : 550.00 mm

A_g : Área total de la sección de hormigón.

A_g : 3025.00 cm²

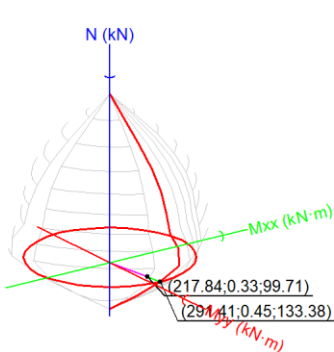
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.5·V1".

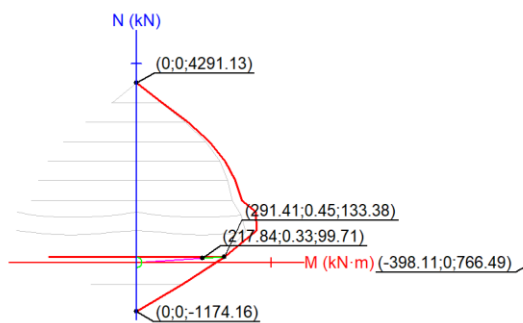
Se debe satisfacer:

η : 0.748 ✓

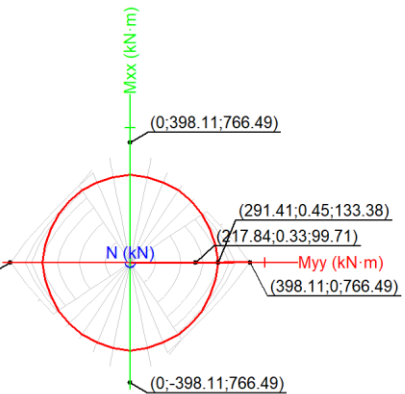
99.71 kN ≤ 3191.28 kN ✓



Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

P_u : 99.71 kN

$M_{u,x}$: 0.33 kN·m

$M_{u,y}$: 217.84 kN·m



$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$\begin{aligned}\phi \cdot P_n &: \underline{133.38} \text{ kN} \\ \phi \cdot M_{n,x} &: \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ \phi \cdot M_{n,y} &: \underline{291.41} \text{ kN}\cdot\text{m}\end{aligned}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

$$8.2 \leq 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:

kl_u : Longitud efectiva.

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión.

$$kl_u : \underline{1.300} \text{ m}$$

$$r : \underline{15.88} \text{ cm}$$

En el eje y:

Se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

$$8.2 \leq 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:

kl_u : Longitud efectiva.

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión.

$$kl_u : \underline{1.300} \text{ m}$$

$$r : \underline{15.88} \text{ cm}$$

Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$$\phi \cdot P_{n,max} : \underline{3191.28} \text{ kN}$$

Siendo:

f'_c : Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

A_g : Área total de la sección de hormigón.

A_{st} : Área total de refuerzo longitudinal no presforzado.

$$f'_c : \underline{20.60} \text{ MPa}$$

$$f_y : \underline{412.02} \text{ MPa}$$

$$A_g : \underline{3025.00} \text{ cm}^2$$

$$A_{st} : \underline{31.66} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

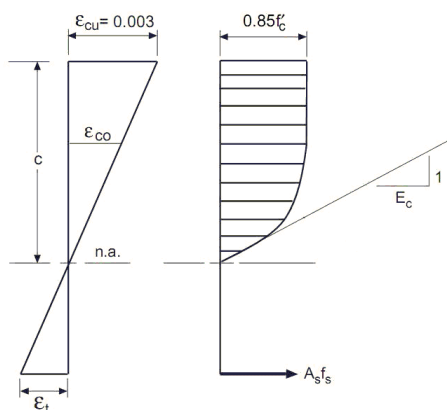
El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.
- La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.



- (d) El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y , el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y .
- (e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.
- (f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

f'_c : 20.60 MPa

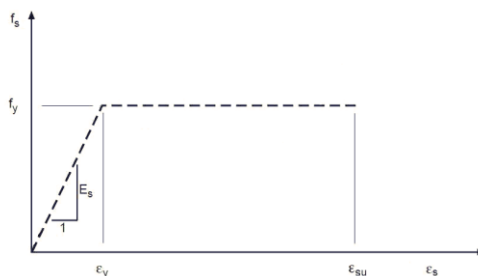
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión.

ϵ_{cu} : 0.0030

ϵ_{c0} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

ϵ_{c0} : 0.0020

Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

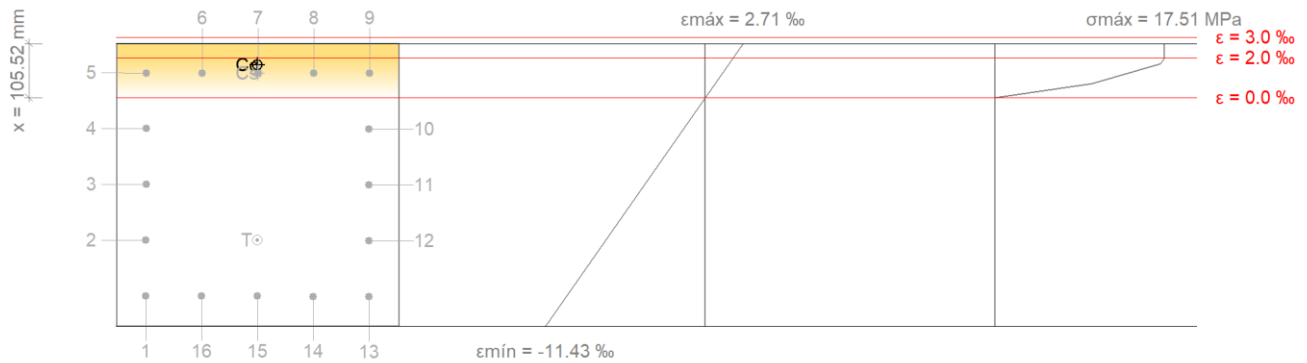


f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

f_y : 412.02 MPa



Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-412.02	-0.009938
2	#5	-108.77	217.54	-412.02	-0.007145
3	#5	0.00	217.54	-412.02	-0.004353
4	#5	108.77	217.54	-312.08	-0.001560
5	#5	217.54	217.54	+246.50	+0.001232
6	#5	217.54	108.77	+245.90	+0.001229
7	#5	217.54	0.00	+245.29	+0.001226
8	#5	217.54	-108.77	+244.69	+0.001223
9	#5	217.54	-217.54	+244.08	+0.001220
10	#5	108.77	-217.54	-314.50	-0.001572
11	#5	0.00	-217.54	-412.02	-0.004365
12	#5	-108.77	-217.54	-412.02	-0.007157
13	#5	-217.54	-217.54	-412.02	-0.009950
14	#5	-217.54	-108.77	-412.02	-0.009947
15	#5	-217.54	0.00	-412.02	-0.009944
16	#5	-217.54	108.77	-412.02	-0.009941

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	763.33	233.24	0.34
Cs	242.72	217.54	0.54
T	857.85	-108.34	-0.12

