



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

TRABAJO PRÁCTICO FINAL INTEGRADOR
“CERRAMIENTO METÁLICO - DESCARGA DE VAGONES”

Alumno:
VENERANDA, Guillermo Bruno

NOVIEMBRE 2024



TRABAJO PRÁCTICO FINAL INTEGRADOR



1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA.....	4
3	MATERIALES.....	6
4	NORMAS Y REGLAMENTOS	6
5	ESQUEMA ESTRUCTURAL.....	7
6	ESTUDIO DE SUELOS	8
7	ANÁLISIS DE CARGAS.....	10
7.1	CARGAS PERMANENTES	10
7.2	SOBRECARGA MÍNIMA DE CUBIERTA.....	10
7.3	SOBRECARGA	10
7.4	VIENTO.....	11
7.4.1	DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	11
7.4.2	CÁLCULO DE PRESIONES	14
8	COMBINACIONES DE CARGAS	19
8.1	ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (ELS).....	19
8.2	ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS (ELU)	19
9	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	20
9.1	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	20
9.2	APLICACIÓN DE CARGAS AL MODELO DE CÁLCULO.....	21
9.3	COMBINACIONES DE CARGAS CONSIDERADAS.....	25
9.3.1	COMBINACIONES EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS).....	25
9.3.2	COMBINACIONES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)	26
10	SOLICITACIONES Y DIMENSIONAMIENTO	27
10.1	FUNDACIONES	27
10.1.1	PILOTES	27
10.1.2	FUSTES	32
10.2	CORREAS CERRAMIENTO	35
10.2.1	CORREAS LATERALES	35
10.2.2	CORREAS CUBIERTA.....	38
10.3	ESTRUCTURA PRINCIPAL	41
10.3.1	PÓRTICO METÁLICO	41
10.3.2	PUNTALES	48
10.3.3	DIAGONALES	50
10.4	PLATAFORMA MANTENIMIENTO	51
10.4.1	VIGA SOPORTE PLATAFORMA.....	52



TRABAJO PRÁCTICO FINAL INTEGRADOR



10.4.2	PUNTALES	53
10.4.3	LARGUEROS	54
10.4.4	SELECCIÓN DE REJILLA DE PISO	55
11	UNIONES PRINCIPALES	57
11.1	UNIÓN PARA FUTURA AMPLIACIÓN	57
11.1.1	INTRODUCCIÓN	57
11.1.2	DIMENSIONAMIENTO	58
11.2	BASE METÁLICA	63
11.2.1	INTRODUCCIÓN	63
11.2.2	DIMENSIONAMIENTO	63
11.3	UNIÓN DIAGONALES LATERALES Y DE CUBIERTA	72
11.3.1	INTRODUCCIÓN	72
11.3.2	DIMENSIONAMIENTO	72
11.4	VERIFICACIÓN NUDOS	78
11.4.1	INTRODUCCIÓN	78
11.4.2	VERIFICACIÓN MEDIANDE ELEMENTOS FINITOS	79
11.4.3	VERIFICACIÓN NUMÉRICA	86
12	ANEXO 1: ALTERNATIVA REEMPLAZO DE CORREAS DE CUBIERTA	90

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto elegido para el presente trabajo práctico es la estructura de cerramiento de una descarga de vagones de ferrocarril. El mismo se encuentra basado en una obra real ya ejecutada la cual se ubica dentro de una terminal portuaria en la localidad de Timbúes, Santa Fé.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

Se trata de una estructura metálica la cual se conforma por 9 pórticos separados entre sí 6.40m. Se adopta dicha modulación para que coincida con la geometría de la descarga, la cual ya se encuentra definida con anterioridad.

El cerramiento posee unas dimensiones en planta de 51.20m entre ejes de los pórticos extremos, y 8.00m entre ejes de columnas del mismo pórtico.

La tipología de la cubierta es a dos aguas con una pendiente de aproximadamente 19° , para disminuir la acumulación de polvo sobre la misma. Las columnas tienen una altura de 8.00m (considerando los fustes de hormigón de 2.15m) y la cubierta alcanza en el centro una altura de 9.50m, ambas alturas respecto a la vereda exterior cuyo nivel es +23.75 referido al nivel +0.00 de proyecto.

El cliente indicó que se debe contemplar una posible ampliación en altura de la estructura de cerramiento para permitir la colocación de un equipo soplador futuro. La misma se realizará en una segunda etapa e implica un aumento de 2.50m en la altura de las columnas resultando así en una altura de 12.00m en la cumbre. Se tendrá en cuenta para el cálculo de la estructura y el diseño de uniones.

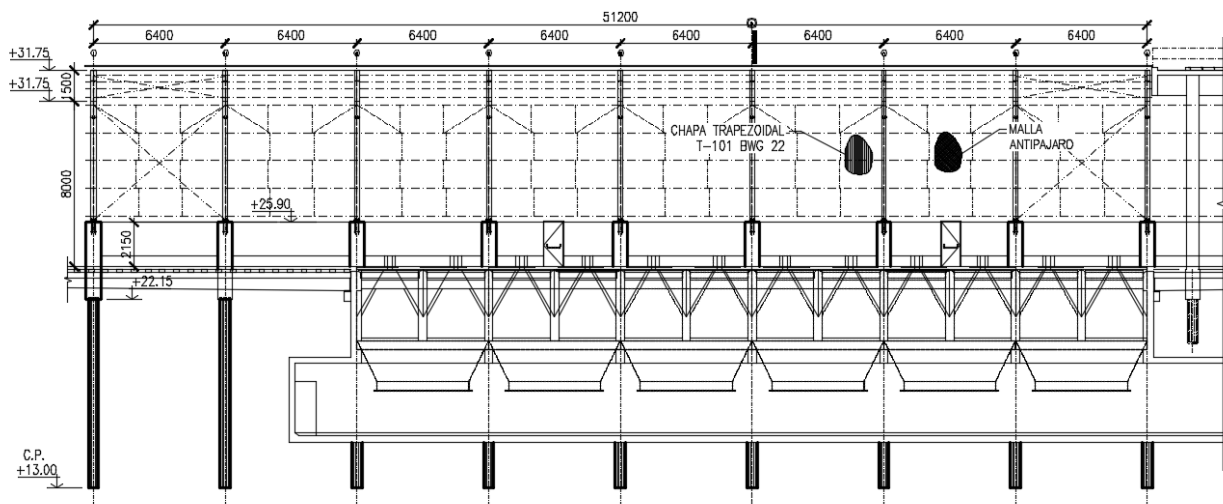
En el interior de la estructura, sobre uno de los laterales se colocan ménsulas para instalar una plataforma de servicio.

En los laterales de la estructura, se tiene un muro entre los fustes hasta una altura de 2.15m.

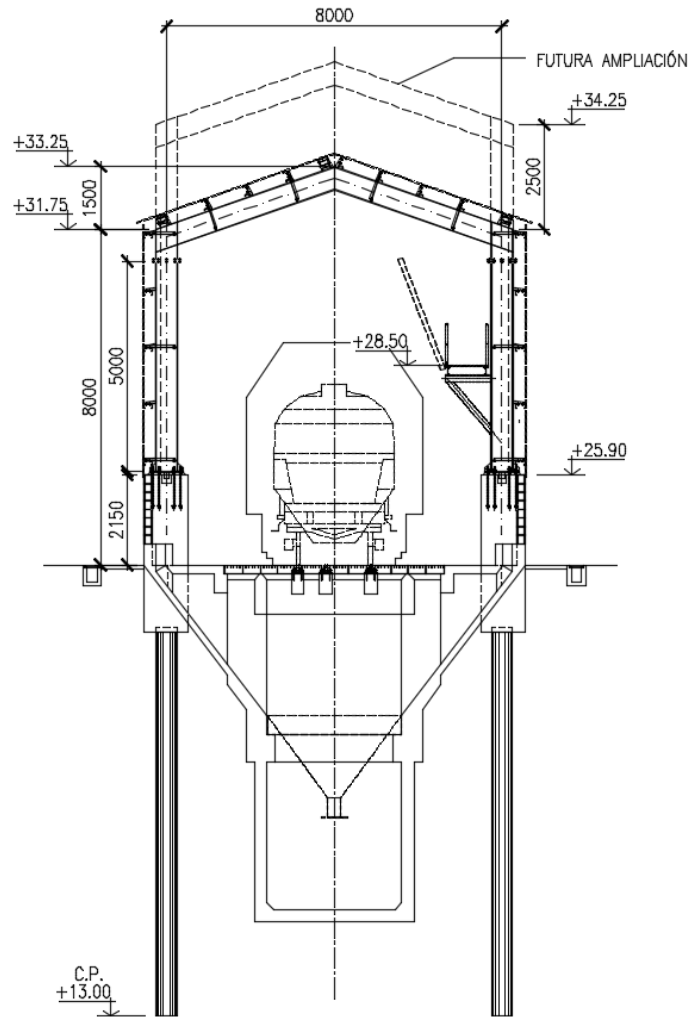
Las fundaciones se resuelven mediante monopilotes de $\varnothing 0.50\text{m}$ cuya punta se encuentra a cota +13.00.

La geometría se presenta a continuación.

CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



En el **plano 000** se presentan las especificaciones del proyecto.

En los **planos 001 a 003** se presentan los planos generales y de detalle de la estructura.

En el **plano 004** se presenta la armadura de fundaciones.

3 MATERIALES

Los materiales utilizados son:

- Hormigón Armado de fundaciones y fustes:
 - *Hormigón* H-30 (s/CIRSOC 201-2005)
 - *Acero en barras* ADN 420 (IRAM-IAS U500-528)
- Acero de perfiles:
 - *Perfiles LPN:* F-24 (IRAM-IAS U500-503)
 - *Perfiles UPN:* F-24 (IRAM-IAS U500-503)
 - *Perfiles W:* F-36 (A572-Gr50 / IRAM-IAS U500-503)
 - *Placas Perfiles Armados:* F-36 (IRAM-IAS U500-42)
 - *Placas Unión:* F-36 (IRAM-IAS U500-42)
 - *Perfiles plegados C:* F-26 (IRAM-IAS U500-180)
 - *Tubos con costura:* ZAR-250 (IRAM-IAS U500-214)
TE-22 (IRAM-IAS U500-2592)
- Bulones:
 - *Bulones:* ASTM A325 / A325M / ISO 8.8
- Varillas roscadas:
 - *Anclajes bases:* SAE 1010 (Fy min: 180 MPa; Fu min: 320 MPa)
u otra denominación que cumpla las tensiones especificadas - Galvanizadas Plateadas

4 NORMAS Y REGLAMENTOS

Se siguen los siguientes reglamentos para el dimensionamiento:

- **CIRSOC 101 - 2005:** *Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*
- **CIRSOC 102 - 2005:** *Acción del Viento sobre las Construcciones*
- **CIRSOC 201 – 2005:** *Estructuras de Hormigón*
- **CIRSOC 301 – 2005:** *Estructuras de Acero para Edificios*
- **CIRSOC 303 – 2009:** *Elementos Estructurales de Acero de Sección Abierta Conformados en Frío*
- **CIRSOC 304 – 2007:** *Soldadura en estructuras de acero*
- **CIRSOC 305 – 2007:** *Uniones estructurales con bulones de alta resistencia*

Otra bibliografía consultada:

- **AISC Design Guide 16** – *Flush and extended Multiple-Row Moment End-Plate Connections*
(American Institute of Steel Construction)
- **AISC Design Guide 1** – *Column Base Plates and Anchor Design* (American Institute of Steel Construction)
- **Joints in Steel Construction** – *Moment Connections* (The Steel Construction Institute y The British Constructional Steelwork Association)

5 ESQUEMA ESTRUCTURAL

El esquema estructural de la nave se plantea mediante pórticos con un vano de 8.00m, separados 6.40m entre si.

Las columnas se consideran empotradas en su base (según su mayor inercia, coincidente con el sentido del pórtico) a los fustes de hormigón y a los pilotes, y también empotradas en su parte superior en el nudo “viga – columna”.