$P_n : 148.20 \text{ kN}$

$M_{n,x} : 0.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$



$$M_{n,y} : 323.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : 763.33 \text{ kN}$$

$$C_s : 242.72 \text{ kN}$$

$$T : 857.85 \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : 233.24 \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : 0.34 \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : 217.54 \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : 0.54 \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : -108.34 \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : -0.12 \text{ mm}$$

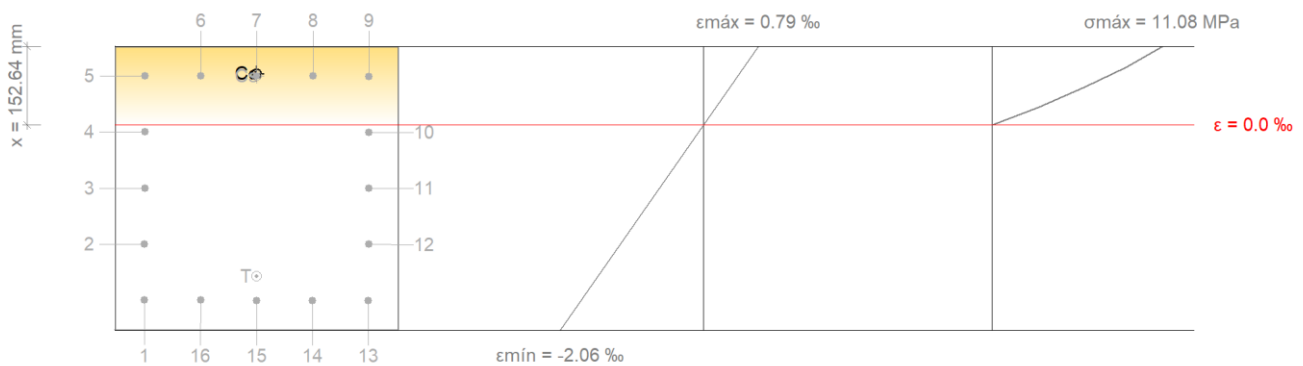
$$\epsilon_{cmax} : 0.0027$$

$$\epsilon_{smax} : 0.0099$$

$$\sigma_{cmax} : 17.51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : 412.02 \text{ MPa}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-351.22	-0.001756
2	#5	-108.77	217.54	-238.85	-0.001194
3	#5	0.00	217.54	-126.49	-0.000632
4	#5	108.77	217.54	-14.12	-0.000071
5	#5	217.54	217.54	+98.24	+0.000491
6	#5	217.54	108.77	+98.10	+0.000490
7	#5	217.54	0.00	+97.96	+0.000490
8	#5	217.54	-108.77	+97.81	+0.000489
9	#5	217.54	-217.54	+97.67	+0.000488
10	#5	108.77	-217.54	-14.70	-0.000073
11	#5	0.00	-217.54	-127.06	-0.000635
12	#5	-108.77	-217.54	-239.43	-0.001197
13	#5	-217.54	-217.54	-351.80	-0.001759
14	#5	-217.54	-108.77	-351.65	-0.001758



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
15	#5	-217.54	0.00	-351.51	-0.001757
16	#5	-217.54	108.77	-351.36	-0.001757

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	501.13	222.33	0.39
Cs	96.93	217.54	0.32
T	498.35	-171.24	-0.21

$$P_u : \underline{99.71} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \underline{217.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : \underline{501.13} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{96.93} \text{ kN}$$

$$T : \underline{498.35} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{222.33} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.39} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{217.54} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.32} \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : \underline{-171.24} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-0.21} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0008}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0018}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{351.80} \text{ MPa}$$

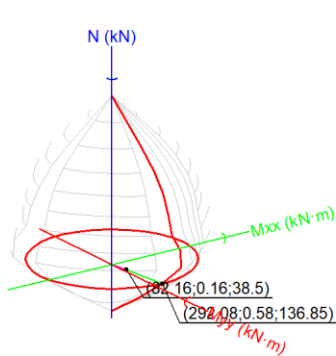
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM1+sx+0.3·SY".

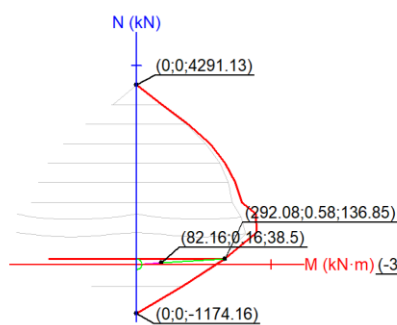
Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.281} \checkmark$$

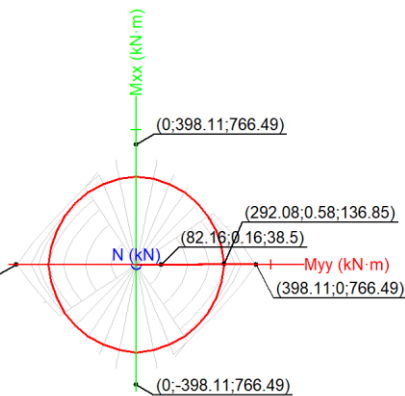




Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$$P_u : \frac{38.50}{1} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \frac{0.16}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \frac{82.16}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$\phi \cdot P_n : \frac{136.85}{1} \text{ kN}$$

$$\phi \cdot M_{n,x} : \frac{0.58}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\phi \cdot M_{n,y} : \frac{292.08}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

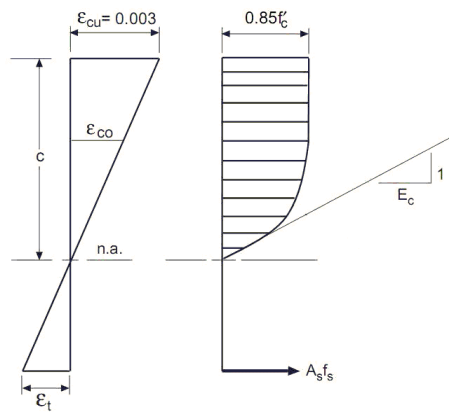
Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.
- La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.
- El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y , el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y .
- La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.
- La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.





f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

f'_c : 20.60 MPa

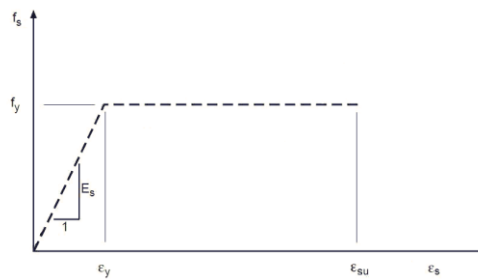
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión.

ϵ_{cu} : 0.0030

ϵ_{co} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

ϵ_{co} : 0.0020

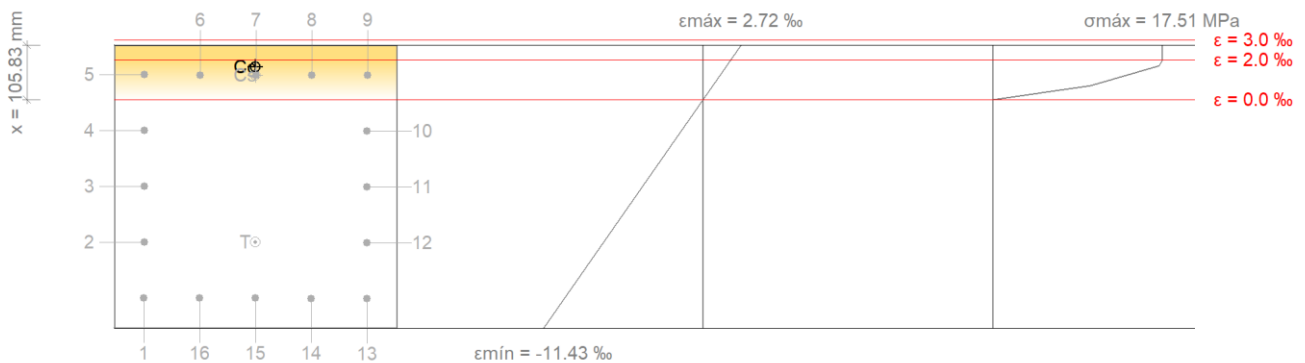
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

f_y : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-412.02	-0.009934
2	#5	-108.77	217.54	-412.02	-0.007141
3	#5	0.00	217.54	-412.02	-0.004347
4	#5	108.77	217.54	-310.70	-0.001553
5	#5	217.54	217.54	+248.10	+0.001240
6	#5	217.54	108.77	+247.32	+0.001236
7	#5	217.54	0.00	+246.53	+0.001232
8	#5	217.54	-108.77	+245.74	+0.001229
9	#5	217.54	-217.54	+244.96	+0.001225
10	#5	108.77	-217.54	-313.85	-0.001569
11	#5	0.00	-217.54	-412.02	-0.004363
12	#5	-108.77	-217.54	-412.02	-0.007156
13	#5	-217.54	-217.54	-412.02	-0.009950
14	#5	-217.54	-108.77	-412.02	-0.009946
15	#5	-217.54	0.00	-412.02	-0.009942
16	#5	-217.54	108.77	-412.02	-0.009938

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	765.57	233.14	0.45
Cs	243.94	217.54	0.69
T	857.45	-108.44	-0.16

$$P_n : \underline{152.06} \text{ kN}$$

$$M_{n,x} : \underline{0.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : \underline{324.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_t: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : \underline{765.57} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{243.94} \text{ kN}$$

$$T : \underline{857.45} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{233.14} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.45} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{217.54} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.69} \text{ mm}$$

$$e_{t,x} : \underline{-108.44} \text{ mm}$$

$$e_{t,y} : \underline{-0.16} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0027}$$

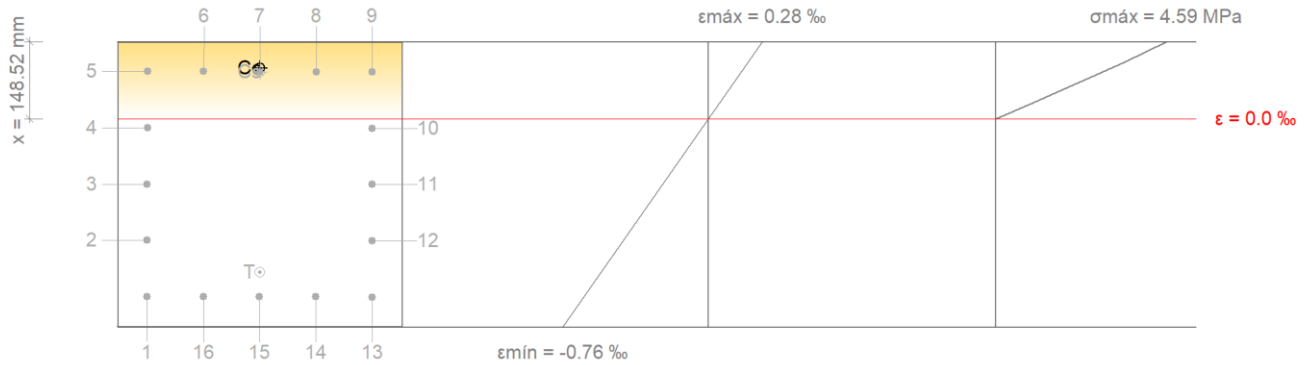
$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0099}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{17.51} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{412.02} \text{ MPa}$$



Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-130.74	-0.000654
2	#5	-108.77	217.54	-89.41	-0.000447
3	#5	0.00	217.54	-48.09	-0.000240
4	#5	108.77	217.54	-6.76	-0.000034
5	#5	217.54	217.54	+34.56	+0.000173
6	#5	217.54	108.77	+34.50	+0.000172
7	#5	217.54	0.00	+34.43	+0.000172
8	#5	217.54	-108.77	+34.37	+0.000172
9	#5	217.54	-217.54	+34.30	+0.000171
10	#5	108.77	-217.54	-7.03	-0.000035
11	#5	0.00	-217.54	-48.35	-0.000242
12	#5	-108.77	-217.54	-89.68	-0.000448
13	#5	-217.54	-217.54	-131.00	-0.000655
14	#5	-217.54	-108.77	-130.94	-0.000655
15	#5	-217.54	0.00	-130.87	-0.000654
16	#5	-217.54	108.77	-130.81	-0.000654

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	191.18	225.03	0.53
Cs	34.07	217.54	0.42
T	186.75	-169.90	-0.26

P_u : 38.50 kN

$M_{u,x}$: 0.16 kN·m



$$M_{u,y} : \underline{82.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : \underline{191.18} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{34.07} \text{ kN}$$

$$T : \underline{186.75} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{225.03} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.53} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{217.54} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.42} \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : \underline{-169.90} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-0.26} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0003}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0007}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{4.59} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{131.00} \text{ MPa}$$

Criterios de diseño por sismo (NSR-10, Capítulo C.21)

El diseño sísmico para ductilidad baja no contempla comprobaciones adicionales.

Resistencia mínima a flexión de columnas. (NSR-10, Título C)

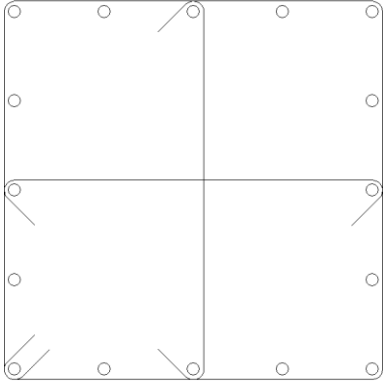
No se realiza la comprobación debido a la categoría de diseño sísmico de la estructura. ✓

Cortante de diseño para columnas. (NSR-10, Título C)

No se realiza la comprobación debido a la categoría de diseño sísmico de la estructura. ✓



2. N-0.30

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 55x55 cm	
	Tramo : -0.750/-0.300 m	
	Altura libre : 0.00 m	
	Recubrimiento geométrico : 4.0 cm	
	Tamaño máximo de árido : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : $f'_c=210$	Plano ZX : 1.30 m
	Acero : Grade 60	Plano ZY : 1.30 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4#5	Estribos : 1e#3+X1r#3+Y1r#3	
Cara X : 6#5	Separación : 12 cm	
Cara Y : 6#5		
Cuantía : 1.05 %		

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículo 10.9.1)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

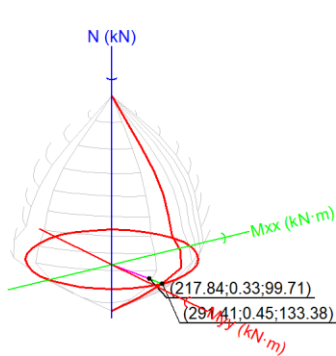
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.5 \cdot V1$.