El empotramiento en la base permite reducir las deformaciones horizontales a la vez que distribuye las solicitaciones, con lo cual se logra optimizar las secciones y reducir el peso de la estructura, lo que se traduce finalmente en un menor costo.

Se prevé ejecutar los fustes de la estructura del cerramiento en la misma etapa que la estructura de la descarga, por lo que se utilizará a la misma para arriostrar lateralmente a los pilotes.

Se colocarán tornapuntas en columnas y vigas para reducir la longitud no arriostrada del ala interior y mejorar su estabilidad.

La estructura posee arriostramientos en cubierta y laterales, materializados a través de diagonales y puntales, los cuales proveen la estabilidad en sentido longitudinal de la estructura.

En sentido transversal de la estructura, los pórticos son los que aportan la estabilidad a través de la continuidad en los nudos y empotramiento en los fustes. Se disponen diagonales en ambos planos de la cubierta para uniformizar/repartir las deformaciones transversales entre los distintos pórticos.

6 ESTUDIO DE SUELOS

Se extraen los siguientes datos del estudio de suelos realizado para la obra en cuestión en la zona de la descarga:

Perf.	Coordenadas		Cota superficie del terreno (m.)	Cota fondo perforación (m.)	Prof. (m.)
	S	W			
P39	32° 37' 23,3"	60° 45' 37,2"	+22,60	-2,37	24,97
P40	32° 37' 22,8"	60° 45' 35,4"	+22,60	-2,37	24,97
P41	32° 37' 22,6"	60° 45' 07,3"	+22,50	-2,45	24,95

El nivel de la napa de agua freática fue detectado a cota +8,30 m. aproximadamente. Este nivel puede variar influenciado por el nivel de agua en el Río Paraná.

Muestra	Cota (m)	ω (%)	γ_h (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	e	ϵ_r (%)	σ_3 (kPa)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	C_u (kPa)	ϕ_u (°)
P39M4	+19,68	22,4	19,25	15,73	0,67	2,6	50	642	175	25°
						3,3	100	713		
						5,0	200	850		
P39M10	+13,68	22,4	19,72	16,11	0,63	3,3	50	637	225	16°
						4,3	100	616		
						6,0	200	752		
P40M7	+16,68	24,6	19,47	15,63	0,68	3,9	50	311	104	16°
						7,4	100	362		
						12,7	200	421		

ω : Contenido natural de humedad.

γ_h : Peso específico húmedo.

γ_d : Peso específico seco.

e : Relación de vacíos.

ϵ_r : Deformación específica de rotura.

En la siguiente tabla se resumen los valores de tensiones admisibles de punta, fricción lateral y coeficientes de balasto horizontal que se pueden adoptar en el diseño:

Entre cotas	σ_p (kPa)		f_a (kPa)	k_h (MPa/m)
	$D_{ens} \leq 1,20$	$1,20 < D_{ens} \leq 1,80$		
+20,00 m. y +17,50 m.	--	--	10	12/B
+17,50 m. y +9,70 m.	--	--	25	30/B
+9,70 m. y +1,00 m.	--	--	30	45/B
A cota +13,60 m.	1200	900	--	--
A cota +10,00 m.	1700	1400	--	--
A cota $\pm 0,00$ m.	3200		--	--

Donde: B es el diámetro del pilote, en metros.

D_{ens} es el diámetro del ensanche, en metros.

Cuando no hay ensanche, es igual al diámetro del pilote. No se tendrá en cuenta la fricción en toda la longitud del pilote afectada por el ensanche, calculada según la siguiente expresión:

$$L_{ens} = B + tg 60^\circ \times \frac{B}{2} \times \left(\frac{D_{ens}}{B} - 1 \right)$$

Donde: L_{ens} es la longitud del pilote afectada por el ensanche, en metros.

Se detectaron los siguientes tipos de suelos:

Suelos Tipo I: Arcillas o limos arcillosos de alta plasticidad (CH y MH), de consistencia media a firme (Ia) o muy firme (Ib).

Suelos Tipo II: Arcillas y limos de baja plasticidad (CL y ML), de consistencia media a firme (IIa) o muy firme (IIb).

Suelos Tipo III: Limos y limos arenosos no plásticos o de muy baja plasticidad (ML) de consistencia muy firme a dura.

Suelos Tipo IV: Arcillas limosas y limos arcillosos de baja plasticidad (CL, ML y CL-ML) de consistencia dura o muy dura.

Suelos Tipo V: Arenas finas limosas (SM) o limos arenosos no plásticos (ML), densos o muy densos.

Se indican en la siguiente tabla los rangos de cotas en que se detectó cada tipo de suelos en las distintas perforaciones:

Perf.	Suelo Tipo									
	Ia	Ib	IIa	IIb	III	IV	V			
P39	+22,60	+16,00	-	+20,00	+11,00	+7,80	+1,00			
	+20,00	+14,00		+16,00						
				+14,00				+7,80	+1,00	-2,40
				+11,00						
P40	+22,60	+14,10	+21,50	+17,00	+12,10	+2,20	+1,00			
	+21,50	+12,10	+17,00	+14,10	+2,20	+1,00	-2,40			
P41	+22,60	-	+21,10	+19,00	+13,10	+17,00	+1,00			
	+21,10		+19,00	+17,00	+9,80	+13,10	-2,40			
						+17,00	+9,80	+1,00		

7 ANÁLISIS DE CARGAS

7.1 CARGAS PERMANENTES

- DEAD: Peso propio de la estructura.
Es considerado automáticamente por el software de cálculo.
 - γ_{acero} : **7.85 t/m³**
 - $\gamma_{\text{hormigón}}$: **2.50 t/m³**Se incrementará en un 10% en el peso de los elementos de acero modelados.
- D: Cargas permanentes.
Contempla el peso de los elementos no modelizados de cerramiento (como la chapa y las correas) y la rejilla de piso de la plataforma de mantenimiento
 - Se consideran **15.00 kg/m²** para cargas de cerramiento
 - Se consideran **21.00 kg/m²** para considerar el peso de la rejilla de piso adoptada: TS404021. Al final de este documento dentro del apartado correspondiente al dimensionamiento de la plataforma se presenta el catálogo justificando la selección realizada.

7.2 SOBRECARGA MÍNIMA DE CUBIERTA¹

- SPRFV: Sistema principal resistente a la fuerza de viento
 $At = 6.40\text{m} \times 8\text{m} = 51.2\text{m}^2$
 $19\text{ m}^2 < At < 56\text{ m}^2$
 - $R1 = 1.2 - 0.01076 * At = 0.649$
Pendiente: 19° (34.43%)
 $F = 0.12 \times 34.43 = 4.132$
 $4 < F < 12$
 - $R2 = 1.2 - 0.05 F = 0.993$
 - $Lr = 0.096 R1 R2 = \mathbf{0.062\text{ t/m}^2}$
- C&R: Componentes y revestimientos
Se considera que la separación de las correas se encuentra entre 1m y 1.25m, por lo que el área tributaria determinante es:

$$At = 6.40\text{m} \times 6.40/3 = 13.65\text{m}^2$$
$$At < 19\text{ m}^2$$

- $R1 = 1$
Pendiente: 19° (34.43%)
 $F = 0.12 \times 34.43 = 4.132$
 $4 < F < 12$
 - $R2 = 1.2 - 0.05 F = 0.993$
- $Lr = 0.096 R1 R2 = \mathbf{0.095\text{ t/m}^2}$

7.3 SOBRECARGA²

- L: Sobrecarga sobre plataforma de servicio Se considera una sobrecarga de **0.30 t/m²**

¹ CIRSOC 101-2005 – Ver 4.9.1. Cubiertas planas, horizontales o con pendiente y curvas

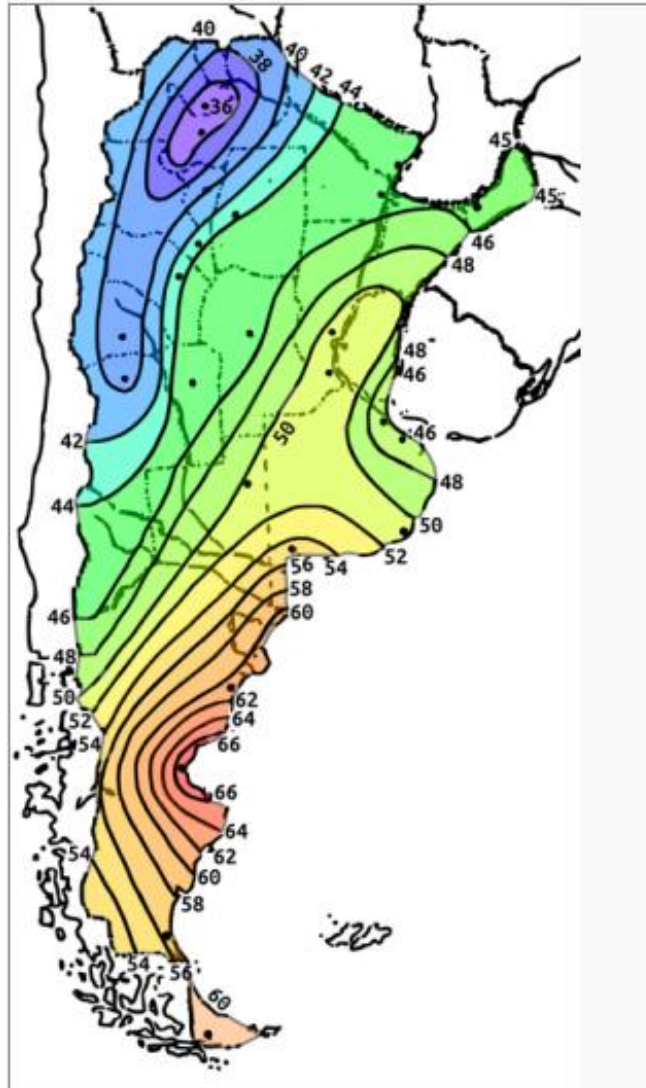
² CIRSOC 101-2005 – Ver tabla 4.1

7.4 VIENTO³

7.4.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

Se consideran los siguientes parámetros para el cálculo de las presiones de viento:

- VELOCIDAD BÁSICA DE VIENTO:



Ubicación: Terminal Portuaria en Timbúes, Santa Fé.
Se considera una velocidad de 50 m/s

- CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN:

EXPOSICIÓN C: Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

³ CIRSOC 102-2005 – Ver Capítulo 5. Método 2 – Procedimiento analítico.

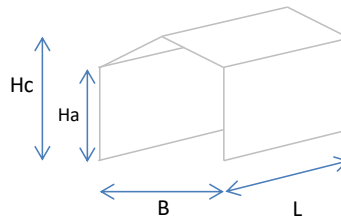
- CATEGORÍA Y FACTOR DE IMPORTANCIA:
Si se considera únicamente el riesgo que implica la falla de la estructura para la vida humana (bajo riesgo para la vida humana), la misma podría encuadrarse dentro de la “**CATEGORÍA I**” ya que la ocupación es muy baja.

Sin embargo, teniendo en cuenta el impacto económico que implicaría no poder operar la descarga por haber fallado la estructura de cerramiento, se decide clasificar a la misma como “**CATEGORÍA II**”.

Por lo tanto, el factor de importancia asociados es **I=1**.
- TOPOGRAFÍA:
No existen cambios abruptos en la topografía. **Kzt = 1**
- FACTOR DE DIRECCIONALIDAD:
Tanto para el SPRFV como para C&R, según lo indicado en la Tabla 6 del CIRSOC 102-2005, se considera **Kd = 0.85**
- TIPO DE CUBIERTA:
A dos aguas
- FACTOR DE RÁFAGA:
Se considera un factor de ráfaga **G=0.85**
- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL GRADO DE CERRAMIENTO DEL EDIFICIO

Nota: La clasificación determinada implica que la pared recibe presión externa positiva (a barlovento)
El edificio puede tener diferentes clasificaciones según la dirección de viento analizada.

B = 8.0 m
Ha = 8.0 m
Hc = 9.5 m
L = 50.0 m
Cubierta = 2 aguas



				<u>Resumen Clasificación</u>	
				CIRSOC 102-2005	
<u>Pared 1:</u>				Edificio Cerrado	
Área Frontis = 70	m ²	Ag = 70	m ²	Agi = 1297	m ²
Abertura Frontis = 70	m ²	Ao = 70	m ²	Aoi = 70	m ²
<u>Pared 2:</u>				CIRSOC 102-2005	
Área Contrafrontis = 70	m ²	Ag = 70	m ²	Agi = 1297	m ²
Abertura Contrafrontis = 70	m ²	Ao = 70	m ²	Aoi = 70	m ²
<u>Pared 3:</u>				CIRSOC 102-2005	
Área Lateral 1 = 400	m ²	Ag = 400	m ²	Agi = 967	m ²
Abertura Lateral 1 = 0	m ²	Ao = 0	m ²	Aoi = 140	m ²
<u>Pared 4:</u>				CIRSOC 102-2005	
Área Lateral 2 = 400	m ²	Ag = 400	m ²	Agi = 967	m ²
Abertura Lateral 2 = 0	m ²	Ao = 0	m ²	Aoi = 140	m ²
<u>Cubierta:</u>					
Área Cubierta = 427	m ²	Ag = 427	m ²	Agi = 940	m ²
Abertura Cubierta = 0	m ²	Ao = 0	m ²	Aoi = 140	m ²
<hr/>					
Superficie Total = 1367	m ²	Ag = 1367	m ²		
Superficie Total Aberturas = 140	m ²	Ao = 140	m ²		

CIRSOC 102-2005

CLASIFICACIÓN PARED 1: Edificio Cerrado

Para "Edificio Abierto" : (debe cumplirse en todas las paredes)

a) $A_o \geq 0.8 A_g$						<u>Edif. Completo</u>
70.0 m ²	≥	56 m ²	Cumple			No Cumple

Para "Edificio Parcialmente Cerrado" :

a) $A_o > 1.10 A_{oi}$						Cumple
70.0 m ²	≤	77 m ²	No Cumple			
b') $A_o > \text{MIN}(0.4\text{m}^2; 0.01 A_g)$						
70.0 m ²	>	0.40 m ²	Cumple			Cumple
b'') $A_{oi} / A_{gi} \leq 0.20$						
0.05	≤	0.20	Cumple			

Para "Edificio Cerrado" : Si no se cumplen las dos anteriores, es decir, si no es ni abierto ni parcialmente cerrado.

CIRSOC 102-2005

CLASIFICACIÓN PARED 2: Edificio Cerrado

Para "Edificio Abierto" : (debe cumplirse en todas las paredes)

a) $A_o \geq 0.8 A_g$					
70.0 m ²	≥	56 m ²	Cumple		

Para "Edificio Parcialmente Cerrado" :

a) $A_o > 1.10 A_{oi}$						Cumple
70.0 m ²	≤	77 m ²	No Cumple			
b') $A_o > \text{MIN}(0.4\text{m}^2; 0.01 A_g)$						
70.0 m ²	>	0.40 m ²	Cumple			Cumple
b'') $A_{oi} / A_{gi} \leq 0.20$						
0.05	≤	0.20	Cumple			

Para "Edificio Cerrado" : Si no se cumplen las dos anteriores, es decir, si no es ni abierto ni parcialmente cerrado.

CIRSOC 102-2005

CLASIFICACIÓN PARED 3: Edificio Cerrado

Para "Edificio Abierto" : (debe cumplirse en todas las paredes)

a) $A_o \geq 0.8 A_g$					
0.0 m ²	<	320 m ²	No Cumple		

Para "Edificio Parcialmente Cerrado" :

a) $A_o > 1.10 A_{oi}$						No Cumple
0.0 m ²	≤	154 m ²	No Cumple			
b') $A_o > \text{MIN}(0.4\text{m}^2; 0.01 A_g)$						
0.0 m ²	≤	0.40 m ²	No Cumple			No Cumple
b'') $A_{oi} / A_{gi} \leq 0.20$						
0.14	≤	0.20	Cumple			

Para "Edificio Cerrado" : Si no se cumplen las dos anteriores, es decir, si no es ni abierto ni parcialmente cerrado.

CIRSOC 102-2005

CLASIFICACIÓN PARED 4: Edificio Cerrado

Para "Edificio Abierto" : (debe cumplirse en todas las paredes)

a) $A_o \geq 0.8 A_g$					
0.0 m ²	<	320 m ²	No Cumple		

Para "Edificio Parcialmente Cerrado" :

a) $A_o > 1.10 A_{oi}$						No Cumple
0.0 m ²	≤	154 m ²	No Cumple			
b') $A_o > \text{MIN}(0.4\text{m}^2; 0.01 A_g)$						
0.0 m ²	≤	0.40 m ²	No Cumple			No Cumple
b'') $A_{oi} / A_{gi} \leq 0.20$						
0.14	≤	0.20	Cumple			

Para "Edificio Cerrado" : Si no se cumplen las dos anteriores, es decir, si no es ni abierto ni parcialmente cerrado.

7.4.2 CÁLCULO DE PRESIONES

Geometría

Elevación sobre terreno: **0.00 m**
 Ancho: **9.00 m**
 Longitud: **51.20 m**
 Altura de alero: **10.50 m**
 Altura de cumbrera: **12.00 m**
 Tipo de cubierta: **Cubierta a Dos Aguas**
 Categoría: **II**
 Clasificación de cerramiento: **Cerrado**

Viento

Velocidad básica: **50.00 m/s**
 Categoría de exposición: **C**

Topografía

Topografía no considerada.

Parámetros de cálculo

Ángulo de cubierta: **18.43°**
 Altura media de cubierta: **11.25 m**
 Coeficiente de presión interna, GCpi: **±0.18**
 Factor de direccionalidad, Kd: **0.85**

Constantes de exposición del terreno

α	Zg (m)	\hat{a}	\hat{b}	$\bar{\alpha}$	\bar{b}	c	ℓ (m)	$\bar{\epsilon}$	Zmin (m)
9.5	274	0.11	1	0.15	0.65	0.2	152	0.2	4.6

Factor de ráfaga

Se adopta el factor de ráfaga igual a 0.85 de acuerdo al artículo 5.8.1.

Factor de ráfaga: **0.85**

Factor topográfico

Factor topográfico, Kzt: **1**

PRESIONES - SPRFV

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA

PARED BARLOVENTO						
Alturas (m)	Kz	Kzt	Cp	qz (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
0	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
1	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
2	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
3	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
4	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
5	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
6	0.90	1.00	0.80	119.43	56.67	105.75
7	0.93	1.00	0.80	123.37	59.35	108.43
8	0.96	1.00	0.80	126.88	61.74	110.82
9	0.98	1.00	0.80	130.07	63.91	112.99
10	1.00	1.00	0.80	132.99	65.89	114.97
10.5	1.01	1.00	0.80	134.36	66.83	115.90
11	1.02	1.00	0.80	135.68	67.73	116.80
11.25	1.03	1.00	0.80	136.33	68.16	117.24
12	1.04	1.00	0.80	138.19	69.43	118.51

Referencia: Figura 3 (cont.)

PARED LATERAL						
Alturas (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.70	136.33	-105.65	-56.58

Referencia: Figura 3 (cont.)

PARED SOTAVENTO						
Alturas (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.20	136.33	-47.71	1.36

Referencia: Figura 3 (cont.)

CUBIERTA						
Distancias (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
0 a 5.625	1.03	1.00	-0.90	136.33	-128.83	-79.75
5.625 a 11.25	1.03	1.00	-0.90	136.33	-128.83	-79.75
11.25 a 22.5	1.03	1.00	-0.50	136.33	-82.48	-33.40
22.5 a 51.2	1.03	1.00	-0.30	136.33	-59.30	-10.22

Referencia: Figura 3 (cont.)

VIENTO NORMAL A LA CUMBRERA

PARED BARLOVENTO						
Alturas (m)	Kz	Kzt	Cp	qz (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
0	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
1	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
2	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
3	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
4	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
5	0.87	1.00	0.80	114.93	53.61	102.69
6	0.90	1.00	0.80	119.43	56.67	105.75
7	0.93	1.00	0.80	123.37	59.35	108.43
8	0.96	1.00	0.80	126.88	61.74	110.82
9	0.98	1.00	0.80	130.07	63.91	112.99
10	1.00	1.00	0.80	132.99	65.89	114.97
10.5	1.01	1.00	0.80	134.36	66.83	115.90

Referencia: Figura 3 (cont.)

PARED LATERAL						
Alturas (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.70	136.33	-105.65	-56.58

Referencia: Figura 3 (cont.)

PARED SOTAVENTO						
Alturas (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.50	136.33	-82.48	-33.40

Referencia: Figura 3 (cont.)

CUBIERTA BARLOVENTO - CASO A						
Distancias (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.79	136.33	-116.53	-67.46

Referencia: Figura 3 (cont.)

CUBIERTA BARLOVENTO - CASO B						
Distancias (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	0.00	136.33	-24.54	24.54
Referencia: Figura 3 (cont.)						
CUBIERTA SOTAVENTO						
Distancias (m)	Kh	Kzth	Cp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
Total	1.03	1.00	-0.60	136.33	-94.07	-44.99
Referencia: Figura 3 (cont.)						

Notas:

- pn[+GCpi] corresponde a los valores de presión considerando presión interna positiva
- pn[-GCpi] corresponde a los valores de presión considerando presión interna negativa
- Las presiones positivas actúan hacia la superficie y las presiones negativas actúan desde la superficie (succión).
- El frontis y contrafrontis no poseen chapeado.
 - Para viento paralelo a la cumbrera, estas caras corresponden a las paredes a barlovento y sotavento. Se considerará una carga actuante sobre el lateral de los perfiles del primer pórtico a barlovento y una carga de fricción sobre el chapeado.
 - Para viento normal a la cumbrera, estas caras se corresponden con las paredes laterales, para este caso no se aplicarán cargas sobre los perfiles.

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA - FRICCIÓN SOBRE CHAPEADO

Debido a que el frontis y contrafrontis no poseen chapeado, se considera una fuerza de fricción actuando sobre la totalidad de las superficies interior y exterior de los chapeados laterales y de cubierta.

Se considera un coeficiente de empuje por **fricción de 0.02**, correspondiente a **“Superficies con ondulaciones transversales a la dirección del viento”⁴**.

Para el cálculo de la carga de fricción se considerará el mayor valor entre el obtenido considerando presión interna positiva y presión interna negativa.

Para los laterales resulta: $0.106\text{t/m}^2 \times 0.02 = 0.0021\text{ t/m}^2 = 2.1\text{ kg/m}^2$

Para la cubierta resulta: $0.129\text{t/m}^2 \times 0.02 = 0.0026\text{ t/m}^2 = 2.6\text{ kg/m}^2$

Se considerará **pf [t/m²] = 2.5 kg/m²** tanto para cubierta como para los laterales

Considerando las superficies interior y exterior pf total = 5 kg/m²

Superficie total de ambos laterales = $(10.5\text{m} - 2.15\text{m}) \times 51.2\text{m} \times 2 = 855\text{ m}^2$

Superficie total de cubierta = $5\text{m} \times 51.2\text{m} \times 2 = 512\text{ m}^2$

La carga resultante debido a fricción es:

⁴ CIRSOC 102 – 2005 Ver Anexo I - Cubiertas Aisladas

$$F1 = (512 \text{ m}^2 + 855 \text{ m}^2) \times 5 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{6835 \text{ kg} = 6.84 \text{ t}}$$

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA - VIENTO SOBRE PERFILES

Se estima una altura de perfil de aproximadamente 60cm y un ancho de 20cm.

Según "Tabla II.4 – Coeficientes de fuerza C_{fx} , C_{fy} para perfiles estructurales" para un perfil tipo doble T, para 0° , corresponde $C_{fx} = +2.05$.

Según "Tabla II.6 - Factor de corrección por relación de esbeltez", para una esbeltez de: $(l/b) = 1050\text{cm} / 60\text{cm} = 17.50$, se obtiene por interpolación, $K_e = 0.82$. Se adopta $k_e = 0.85$.