Se debe satisfacer:

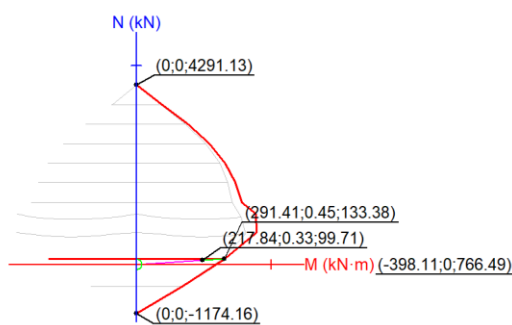
$$\eta : \underline{0.748} \quad \checkmark$$

$$99.71 \text{ kN} \leq 3191.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

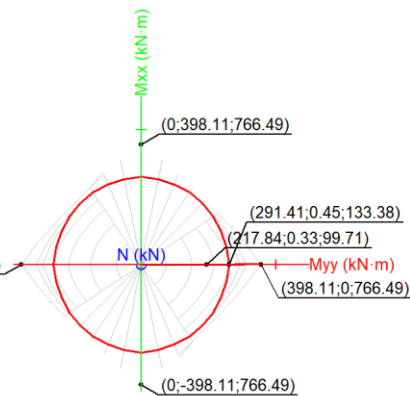




Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$$P_u : \frac{99.71}{0.33} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \frac{0.33}{217.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \frac{217.84}{398.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$\phi \cdot P_n : \frac{133.38}{0.45} \text{ kN}$$

$$\phi \cdot M_{n,x} : \frac{0.45}{291.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\phi \cdot M_{n,y} : \frac{291.41}{398.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

$$8.2 \leq 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:

kl_u : Longitud efectiva.

$$kl_u : \frac{1.300}{15.88} \text{ m}$$

r : Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión.

$$r : \frac{15.88}{15.88} \text{ cm}$$

En el eje y:

Se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

$$8.2 \leq 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:

kl_u : Longitud efectiva.

$$kl_u : \frac{1.300}{15.88} \text{ m}$$

r : Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión.

$$r : \frac{15.88}{15.88} \text{ cm}$$



Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$$\phi \cdot P_{n,max} : 3191.28 \text{ kN}$$

Siendo:

f'_c : Resistencia especifica a compresión del hormigón.

$$f'_c : 20.60 \text{ MPa}$$

f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_y : 412.02 \text{ MPa}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : 3025.00 \text{ cm}^2$$

A_{st} : Área total de refuerzo longitudinal no presforzado.

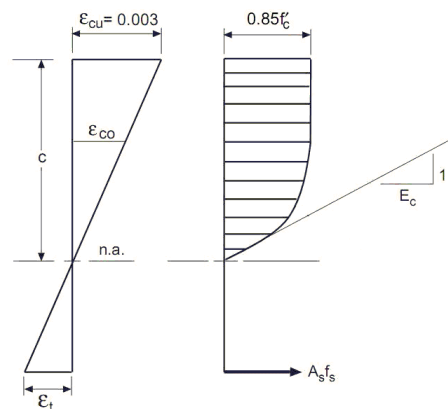
$$A_{st} : 31.66 \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.
- La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.
- El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y , el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y .
- La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.
- La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia especifica a compresión del hormigón.

$$f'_c : 20.60 \text{ MPa}$$



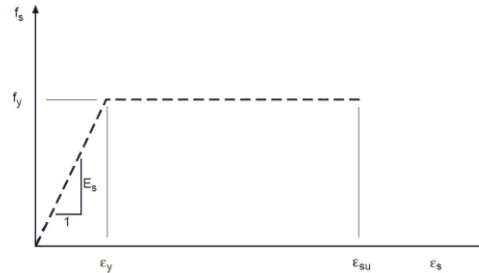
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión.

ϵ_{cu} : 0.0030

ϵ_{c0} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

ϵ_{c0} : 0.0020

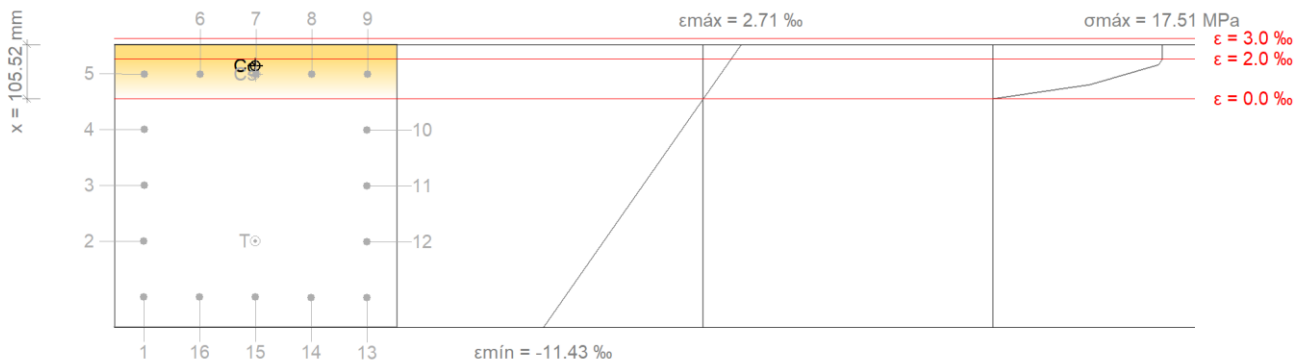
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

f_y : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-412.02	-0.009938
2	#5	-108.77	217.54	-412.02	-0.007145
3	#5	0.00	217.54	-412.02	-0.004353
4	#5	108.77	217.54	-312.08	-0.001560
5	#5	217.54	217.54	+246.50	+0.001232
6	#5	217.54	108.77	+245.90	+0.001229
7	#5	217.54	0.00	+245.29	+0.001226
8	#5	217.54	-108.77	+244.69	+0.001223
9	#5	217.54	-217.54	+244.08	+0.001220
10	#5	108.77	-217.54	-314.50	-0.001572
11	#5	0.00	-217.54	-412.02	-0.004365
12	#5	-108.77	-217.54	-412.02	-0.007157
13	#5	-217.54	-217.54	-412.02	-0.009950
14	#5	-217.54	-108.77	-412.02	-0.009947



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
15	#5	-217.54	0.00	-412.02	-0.009944
16	#5	-217.54	108.77	-412.02	-0.009941