Ambas tablas indicadas corresponden al Anexo II del reglamento CIRSOC 102⁵

$$pf \text{ [t/m}^2\text{]} = G \times C_{fx} \times k_e \times q_h = 0.85 \times 2.05 \times 0.85 \times 0.136 \text{ t/m}^2 = \mathbf{0.201 \text{ t/m}^2}$$

Longitud sobre la que actúa la presión = $10.5\text{m} \times 2 + 4.25\text{m} \times 2 = 29.5 \text{ m}$ (desarrollo de 1 pódico)
 Ancho sobre el que actúa = 0.60m (alto del perfil)

$$F2 = 29.5\text{m} \times 0.60\text{m} \times 0.201\text{t/m}^2 = \mathbf{3.56\text{t}}$$

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA - FRICCIÓN + PERFILES

Se puede considerar que la carga actuante lateralmente sobre el primer pódico y la carga de fricción, son distribuidas por el paquete del chapeado entre todos los pódticos.

$$\text{Carga total} = F1 + F2 = 10.4 \text{ t}$$

$$\text{Carga repartida (entre 9 pódticos de 29.5m cada uno)} = \mathbf{0.04 \text{ t/m}}$$

PRESIONES - COMPONENTES Y REVESTIMIENTOS

PAREDES

Correas laterales (13.65 m ²)						
Zona	Kh	Kzth	GCp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
4	1.03	1.00	-0.90	136.33	-147.17	-98.10
5	1.03	1.00	-1.00	136.33	-160.75	-111.67
Todas	1.03	1.00	0.80	136.33	84.46	133.54

Referencia: Figura 5A
 Distancia "a": 1 m

⁵ CIRSOC 102 – 2005 Ver Anexo II - Coeficientes de fuerza para estructuras o elementos estructurales con sección transversal uniforme

CUBIERTA

Correas de cubierta (13.65 m ²)						
Zona	Kh	Kzth	GCp	qh (kgf/m ²)	pn[+GCpi] (kgf/m ²)	pn[-GCpi] (kgf/m ²)
1	1.03	1.00	-0.80	136.33	-133.60	-84.52
2	1.03	1.00	-1.40	136.33	-215.40	-166.32
3	1.03	1.00	-1.40	136.33	-215.40	-166.32
Todas	1.03	1.00	0.30	136.33	16.36	65.44

Referencia: Figura 5B (cont.) 1
 Distancia "a": 1 m

8 COMBINACIONES DE CARGAS

8.1 ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (ELS)

Para las verificaciones geotécnicas y de deformaciones se utilizarán las siguientes combinaciones de cargas⁶:

$$(D + F) + (\Sigma L_i \text{ ó } W \text{ ó } T) \quad (\text{A-L.1.1})$$

$$(D + F) + 0,7 [(\Sigma L_i + W) \text{ ó } (W + T) \text{ ó } (\Sigma L_i + T)] \quad (\text{A-L.1.2})$$

$$(D + F) + 0,6 \Sigma L_i + 0,6 W + 0,6 T \quad (\text{A-L.1.3})$$

donde:

$$\Sigma L_i = (L + L_r + S + R + H)$$

8.2 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS (ELU)

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales se utilizarán las siguientes combinaciones de cargas⁷:

$$1,4 (D + F) \quad (\text{A.4.1})$$

$$1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R) \quad (\text{A.4.2})$$

$$1,2 D + 1,6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (f_1 L \text{ ó } 0,8 W) \quad (\text{A.4.3})$$

$$1,2 D + 1,6 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R) \quad (*) \quad (\text{A.4.4})$$

$$1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S \quad (\text{A.4.5})$$

$$0,9 D + (1,6 W \text{ ó } 1,0 E) + 1,6 H \quad (*) \quad (\text{A.4.6})$$

(*) Como factor de carga para viento (**W**) se podrá adoptar **1,5** cuando se consideren las velocidades básicas de viento **V** del Reglamento CIRSOC 102-2005.

siendo:

f₁ = 1,0 para áreas con concentración de público, áreas donde la sobrecarga sea mayor que **5,0 kN/m²**, garajes o playas de estacionamiento, cargas de puentes grúas y monorieles y otras cargas concentradas mayores que **50 kN**.

f₁ = 0,5 para otras sobrecargas.

f₂ = 0,7 para configuraciones particulares de techos (tales como las de diente de sierra) que no permiten evacuar la nieve acumulada.

f₂ = 0,2 para otras configuraciones de techo.

⁶ CIRSOC 301 – 2005 Ver Apéndice L – Proyecto para condiciones de servicio

⁷ CIRSOC 301 – 2005 Ver A.4.2 – Combinaciones de acciones para los Estados Límites Últimos

9 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

9.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Se desarrolla un modelo numérico para analizar solicitaciones y desplazamientos por el método de elementos finitos a través de un software de cálculo.

Con dicha metodología aplicada al análisis estructural, se cumplen los postulados de la mecánica de los medios continuos y si bien provee una solución aproximada en desplazamientos, el refinamiento de la malla que define los elementos, hace que la solución sea muy cercana a la real.

La modelización es tridimensional, involucrando la totalidad de los elementos estructurales. Se representan los pórticos metálicos, arriostramientos (puntales y diagonales), fustes y pilotes.

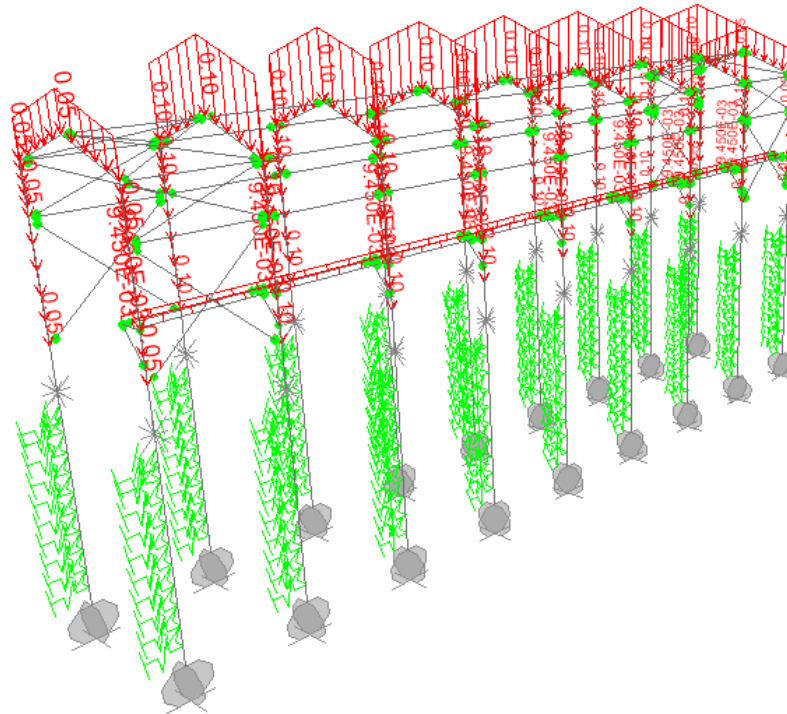
Todos estos elementos se representan como elementos de barras, con su respectiva sección, donde se producirán los seis esfuerzos que corresponden a las estructuras de barras. Estos elementos se unen entre sí mediante nodos, aplicándose en ellos las restricciones necesarias para la transmisión de esfuerzos entre elementos de la misma estructura, o la vinculación de ellos con un medio exterior, como son los estratos geológicos.

La vinculación entre las barras que representan a los pilotes y los estratos geológicos se materializa a través de la definición del coeficiente de balasto, formulación clásica para la consideración de apoyos de las estructuras en un medio elástico continuo. Con las reacciones (vertical y horizontales dadas por los nudos con consideración de balasto) se verificarán las condiciones de resistencia en el macizo geológico de apoyo.

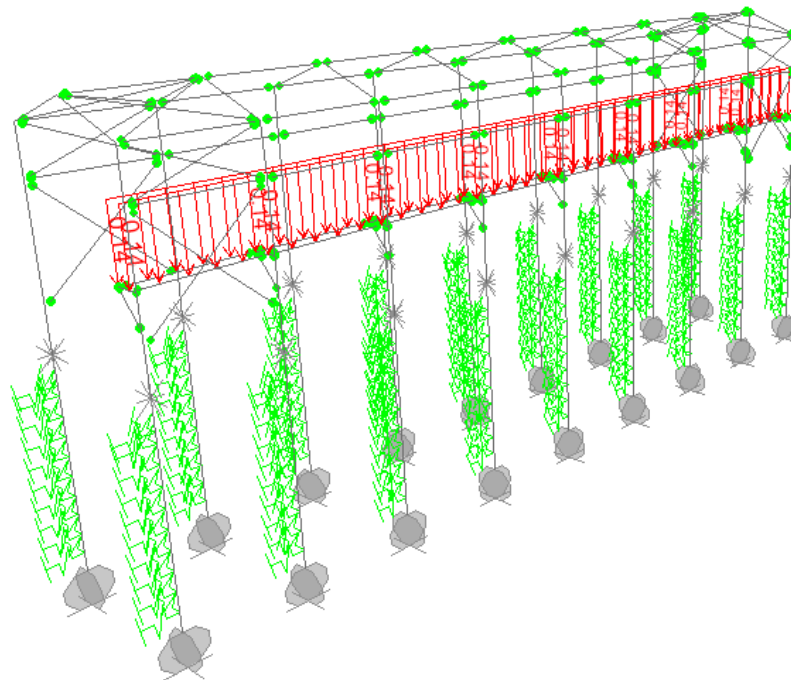
Las correas se tienen en cuenta en el modelo a través de las reacciones que las mismas ejercen sobre el pórtico metálico.

En el nivel +23.75 se considera un arriostramiento lateral en el fuste, el cual se encuentra materializado mediante el confinamiento que la estructura de hormigón de la descarga realiza sobre el mismo.

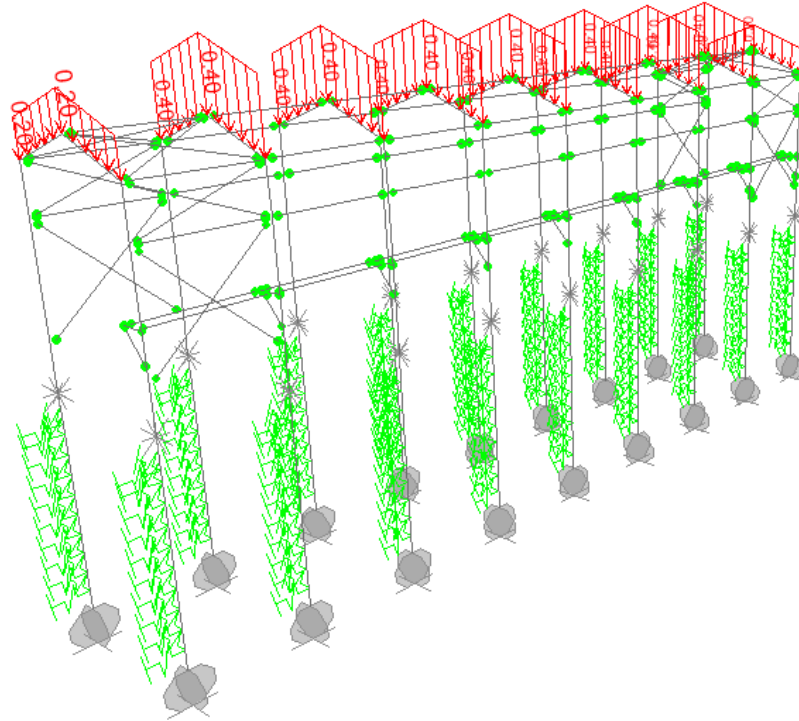
9.2 APLICACIÓN DE CARGAS AL MODELO DE CÁLCULO



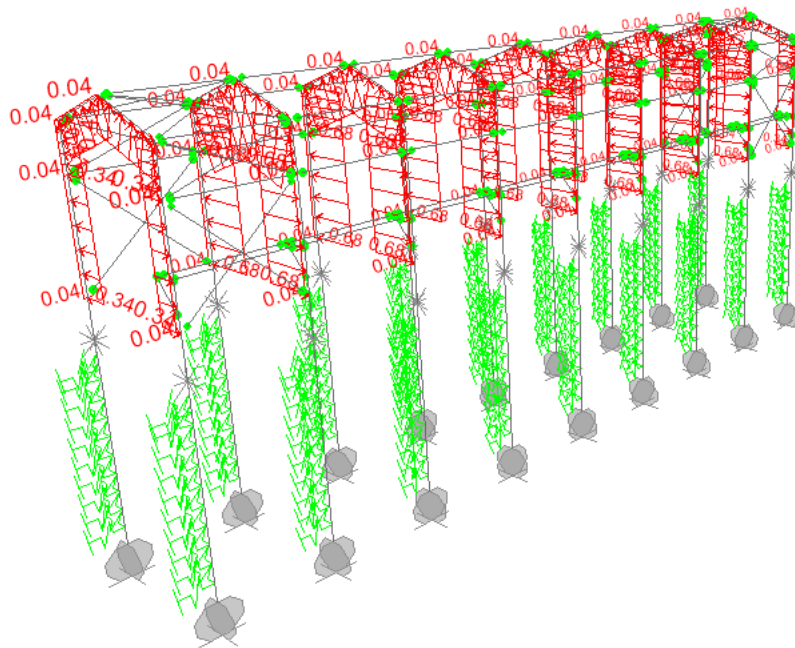
D (Cargas permanentes) [t/m]



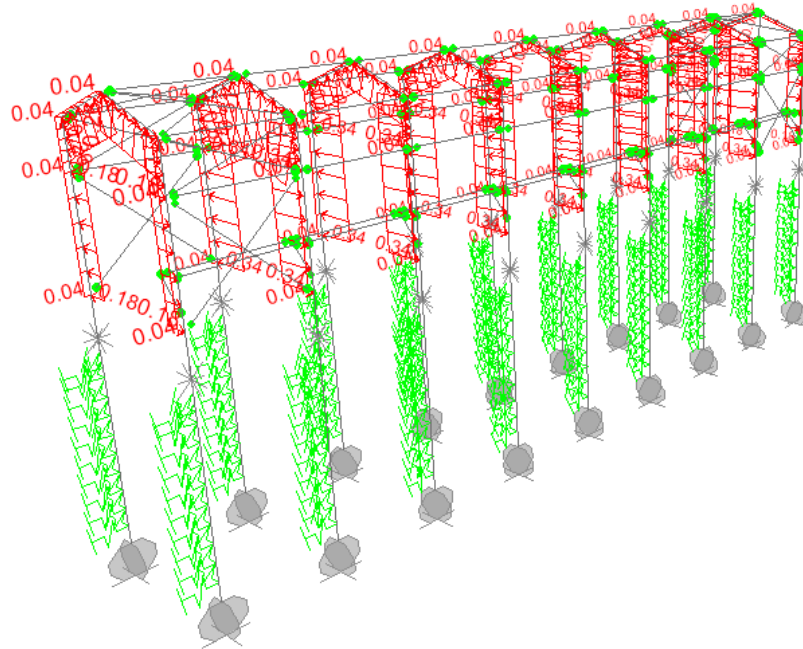
L (Sobrecarga sobre plataforma) [t/m]



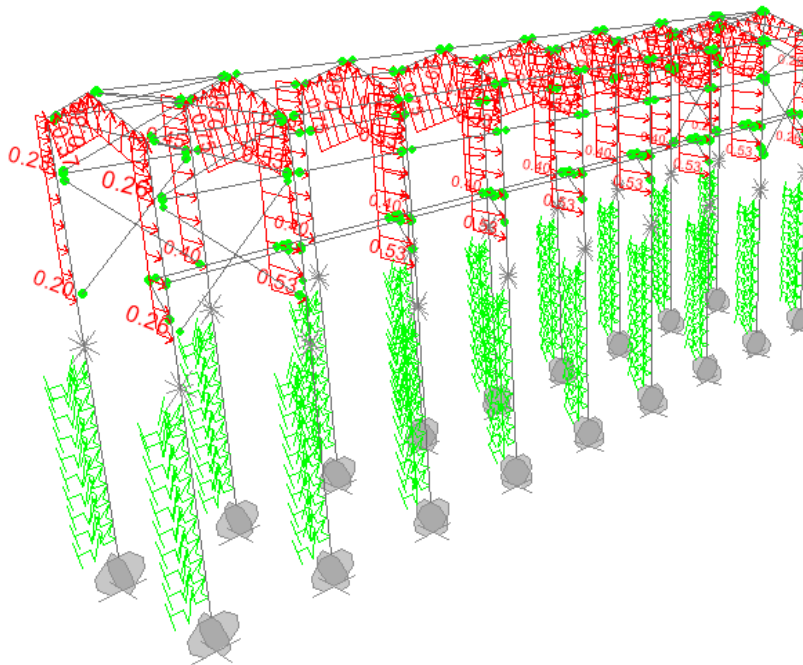
Lr (Sobrecarga mínima de cubierta) [t/m]



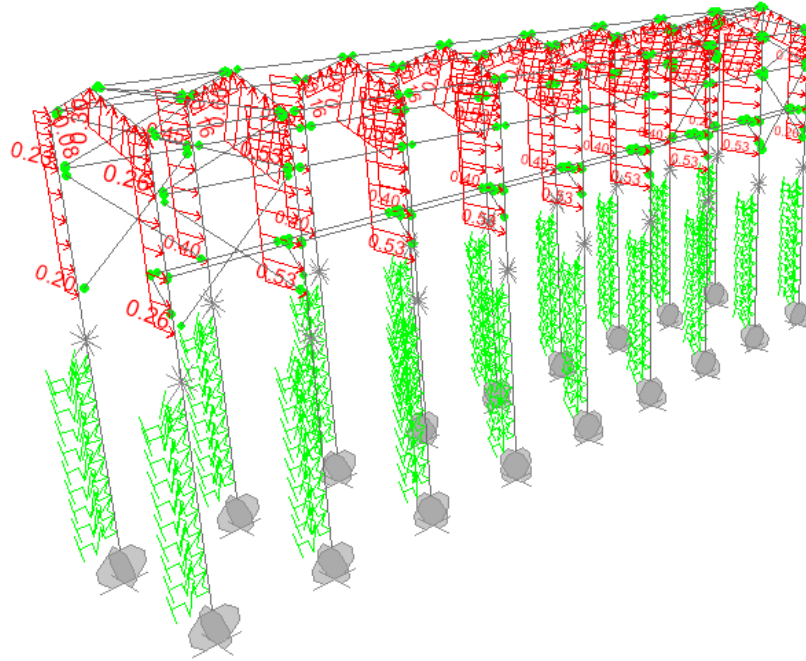
WA+ (Viento A, paralelo a la cumbrera, presión interior) [t/m]



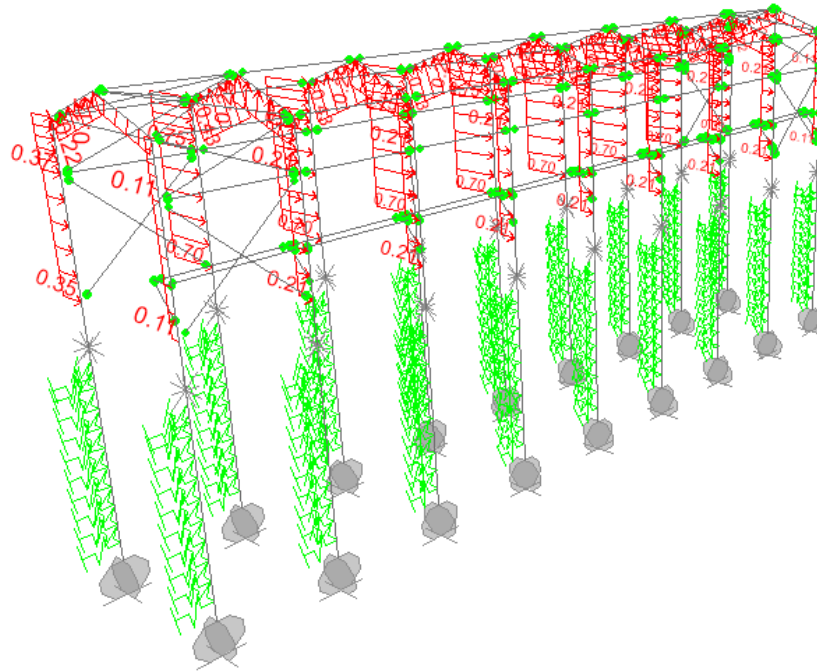
WA- (Viento A, paralelo a la cumbrera, succión interior) [t/m]



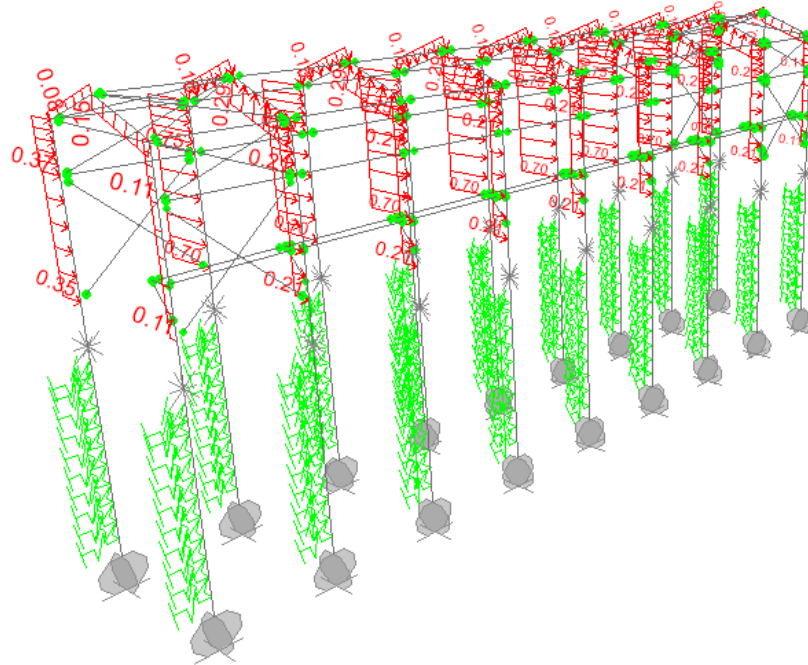
WB+ Caso A (Viento B, normal a la cumbrera, presión interior, caso A) [t/m]



WB+ Caso B (Viento B, normal a la cumbrera, presión interior, caso B) [t/m]



WB- Caso A (Viento B, normal a la cumbrera, succión interior, caso A) [t/m]



WB- Caso B (Viento B, normal a la cumbrera, succión interior, caso B) [t/m]

9.3 COMBINACIONES DE CARGAS CONSIDERADAS

9.3.1 COMBINACIONES EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

Combinación	Estado de carga	Factor
S1-1	CP	1
	DEAD	1
	Lr	1
	L	1
S1-2	CP	1
	DEAD	1
	WA+	1
S1-3	CP	1
	DEAD	1
	WA-	1
S1-4	CP	1
	DEAD	1
	WB+ Caso A	1
S1-5	CP	1
	DEAD	1
	WB+ Caso B	1
S1-6	CP	1
	DEAD	1
	WB- Caso A	1
S1-7	CP	1
	DEAD	1
	WB- Caso B	1
S2-1	CP	1
	DEAD	1
	Lr	0.7
	L	0.7
	WA+	0.7

Combinación	Estado de carga	Factor
S2-2	CP	1
	DEAD	1
	Lr	0.7
	L	0.7
S2-3	CP	1
	DEAD	1
	WA-	0.7
S2-4	CP	1
	DEAD	1
	Lr	0.7
	L	0.7
S2-5	CP	1
	DEAD	1
	WB+ Caso A	0.7
S2-6	CP	1
	DEAD	1
	Lr	0.7
	L	0.7
S2-7	CP	1
	DEAD	1
	WB- Caso B	0.7