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	763.33	233.24	0.34
Cs	242.72	217.54	0.54
T	857.85	-108.34	-0.12

P_n : 148.20 kN

$M_{n,x}$: 0.50 kN·m

$M_{n,y}$: 323.78 kN·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

C_c : 763.33 kN

C_s : 242.72 kN

T : 857.85 kN

$e_{cc,x}$: 233.24 mm

$e_{cc,y}$: 0.34 mm

$e_{cs,x}$: 217.54 mm

$e_{cs,y}$: 0.54 mm

$e_{T,x}$: -108.34 mm

$e_{T,y}$: -0.12 mm

ϵ_{cmax} : 0.0027

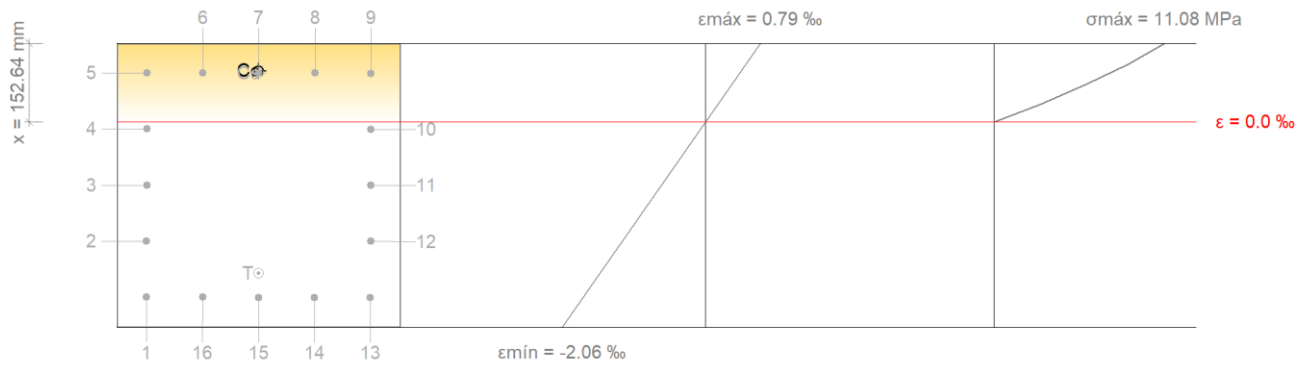
ϵ_{smax} : 0.0099

σ_{cmax} : 17.51 MPa

σ_{smax} : 412.02 MPa



Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-351.22	-0.001756
2	#5	-108.77	217.54	-238.85	-0.001194
3	#5	0.00	217.54	-126.49	-0.000632
4	#5	108.77	217.54	-14.12	-0.000071
5	#5	217.54	217.54	+98.24	+0.000491
6	#5	217.54	108.77	+98.10	+0.000490
7	#5	217.54	0.00	+97.96	+0.000490
8	#5	217.54	-108.77	+97.81	+0.000489
9	#5	217.54	-217.54	+97.67	+0.000488
10	#5	108.77	-217.54	-14.70	-0.000073
11	#5	0.00	-217.54	-127.06	-0.000635
12	#5	-108.77	-217.54	-239.43	-0.001197
13	#5	-217.54	-217.54	-351.80	-0.001759
14	#5	-217.54	-108.77	-351.65	-0.001758
15	#5	-217.54	0.00	-351.51	-0.001757
16	#5	-217.54	108.77	-351.36	-0.001757

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	501.13	222.33	0.39
Cs	96.93	217.54	0.32
T	498.35	-171.24	-0.21

P_u : 99.71 kN

$M_{u,x}$: 0.33 kN·m

$M_{u,y}$: 217.84 kN·m



Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : \underline{501.13} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{96.93} \text{ kN}$$

$$T : \underline{498.35} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{222.33} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.39} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{217.54} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.32} \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : \underline{-171.24} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-0.21} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0008}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0018}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

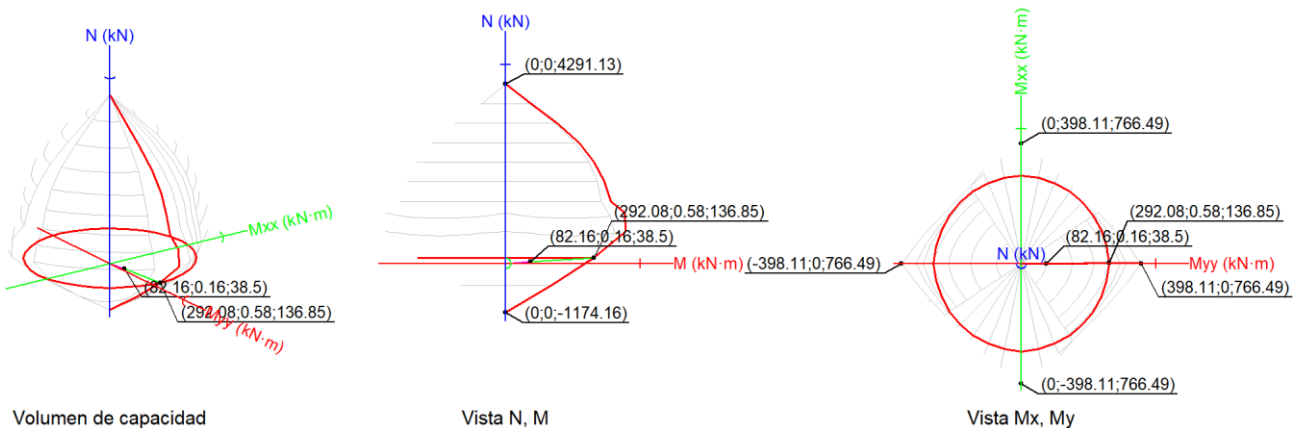
$$\sigma_{smax} : \underline{351.80} \text{ MPa}$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+SX+0.3·SY.

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.281} \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$$P_u : \underline{38.50} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \underline{82.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\phi P_n, \phi M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.



$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.
 $\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

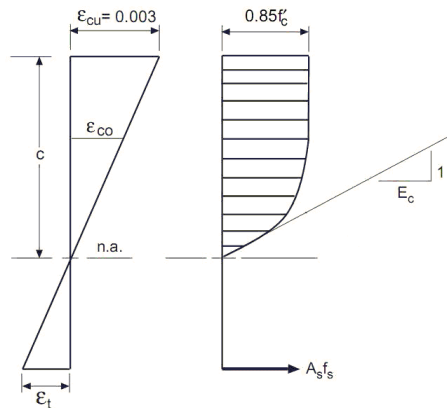
$\phi \cdot P_n$: 136.85 kN
 $\phi \cdot M_{n,x}$: 0.58 kN·m
 $\phi \cdot M_{n,y}$: 292.08 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.
- La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.
- El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y , el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y .
- La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.
- La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

f'_c : 20.60 MPa

ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión.