9.3.2 COMBINACIONES EN ESTADO LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

Combinación	Estado de carga	Factor
U1	CP	1.4
	DEAD	1.4
U2	CP	1.2
	DEAD	1.2
	L	1.6
	Lr	0.5
U3-1	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	L	0.5
U3-2	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WA+	0.5
U3-3	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WA-	0.5
U3-4	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WB+ Caso A	0.5
U3-5	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WB+ Caso B	0.5
U3-6	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WB- Caso A	0.5
U3-7	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	1.6
	WB- Caso B	0.5
U4-1	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WA+	1.6
U4-2	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WA-	1.6

Combinación	Estado de carga	Factor
U4-3	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WB+ Caso A	1.6
U4-4	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WB+ Caso B	1.6
U4-5	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WB- Caso A	1.6
U4-6	CP	1.2
	DEAD	1.2
	Lr	0.5
	L	0.5
	WB- Caso B	1.6
U5-1	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WA+	1.6
U5-2	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WA-	1.6
U5-3	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WB+ Caso A	1.6
U5-4	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WB+ Caso B	1.6
U5-5	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WB- Caso A	1.6
U5-6	CP	0.9
	DEAD	0.9
	WB- Caso B	1.6

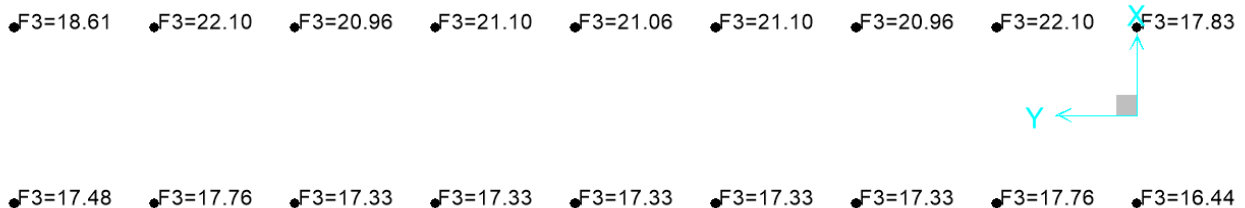
10 SOLICITACIONES Y DIMENSIONAMIENTO

A continuación, se realiza el dimensionamiento de todos los elementos estructurales. Salvo indicación contraria, los diagramas expuestos siempre corresponden a las envolventes de las solicitaciones.

10.1 FUNDACIONES

10.1.1 PILOTES

VERIFICACIÓN CAPACIDAD PORTANTE VERTICAL DEL SUELO



Reacciones verticales en pilotes – Envolvente ELS [t]

Se proponen fundaciones mediante monopilotes de Ø50cm fundados a cota +13.00m.

Ø Pilote [mts.] =	0.50	Esp. Est. [mts.]	τ Fric. [t/m ²]	N fricc. [ton.]	σ Adm. Punta [t/m ²] =	120.00
					N Punt. [ton.] =	23.6
					N fricc. [ton.] =	21.6
	20.00					
	17.50	2.50	1.00	3.93		
COTA DE PUNTA	13.00	4.50	2.50	17.67	N Total compresión [ton.] =	45.16
					N Total tracción [ton.] =	21.60

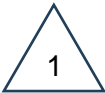
N_{máx} Compresión = 22.10 t < Nadm total = 45.16 t → Buenas condiciones

N_{máx} Tracción = Ningún pilote se encuentra traccionado

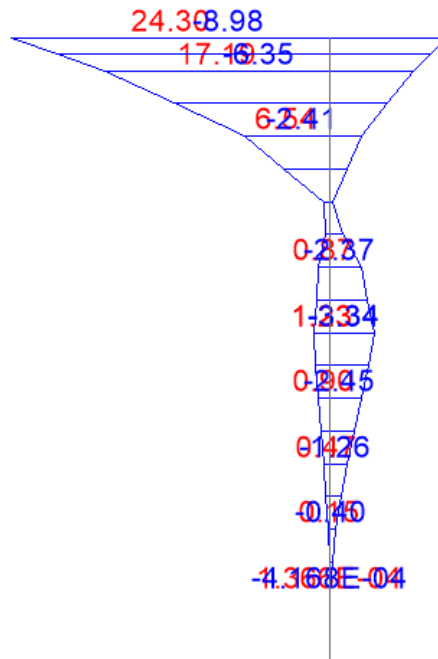
Según registros del especialista en suelos, y dependiendo de los regímenes de lluvia, el nivel freático puede detectarse a una profundidad menor (es decir por encima de la cota +8.30m en la que fue detectada).

En el caso de no detectarse agua dentro de la excavación, puede procederse al llenado de los pilotes mediante caño buzo, para evitar que se produzca la segregación del hormigón en su caída.

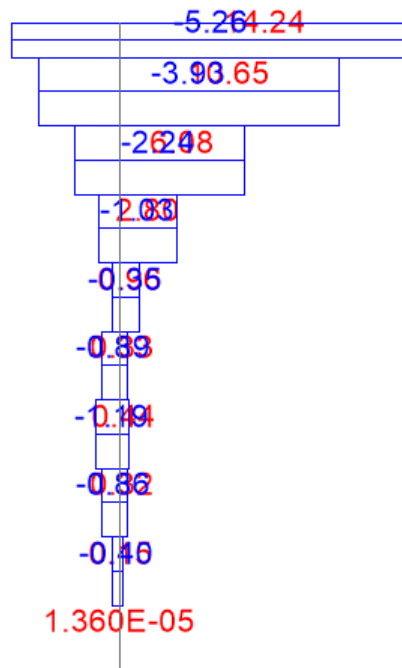
En el caso que se detecte agua dentro de la excavación, el colado del hormigón dentro de los pilotes se deberá hacer mediante la técnica de flujo inverso, utilizando un caño tremie por el interior de la armadura hasta el fondo de la excavación, procediendo al llenado con hormigón desde el fondo del pilote, que desaloja por diferencia de densidad el agua y el lodo del interior de la excavación, limpiando el hormigón en su ascenso las paredes de la excavación y la armadura. Es importante asegurarse de que la boca del caño esté siempre sumergida a un metro dentro del hormigón y que tenga el asentamiento adecuado para deslizarse fácilmente (asentamiento de 17 a 20 cm con el uso de súper-fluidificantes). Por ser un suelo arcilloso no es necesario el uso de lodo bentonítico.



SOLICITACIONES



Momento M_3 (en el sentido del pórtico) [tm] - Envolverte ELU



Corte V_2 (asociado a M_3) [t] - Envolverte ELU

-19.92	
-20.54	
-21.16	
-21.79	
-22.41	
-23.03	
-23.65	
-24.28	
-24.90	
-25.52	

Esfuerzo axial N [t] - Envolvente ELU

DIMENSIONAMIENTO

MATERIALES

Hormigón:	H-30
Acero:	ADN-420

$f'c =$	3000	t/m ²
$\beta_1 =$	0.850	
$f_y =$	42000	t/m ²

CONDICIONES AMBIENTALES

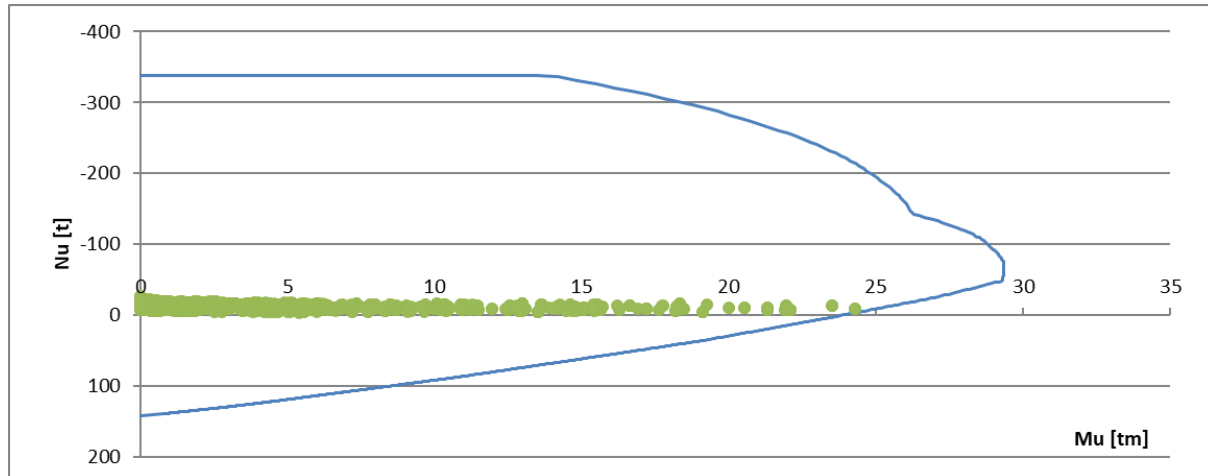
A2	Ambiente Normal (Interiores de edificios expuestos al aire con HR \geq 65% o condensaciones - Exteriores con precipitación media anual < 1000mm - Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos). Hormigón en contacto vertical con el suelo o expuesto al aire libre.
(b)	

Recubrimiento mínimo:	3.50	cm
Recubrimiento adoptado:	5.00	cm

Sección superior (empotramiento con cabezal):

DIMENSIONES

$\phi =$ Diámetro		0.50	m
$d1 =$ Dist del filo de H ^o al eje de As long.		0.060	m
$d = \phi - d1 =$	0.5-0.06 =	0.440	m
$yd = \phi - 2 \cdot d1 =$	0.5-2x0.06 =	0.380	m
$\gamma = d/\phi =$	0.44/0.5 =	0.88	
$r =$ radio de giro = $0,25 \cdot \phi =$	0.25x0.5 =	0.13	m
$Ag = \pi/4 \cdot \phi^2 =$	3.1416/4x0.5 ² =	0.196	m ²
$\eta =$ efectividad de la sección =		1.00	
$Ag\ nec. = \eta \cdot Ag =$	1x0.196 =	0.196	m ²
$I_g = (1/64) \cdot \pi \cdot \phi^4 =$	(1/64)x π x0.5 ⁴ =	0.003	m ⁴
$\rho =$ cuantía geométrica =		1.80	%
$As\ nec. = \rho \cdot \eta \cdot Ag =$	0.018x0.196x100 ² =	35.34	cm ²
Arm sugerida:	12 ϕ 20	Se adopta:	12 ϕ 20
As adop. =			37.70 cm ²
ρ adoptado =			1.92 %



ARMADURA DE CORTE

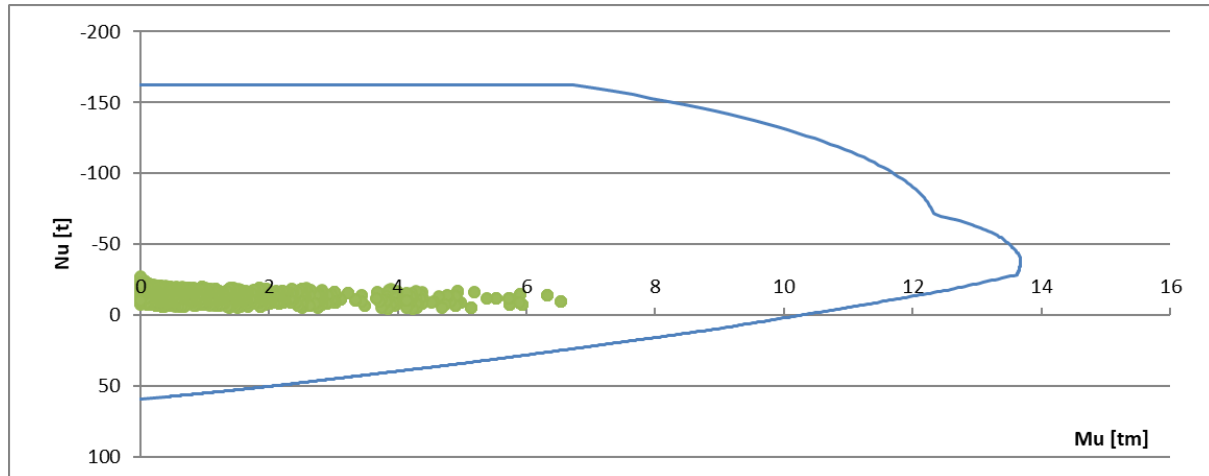
$b =$ ancho equivalente		0.50 m
$h =$ altura efectiva $= 0,8x\phi =$	$0,8x0,5 =$	0.40 m
$d = h-d_1 =$	$0,4-0,07 =$	0.33 m
$A_{equiv} = b.h =$	$0,5x0,4 =$	0.20 m
$V_u =$ Corte Ultimo		14.25 t
$V_n = V_u/\phi =$	$14,25/0,75 =$	19.00 t
$\tau_n = V_n/(b.d) =$	$19/(0,5x0,4) =$	95.00 t/m ²
$\tau_{lim} = (5/6).v_f'c =$	$100x(5/6)xv30 =$	456 t/m ²
$V_c = (1/6).v_f'c.b.d =$	$100x(1/6)xv30x0,5x0,33 =$	15.06 t
$V_s = V_n - V_c =$	$19-15,06 =$	3.94 t
$V_s < (2/3).v_f'c.b.d =$	$(2/3)x100xv30x0,5x0,33 =$	60.25 t
$Av/s_{req} = V_s/(f_y.d) =$	$3,94/(0,33x4,2) =$	2.84 cm ² /m
$s_{max} = d/2 =$	$0,33/2 =$	0.17 m
$Av/s_{min} = (1/16).v_f'c.b/f_y =$	$100x(1/16)xv30x0,5/4,2 =$	4.08 cm ² /m
$Av/s = \max(Av/s_{req}, Av/s_{min}) =$	$\max(2,84,4,08) =$	4.08 cm ² /m
Av/s sugerida = $\phi 10$ c/ 17 cm		
Av/s adoptada:		
Se adopta:	$\phi 10$ c/ 10 cm 2 ramas	15.71 cm ² /m