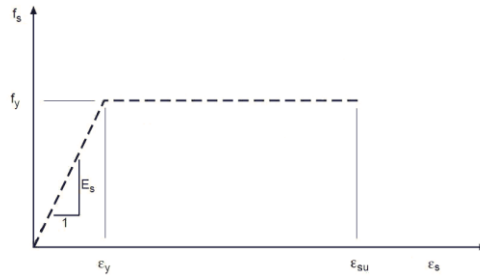
ϵ_{cu} : 0.0030

ϵ_{co} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

ϵ_{co} : 0.0020

Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

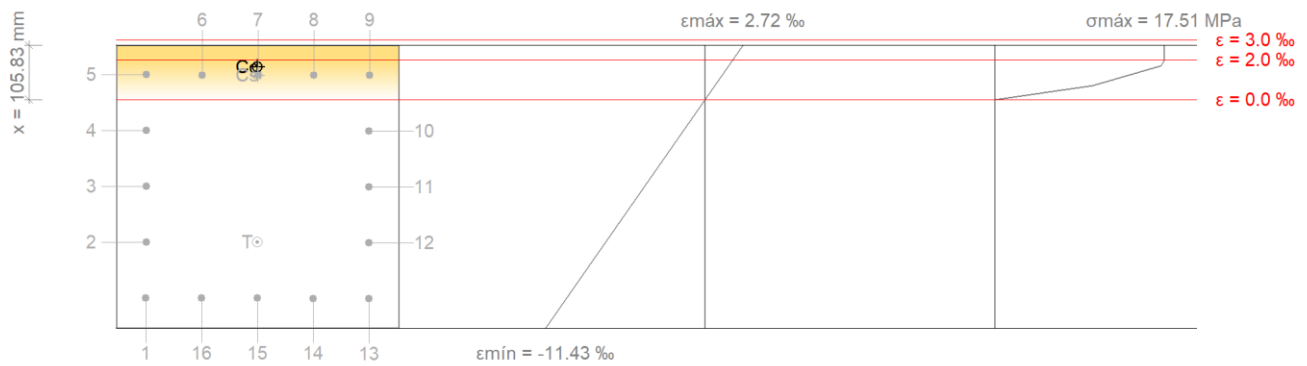




f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

f_y : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	#5	-217.54	217.54	-412.02	-0.009934
2	#5	-108.77	217.54	-412.02	-0.007141
3	#5	0.00	217.54	-412.02	-0.004347
4	#5	108.77	217.54	-310.70	-0.001553
5	#5	217.54	217.54	+248.10	+0.001240
6	#5	217.54	108.77	+247.32	+0.001236
7	#5	217.54	0.00	+246.53	+0.001232
8	#5	217.54	-108.77	+245.74	+0.001229
9	#5	217.54	-217.54	+244.96	+0.001225
10	#5	108.77	-217.54	-313.85	-0.001569
11	#5	0.00	-217.54	-412.02	-0.004363
12	#5	-108.77	-217.54	-412.02	-0.007156
13	#5	-217.54	-217.54	-412.02	-0.009950
14	#5	-217.54	-108.77	-412.02	-0.009946
15	#5	-217.54	0.00	-412.02	-0.009942
16	#5	-217.54	108.77	-412.02	-0.009938



	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	765.57	233.14	0.45
Cs	243.94	217.54	0.69
T	857.45	-108.44	-0.16

$$P_n : \underline{152.06} \text{ kN}$$

$$M_{n,x} : \underline{0.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : \underline{324.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : \underline{765.57} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{243.94} \text{ kN}$$

$$T : \underline{857.45} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{233.14} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.45} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{217.54} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.69} \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : \underline{-108.44} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-0.16} \text{ mm}$$

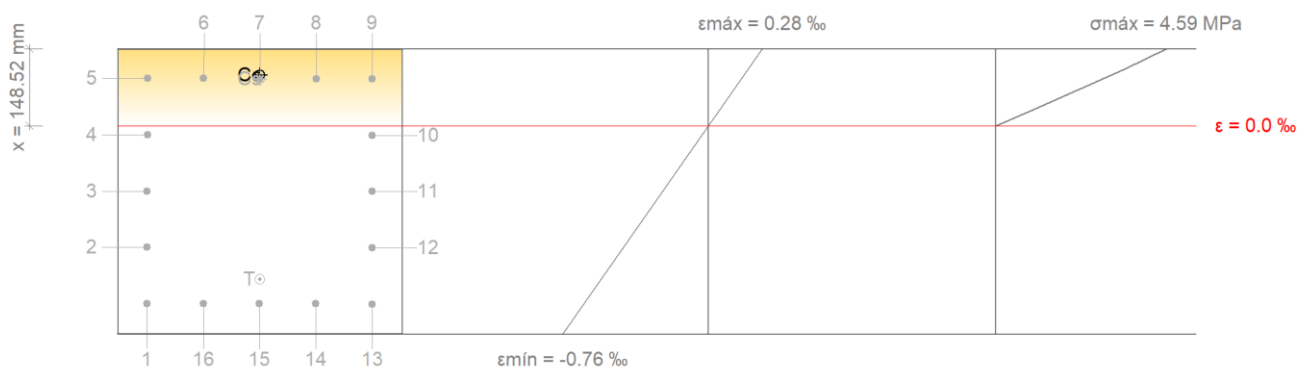
$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0027}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0099}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{17.51} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{412.02} \text{ MPa}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f _s (MPa)	ε
1	#5	-217.54	217.54	-130.74	-0.000654



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
2	#5	-108.77	217.54	-89.41	-0.000447
3	#5	0.00	217.54	-48.09	-0.000240
4	#5	108.77	217.54	-6.76	-0.000034
5	#5	217.54	217.54	+34.56	+0.000173
6	#5	217.54	108.77	+34.50	+0.000172
7	#5	217.54	0.00	+34.43	+0.000172
8	#5	217.54	-108.77	+34.37	+0.000172
9	#5	217.54	-217.54	+34.30	+0.000171
10	#5	108.77	-217.54	-7.03	-0.000035
11	#5	0.00	-217.54	-48.35	-0.000242
12	#5	-108.77	-217.54	-89.68	-0.000448
13	#5	-217.54	-217.54	-131.00	-0.000655
14	#5	-217.54	-108.77	-130.94	-0.000655
15	#5	-217.54	0.00	-130.87	-0.000654
16	#5	-217.54	108.77	-130.81	-0.000654

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	191.18	225.03	0.53
Cs	34.07	217.54	0.42
T	186.75	-169.90	-0.26

P_u : 38.50 kN

$M_{u,x}$: 0.16 kN·m

$M_{u,y}$: 82.16 kN·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

C_c : 191.18 kN

C_s : 34.07 kN

T : 186.75 kN

$e_{cc,x}$: 225.03 mm

$e_{cc,y}$: 0.53 mm

$e_{cs,x}$: 217.54 mm

$e_{cs,y}$: 0.42 mm

$e_{T,x}$: -169.90 mm

$e_{T,y}$: -0.26 mm

ϵ_{cmax} : 0.0003

ϵ_{smax} : 0.0007

σ_{cmax} : 4.59 MPa

σ_{smax} : 131.00 MPa



Criterios de diseño por sismo (NSR-10, Capítulo C.21)