En el 1.50m superior, se adopta una armadura longitudinal de 12Ø20 y armadura transversal de 1Ø10c/10 a 2 ramas.

Sección típica en tramo (resto del pilote):

DIMENSIONES

$\phi =$ Diametro		0.50 m
$d_1 =$ Dist del filo de H ^o al eje de As long.		0.070 m
$d = \phi - d_1 =$	$0,5-0,07 =$	0.430 m
$\gamma d = \phi - 2.d_1 =$	$0,5-2x0,07 =$	0.360 m
$\gamma = d/\phi =$	$0,43/0,5 =$	0.86
$r =$ radio de giro $= 0,25.\phi =$	$0,25x0,5 =$	0.13 m
$A_g = \pi/4x\phi^2 =$	$3,1416/4x0,5^2 =$	0.196 m ²
$\eta =$ efectividad de la sección =		0.50
$A_{g nec.} = \eta . A_g =$	$0,5x0,196 =$	0.098 m ²
$I_g = (1/64).\pi.\phi^4 =$	$(1/64)x\pi x0,5^4 =$	0.003 m ⁴
$\rho =$ cuantía geométrica =		1.00 %
$A_s nec. = \rho . \eta . A_g =$	$0,01x0,098x100^2 =$	9.82 cm ²
Arm sugerida: $4 \phi 20$		
A_s adop. =		15.71 cm ²
ρ adoptado =		1.60 %
Se adopta:	$5 \phi 20$	



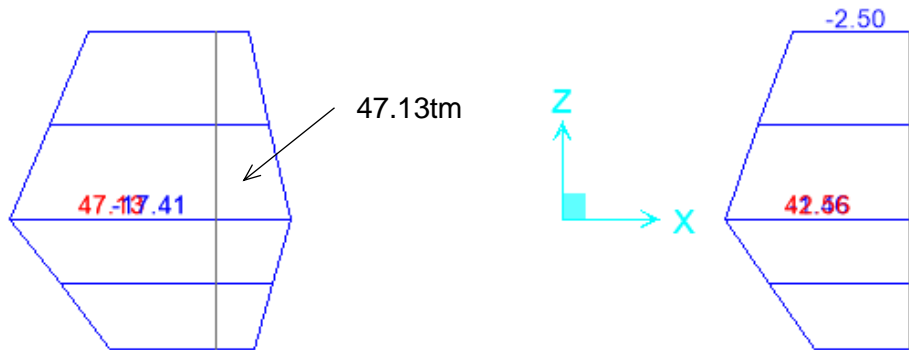
ARMADURA DE CORTE

$b =$ ancho equivalente		0.50 m
$h =$ altura efectiva = $0,8 \times \phi =$	$0,8 \times 0,5 =$	0.40 m
$d = h - d_1 =$	$0,4 - 0,068 =$	0.33 m
$A_{equiv} = b \cdot h =$	$0,5 \times 0,4 =$	0.20 m
$V_u =$ Corte Ultimo		10.00 t
$V_n = V_u / \phi =$	$10 / 0,75 =$	13.33 t
$\tau_n = V_n / (b \cdot d) =$	$13,33 / (0,5 \times 0,4) =$	66.67 t/m ²
$\tau_{lim} = (5/6) \cdot \sqrt{f_c} =$	$100 \times (5/6) \times \sqrt{30} =$	456 t/m ²
$V_c = (1/6) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d =$	$100 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 0,5 \times 0,33 =$	15.15 t
$V_s = V_n - V_c =$	$13,33 - 15,15 =$	0.00 t
$V_s < (2/3) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d =$	$(2/3) \times 100 \times \sqrt{30} \times 0,5 \times 0,33 =$	60.61 t
$A_{v/s \text{ req}} = V_s / (f_y \cdot d) =$	$0 / (0,33 \times 4,2) =$	0.00 cm ² /m
$s_{max} = d/2 =$	$0,33 / 2 =$	0.17 m
$A_{v/s \text{ min}} = (1/16) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b / f_y =$	$100 \times (1/16) \times \sqrt{30} \times 0,5 / 4,2 =$	4.08 cm ² /m
$A_{v/s} = \max(A_{v/s \text{ req}}, A_{v/s \text{ min}}) = \max(0, 4,08) =$		4.08 cm ² /m
$A_{v/s \text{ sugerida}} =$	$\phi 8 \text{ c} / 17 \text{ cm}$	
$A_{v/s \text{ adoptada}} =$		
Se adopta:	$\phi 8 \text{ c} / 15 \text{ cm}$	2 ramas
		6.70 cm ² /m

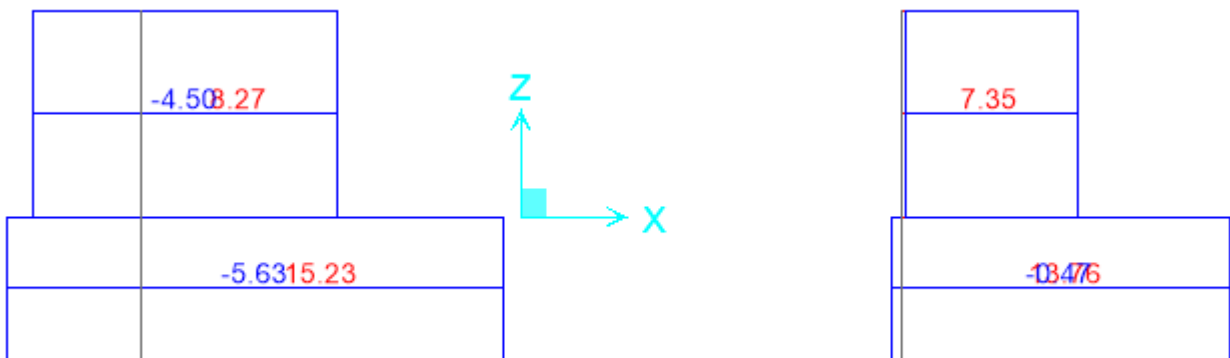
Para el resto del pilote, se adopta una armadura longitudinal de 5 ϕ 20 y armadura transversal de 1 ϕ 8c/15 a 2 ramas.

10.1.2 FUSTES

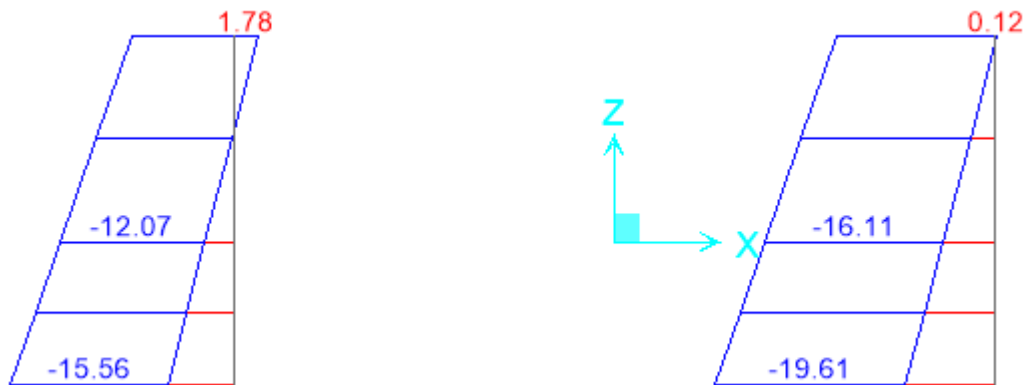
SOLICITACIONES



Momento M_3 (en el sentido del pórtico) [tm] - Envoltente ELU



Corte V_2 (asociado a M_3) [t] - Envoltente ELU



Esfuerzo axial N [t] - Envoltente ELU

DIMENSIONAMIENTO

MATERIALES

Hormigon: **H-30**
 Acero: **ADN-420**

$f'c = 3000 \text{ t/m}^2$
 $\beta_1 = 0.850$
 $f_y = 42000 \text{ t/m}^2$

CONDICIONES AMBIENTALES

A2 Ambiente Normal (Interiores de edificios expuestos al aire con $HR \geq 65\%$ o condensaciones - Exteriores con precipitación media anual $< 1000\text{mm}$ - Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos). Hormigón en contacto vertical con el suelo o expuesto al aire libre.

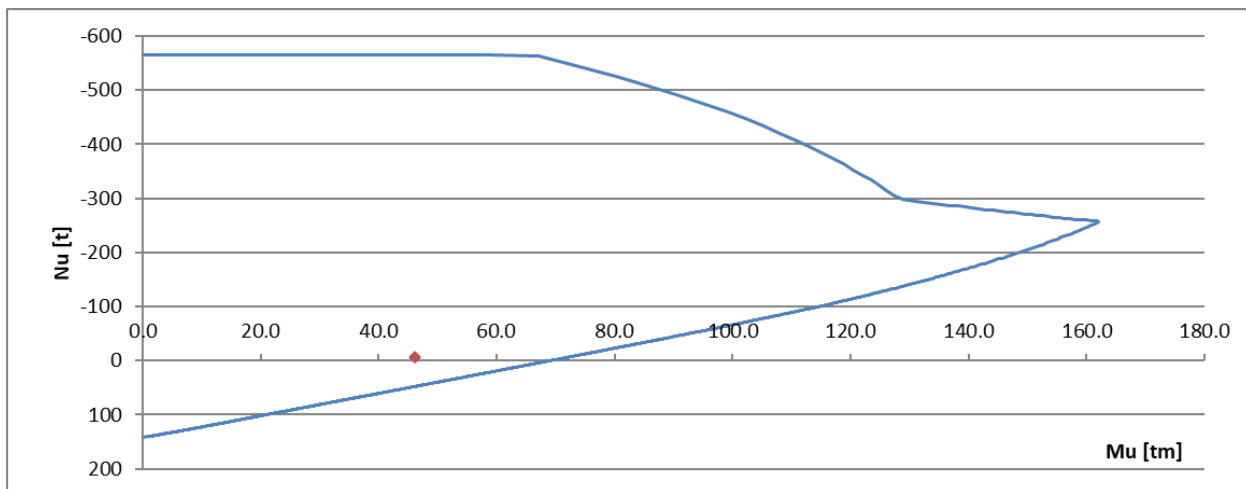
Recubrimiento mínimo: **3.50** cm
 Recubrimiento adoptado: **3.50** cm