La comprobación no procede

Resistencia mínima a flexión de columnas. (NSR-10, Título C)

No se realiza la comprobación debido a la categoría de diseño sísmico de la estructura. ✓

Cortante de diseño para columnas. (NSR-10, Título C)

No se realiza la comprobación debido a la categoría de diseño sísmico de la estructura. ✓

15. DISEÑO TIPO PERFIL RIGIDIZADOR

Barra N831/N95

Perfil: ESTRUC RED 3" x 4.0mm Material: Acero (A572 50ksi)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N831	N95	3.398	10.67	96.34	96.34	192.68
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	3.398	3.398	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	-	-		
C _b	-	-	1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-07 (2007))															Estado
	w / t	T	P	Tr	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x Tr	M _y Tr	M _x V _y	M _y V _x	MT	MP	TPTrMV	
N831/N95	w / t ≤ (w / t) _{Máx.} Cumple	x: 3.398 m η = 1.2	x: 0.425 m η = 3.6	η = 2.3	x: 0 m η = 1.1	x: 3.398 m η = 10.8	η = 0.5	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 2.1	x: 3.398 m η = 11.8	x: 0 m η < 0.1	x: 3.398 m η = 1.4	x: 3.398 m η = 7.7	x: 3.398 m η = 15.3	x: 3.398 m η = 15.3	CUMPLE η = 15.3
Notación: w / t: Limitaciones geométricas T: Resistencia a tracción P: Resistencia a compresión Tr: Resistencia a torsión M _x : Resistencia a flexión alrededor del eje X M _y : Resistencia a flexión alrededor del eje Y V _x : Resistencia a corte en la dirección del eje X V _y : Resistencia a corte en la dirección del eje Y M _x Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión M _y Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión M _x V _y : Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y M _y V _x : Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X MT: Resistencia a flexión combinada con tracción MP: Resistencia a flexión combinada con compresión TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitaciones geométricas (B1)

Se debe satisfacer:



Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co

$$D / t : \underline{22.23} \quad \checkmark$$

Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$(D / t)_{\text{Máx.}} : \underline{259.49}$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (Apéndices A & B, C2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 0.3 \cdot SX + SY$.

Donde:

T_f: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{3.90} \text{ kN}$$

T_c: Resistencia de diseño a tracción.

$$T_c : \underline{331.27} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_n: La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección C2.1 del Apéndice B:

$$T_n : \underline{368.08} \text{ kN}$$

C2.1 Plastificación de la sección bruta.

$$T_n : \underline{368.08} \text{ kN}$$

Donde:

A_g: Área de la sección bruta.

$$A_g : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a compresión (C4)

Se debe satisfacer:



$$\eta_c : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.425 m del nudo N831, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-0.3·SX-SY.

Donde:

$$P_f: \text{Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.} \quad P_f : \underline{4.54} \text{ kN}$$

P_c : Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c : \underline{124.49} \text{ kN}$$

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

$$P_n : \underline{146.46} \text{ kN}$$

Donde:

A_e : Área eficaz de la sección de un tubo circular sometida a compresión.

$$A_e : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$R : \underline{1.00}$$

$$A_o : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Donde:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

D : Diametro exterior del tubo circular.

$$D : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Para

$$F_n : \underline{137.28} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c : \underline{1.48}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_e : Tension elástica de pandeo a flexión calculada según la Sección C4.1.1.

$$F_e : \underline{156.70} \text{ MPa}$$



C4.1.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

F_{crit} : Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de F_{ex} y F_{ey} .

Donde:

$$F_{crit} : \underline{156.70} \text{ MPa}$$

$$F_{ex} : \underline{156.70} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_x : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_x : Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{0.50}$$

L : Longitud de la barra.

$$L : \underline{6.796} \text{ m}$$

$$F_{ey} : \underline{156.70} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y : \underline{30.05} \text{ mm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

E : Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

K_y : Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{0.50}$$

L : Longitud de la barra.

$$L : \underline{6.796} \text{ m}$$

Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} : \underline{0.023} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

Tr_f : Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.

$$Tr_f : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tr_c : Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c : \underline{8.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$



T_{rn} : Resistencia nominal a torsión.

$$T_{rn} : \underline{8.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión.

$$C : \underline{43.35} \text{ cm}^3$$

Donde:

r_2 : Radio exterior del tubo circular.

$$r_2 : \underline{44.45} \text{ mm}$$

r_1 : Radio interior del tubo circular.

$$r_1 : \underline{40.45} \text{ mm}$$

$$F_n : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

Donde:

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X (C3.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N831, para la combinación de acciones 1.4·PP+1.4·CM1.

M_f : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

M_n : La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C3.1.3 Flexión.

$$M_n : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

(a) Para

$$F_c : \underline{431.25} \text{ MPa}$$



Donde:

D: Diámetro exterior del tubo circular.

D : 88.90 mm

t: Espesor.

t : 4.00 mm

E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

S_f : 21.67 cm³

Donde:

I: Momento de inercia.

I : 96.34 cm⁴

r: Radio de la sección circular.

r : 44.45 mm

Resistencia a flexión alrededor del eje Y (C3.1)

Se debe satisfacer:

η_B : 0.108 ✓

M_f: Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

M_f : 0.96 kN·m

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

M_f⁺: Resistencia requerida para flexión positiva.

M_f⁺ : 0.96 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM1+1.6·V2.

M_f⁻: Resistencia requerida para flexión negativa.

M_f⁻ : 0.38 kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión.

M_c : 8.88 kN·m

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

ϕ_b : 0.95

M_n: La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado C3.1.3.

M_n : 9.35 kN·m

C3.1.3 Flexión.

M_n : 9.35 kN·m

Donde:

(a) Para

F_c : 431.25 MPa

Donde:

Calle 5 # 3-21 centro Palmar Santander

alcaldía@palmar-santander.gov.co



D: Diámetro exterior del tubo circular.

D : 88.90 mm

t: Espesor.

t : 4.00 mm

E: Módulo de Young.

E : 203000.00 MPa

F_y: Límite elástico del acero.

F_y : 345.00 MPa

S_f : 21.67 cm³

Donde:

I: Momento de inercia.

I : 96.34 cm⁴

r: Radio de la sección circular.

r : 44.45 mm

Resistencia a corte en la dirección del eje X (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1+0.8·V1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

V_f : 0.42 kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

V_c : 92.73 kN

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante.

φ_v : 0.90

V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos.

V_n : 103.03 kN

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

V_n : 103.03 kN

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

F_{cr} : 207.00 MPa

F_{cr} : 703.07 MPa

Donde:



E: Módulo de Young. **E :** 203000.00 MPa
L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga. **L_v :** 6795.77 mm
D: Diametro exterior del tubo circular. **D :** 88.90 mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal. **t :** 3.72 mm

F_{cr} : 1355.35 MPa

Donde:

E: Módulo de Young. **E :** 203000.00 MPa
D: Diametro exterior del tubo circular. **D :** 88.90 mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal. **t :** 3.72 mm

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared. **A :** 9.95 cm²

Resistencia a corte en la dirección del eje Y (C3.2)

Se debe satisfacer:

η_v : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N831, para la combinación de acciones 1.4·PP+1.4·CM1.

Donde:

V_f: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD. **V_f :** 0.16 kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante.

V_c : 92.73 kN

Donde:

φ_v: Factor de resistencia para cortante. **φ_v :** 0.90
V_n: Resistencia nominal a corte, calculada según el Capítulo G-6 ANSI/AISC 360-05 (LRFD), ya que la norma AISI S100-07 (2007) no contempla esta comprobación para tubos cilíndricos. **V_n :** 103.03 kN

Para tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-6).

V_n : 103.03 kN

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores: **F_{cr} :** 207.00 MPa



$$F_{cr} : \underline{703.07} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.	E : <u>203000.00</u> MPa
L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga.	L_v : <u>6795.77</u> mm
D: Diámetro exterior del tubo circular.	D : <u>88.90</u> mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.	t : <u>3.72</u> mm

$$F_{cr} : \underline{1355.35} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de Young.	E : <u>203000.00</u> MPa
D: Diámetro exterior del tubo circular.	D : <u>88.90</u> mm
t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal.	t : <u>3.72</u> mm

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared.	A : <u>9.95</u> cm ²
--	--

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.021} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N831, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

M_f: Resistencia requerida para flexión negativa.	M_f : <u>0.09</u> kN·m
--	---

M_c: Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.	M_c : <u>8.88</u> kN·m
--	---

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R : \underline{0.51}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.	x : <u>0.20</u> mm
---	---------------------------

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.	y : <u>44.44</u> mm
---	----------------------------

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.



$$f_{bx} : \underline{-4.29} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{4.12} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (C3.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B : \underline{0.118} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM1 + 1.6\cdot Q1 + 0.8\cdot V1$.

Donde:

M_f : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f : \underline{0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión, según C3.1.

$$M_c : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

R : Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R : \underline{0.91}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x : Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{44.44} \text{ mm}$$

y : Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{0.20} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{-44.14} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{Tr} : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{4.12} \text{ MPa}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (C3.3)

Se debe satisfacer:



$$\eta < \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N831, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.000}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R} : \underline{0.51}$$

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fx} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X.

$$\mathbf{M}_{cx} : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{fy}: Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{V}_{fy} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

V_{cy}: Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y.

$$\mathbf{V}_{cy} : \underline{92.73} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (C3.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta : \underline{0.014}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$\mathbf{R} : \underline{0.91}$$

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$\mathbf{M}_{fy} : \underline{0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y.

$$\mathbf{M}_{cy} : \underline{8.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



V_{fx} : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_{fx} : \underline{0.42} \text{ kN}$$

V_{cx} : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X.

$$V_{cx} : \underline{92.73} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión combinada con tracción (C5.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f : \underline{0.077} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.055} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM1 + 1.6 \cdot V2$.

Donde:

$$\eta_f : \underline{0.077}$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_x : \underline{0.65}$$

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_y : \underline{0.92}$$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nxt} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ftx} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy} : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$x_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$y_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



$$M_{nyt} : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} : \underline{21.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

I_{xy} : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

x_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$x_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

y_t : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$y_t : \underline{44.45} \text{ mm}$$

F_y : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{1.27} \text{ kN}$$

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{368.08} \text{ kN}$$

$$\eta : \underline{0.055}$$

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_x : \underline{0.65}$$

R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.

$$R_y : \underline{0.92}$$

ϕ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$\phi_{bx} : \underline{0.95}$$

M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.

$$M_{nx} : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ϕ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$\phi_{by} : \underline{0.95}$$

M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.

$$M_{ny} : \underline{9.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ϕ_t : Factor de resistencia para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

T_f : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

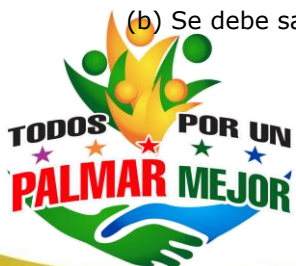
$$T_f : \underline{1.27} \text{ kN}$$

T_n : Resistencia nominal a tracción, según la Sección C2.

$$T_n : \underline{368.08} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión combinada con compresión (C5.2.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si



$$\eta : \underline{0.153} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

R_x : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_x : <u>0.40</u>
R_y : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según C3.6.	R_y : <u>0.91</u>
φ_c : Factor de resistencia para compresión.	φ_c : <u>0.85</u>
P_f : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.	P_f : <u>2.30</u> kN
P_n : Resistencia nominal a compresión según la Sección C4.	P_n : <u>146.46</u> kN
φ_{bx} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.	φ_{bx} : <u>0.95</u>
M_{fx} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fx} : <u>0.06</u> kN·m
M_{nx} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección C3.1.	M_{nx} : <u>9.35</u> kN·m
φ_{by} : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.	φ_{by} : <u>0.95</u>
M_{fy} : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.	M_{fy} : <u>0.96</u> kN·m
M_{ny} : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección C3.1.	M_{ny} : <u>9.35</u> kN·m

Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.153} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM1 + 1.6 \cdot Q1 + 0.8 \cdot V1$.

Donde:

f_c: Tensión normal debida a compresión, calculada utilizando el área de la sección

bruta.



$$f_a : \underline{2.15} \text{ MPa}$$

Donde:

P_f: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{2.30} \text{ kN}$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{10.67} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-44.44} \text{ mm}$$

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{0.20} \text{ mm}$$

f_{bx}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fx}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{-0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_x: Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{by}: Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y.

$$f_{by} : \underline{44.14} \text{ MPa}$$

Donde:

M_{fy}: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{96.34} \text{ cm}^4$$

f_{vx}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

f_{vy}: Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{-0.24} \text{ MPa}$$

f_{Tr}: Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{-4.12} \text{ MPa}$$

F_a: Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{116.69} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_c: Factor de resistencia para compresión.

$$\phi_c : \underline{0.85}$$

F_n: Tensión crítica nominal de pandeo, calculada según el Capítulo C4.

$$F_n : \underline{137.28} \text{ MPa}$$

F_{bx}, **F_{by}**: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{327.75} \text{ MPa}$$

Donde:

φ_b: Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.95}$$

F_y: Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

F_{Vx}, **F_{Vy}**: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

$$F_{Vy} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$



Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

F_y : Límite elástico del acero.

F_{Tr} : Resistencia a torsión de la sección.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$F_{Tr} : \underline{179.27} \text{ MPa}$$

Donde:

ϕ_{Tr} : Factor de resistencia para torsión.

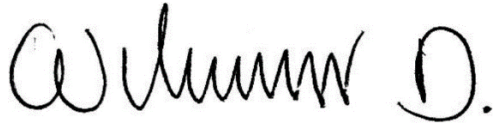
F_y : Límite elástico del acero.

$$\phi_{Tr} : \underline{0.90}$$

$$F_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$



DISEÑÓ:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Wilmer D.", written in a cursive style. The signature is positioned above a horizontal line.

**WILMER FERNANDO DUARTE VALENZUELA
INGENIERO CIVIL
LICENCIA PROFESIONAL: 68202-255946 STD**