DIMENSIONES

b = Ancho		0.70 m
h = Altura		1.05 m
d1 = Dist del filo de H ⁹ al eje de As long.		0.045 m
d = h-d1 =	1.05-0.045 =	1.01 m
yh = h-2.d1 =	1.05-2x0.05 =	0.960 m
$\gamma = d/h =$	1.01/1.05 =	0.957
r = radio de giro = 0,30.h =	0.30x1.05 =	0.315 m
Ag = b.h =	0.7x1.05 =	0.74 m ²
$\eta = \text{efectividad de la sección} =$		0.50
Ag nec. = $\eta \cdot Ag =$	0.5x0.735 =	0.368 m ²
Ig = $b.h^3/12 =$	0.7x1.05 ³ /12 =	0.06753 m ⁴
$\rho = \text{cuantía geométrica} =$		1.00 %
As total nec. = $\rho \cdot \eta \cdot Ag =$	0.01x0.368x100 ² =	36.75 cm ²
As1 = As2 = As nec. / 2 =	36.75/2 =	18.38 cm ²
Arm sugerida:	6 Ø 20	Se adopta: 6 Ø 20
A1 adop. = A2 adop. =		18.85 cm ²
As total adop. =		37.70 cm ²
ρ adoptado =		1.03 %

SOLICITACIONES

Mu = Momento Flector Ultimo **46.13** tm
 Nu = Normal Ultimo **-6.26** t
 [+] = traccion



ARMADURA DE CORTE

$V_u =$ Corte Ultimo		15.23 t
$V_n = V_u/\phi =$	$15.23/0.75 =$	20.31 t
$\tau_n = V_n/(b.d) =$	$20.31/(0.7 \times 1) =$	29.16 t/m ²
$\tau_{lim} = (5/6) \cdot \sqrt{f_c} =$	$100 \times (5/6) \times \sqrt{30} =$	456 t/m ²
$V_c = (1/6) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d =$	$100 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 0.7 \times 1 =$	63.58 t
$V_s = V_n - V_c =$	$20.31 - 63.58 =$	0.00 t
$V_s < (2/3) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d =$	$(2/3) \times 100 \times \sqrt{30} \times 0.7 \times 1 =$	254.33 t
$A_v/s \text{ req} = V_s/(f_y \cdot d) =$	$0/(1 \times 4.2) =$	0.00 cm ² /m
$s \text{ max} =$	$0.40 =$	0.40 m
$A_v/s \text{ min} = -$		0.00 cm ² /m
$A_v/s = \max(A_v/s \text{ req}, A_v/s \text{ min}) =$	$\max(0, 0) =$	0.00 cm ² /m
$A_v/s \text{ sugerida} =$	no es necesaria A_v/s	Se adopta: Ø 10 c/ 20 cm 2 ramas
$A_v/s \text{ adoptada} =$		7.85 cm ² /m

Se adopta 6Ø20 en cada cara (o una combinación de armadura equivalente) y estribos 1Ø10c/20.

10.2 CORREAS CERRAMIENTO

10.2.1 CORREAS LATERALES

SOLICITACIONES

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	ESTADO DE CARGA			
				D	Lr	Wp	Ws
Paredes	Zona 4	1.35	6.40	0 t/m ² x1.35m= 0.00t/m	0 t/m ² x1.35m= 0.00t/m	0.134 t/m ² x1.35m= 0.18t/m	-0.147 t/m ² x1.35m= -0.20t/m
Paredes	Zona 5	1.35	6.40	0 t/m ² x1.35m= 0.00t/m	0 t/m ² x1.35m= 0.00t/m	0.134 t/m ² x1.35m= 0.18t/m	-0.161 t/m ² x1.35m= -0.22t/m

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qU1 (t/m)	qU2 (t/m)	qU3 (t/m)	qU↓ (t/m)	qU↑ (t/m)
				[1.4xD]	[1.2xD+1.6xLr+0.8xWp]	[1.2xD+1.5xWp+0.5xLr]	Env[qU1;qU2;qU3]	[0.9xD+1.5xWs]
Paredes	Zona 4	1.35	6.40	0.00	0.14	0.27	0.27	-0.30
Paredes	Zona 5	1.35	6.40	0.00	0.14	0.27	0.27	-0.33

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	SOLICITACIONES EN ELU				100Kg EN MEDIO DEL TRAMO	
				Mu↓		Mu↑		Vu	Mu (P)
				Apoyo	Tramo	Apoyo	Tramo		
Paredes	Zona 4	1.35	6.40	-	1.38tm	-	-1.53tm	0.957t	-
Paredes	Zona 5	1.35	6.40	-	1.38tm	-	-1.67tm	1.043t	-

DIMENSIONAMIENTO

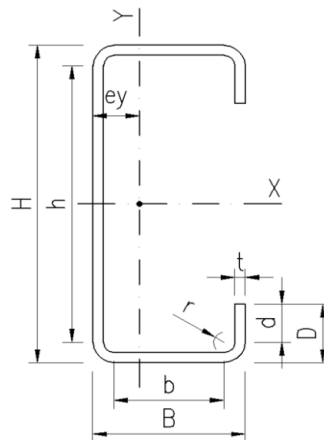
Se dimensionan las correas como simplemente apoyadas, con tillas a los tercios de la luz. Se considerará una separación máxima entre correas de 1.35m.

SECCION ADOPTADA

Material: **F-26**

E = 200000 MPa
 G = 77200 MPa
 Fy = 250 MPa
 Fu = 400 MPa
 μ = 0.30

H = 220 mm
 B = 100 mm
 D = 30 mm
 t = 2.50 mm
 r = 2.50 mm
 h = 210.0 mm
 b = 90.0 mm
 d = 25.0 mm
 Ag = 11.59 cm²
 Peso = 9.10 kg/m
 Jx = 900.85 cm⁴
 Sx = 81.90 cm³
 rx = 8.82 cm
 ey = 3.32 cm
 Jy = 165.36 cm⁴
 Sy1 = 49.81 cm³
 Sy2 = 24.75 cm³
 ry = 3.78 cm
 ec = 8.17 cm
 ro = 12.60 cm
 Jt = 0.24 cm⁴
 Cw = 17750 cm⁶



FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Mux = Momento Flector Ultimo en eje X

ky.Ly = Distancia e/ puntos de arriostamiento del ala comprimida:

kt.Lt = Distancia e/ puntos de arriostamiento contra la torsión:

Cb = Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):

$Lu = \sqrt{0,36 \cdot Cb \cdot \pi^2 \cdot E \cdot H \cdot Jy / [2 \cdot Sx \cdot Fy]}$	$= \sqrt{0,36 \times 1 \times \pi^2 \times 200000 \times 22 \times 3,32 / [2 \times 81,9 \times 250]}$	251 cm
$\sigma_{ey} = \pi^2 \cdot E / (ky \cdot Ly / ry)^2$	$= \pi^2 \times 200000 / (213 / 3,78)^2$	620.0 MPa
$\sigma_t = [G \cdot J_t + \pi^2 \cdot E \cdot C_w / (kt \cdot Lt)^2] / (A_g \cdot r_o^2)$	$= [77200 \times 0,24 + \pi^2 \times 200000 \times 17750 / (640)^2] / (11,59 \times 12,6^2)$	57.0 MPa
$Fe = Cb \cdot r_o \cdot A_g \cdot \sqrt{\sigma_{ey} \cdot \sigma_t} / S_x$	$= 1 \times 12,6 \times 11,59 \times \sqrt{620 \times 57} / 81,9$	335.2 MPa
	$0,56 \cdot Fy = 0,56 \times 250 \text{ MPa} = 140 \text{ MPa} < Fe = 335,2 \text{ MPa} < 2,78 \cdot Fy = 2,78 \times 250 \text{ MPa} = 695 \text{ MPa} \rightarrow$	
$Fc = (10/9) \cdot Fy \cdot [1 - 10 \cdot Fy / (36 \cdot Fe)]$	$= (10/9) \times 250 \times [1 - 10 \times 250 / (36 \times 335,2)]$	220.2 MPa

1.67	tm
2.13	m
6.40	m
1.00	

Esbeltez Labio (elemento no rigidizado - compresión con tensiones variables):

25/2.5 = 10.0

$d' = \min(60 \cdot t; d)$	$\min(60 \times 2,5; 25)$	25.0 mm
$I_s = t \cdot d^3 / 12$	$2,5 \times 25^3 / 12$	3255 mm ⁴
$I_a = (t^4) \cdot \min\{399 \cdot [(b'/t) / S - 0,328]^3; 115 \cdot (b'/t) / S + 5\}$	$= (2,5^4) \cdot 399 \times [36 / 36,2 - 0,328]^3$	4614 mm ⁴
$R_i = \min\{I_s / I_a; 1\}$	$\min\{3255 / 4614; 1\}$	0.705
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (d'/t)^2]$	$0,43 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (25 / 2,5)^2]$	777.3 MPa
$\lambda = \sqrt{f / F_{cr}} = \sqrt{250 / 777,3}$	0.567	≤ 0.673
$\rho =$		1.00
$d_e = \rho \cdot d' =$	$1 \times 25 =$	25.0 mm
$d_{\bar{e}} = d - d_e =$	$25 - 25 =$	0.0 mm

Esbeltez Ala (elem. rigidizado por un ala y un labio - compresión c/ tensiones uniformes):

90/2.5 = 36.0

$b' = \min(60 \cdot t; b)$	$\min(60 \times 2,5; 90)$	90.0 mm
$S = 1,28 \cdot \sqrt{E / f}$	$1,28 \times \sqrt{200000 / 250}$	36.20
$b'/t = 90 / 2,5 = 36 > 0,328 \cdot S = 0,328 \times 36,2 = 11,87$		
$n = \max\{0,582 - (b'/t) / (4 \cdot S); 1/3\}$	$\max\{0,582 - 36 / (4 \times 36,2); 1/3\}$	0.333
$0,25 < D / b' = 30 / 90 = 0,33 < 0,80 \rightarrow$	$k = \min\{4; (4,82 - 5 \times 0,33) \times 0,705^2 + 0,43\}$	3.25
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b'/t)^2]$	$3,25 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (90 / 2,5)^2]$	453.3 MPa
$\lambda = \sqrt{f / F_{cr}} = \sqrt{250 / 453,3}$	0.743	> 0.673
$\rho = (1 - 0,22 / \lambda) / \lambda =$	$(1 - 0,22 / 0,743) / 0,743 =$	0.95
$b_e = \rho \cdot b' =$	$0,95 \times 90 =$	85.5 mm
$b_{\bar{e}} = b - b_e =$	$90 - 85,5 =$	4.5 mm

Esbeltez Alma (elemento rigidizado - tensiones linealmente variables):

| 210/2.5 = 84.0

$h' = \min(200 \cdot t; h)$	$\min(200 \times 2,5; 210)$	210.0 mm
$\psi = f_2 / f_1$ (-1 para flexion simple con sección totalmente efectiva) =		-0.981
$k = 4 + 2 \cdot (1 - \psi)^3 + 2 \cdot (1 - \psi) =$	$4 + 2 \cdot [1 - (-0,98)]^3 + 2 \cdot [1 - (-0,98)] =$	23.51
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (h'/t)^2]$	$23,51 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (210 / 2,5)^2]$	602.3 MPa
$f_1 = Fy / [1 - (t+r) \cdot (\psi - 1) / h] =$	$250 / [1 - (2,5 + 2,5) \cdot [(-0,981) - 1] / 210] =$	238.7 MPa
$\lambda = \sqrt{f_1 / F_{cr}} = \sqrt{238,7 / 602,3} =$	0.630	≤ 0.673
$\rho =$		1.00
$b_{ee} = \rho \cdot h' =$	$1 \times 210 =$	210.0 mm
$H/B = 220 / 100 = 2,2 \leq 4$		
$b_{e1} = b_{ee} / (3 + \psi) =$	$210 / (3 + -0,981) =$	52.8 mm
$b_{e2} = b_{ee} / 2 =$	$210 / 2 =$	105.0 mm
$h_{\bar{e}} = \max\{\min[h; H / (1 - \psi) - r - t] - b_{e1} - b_{e2}; 0\} = \max\{\min[210; 220 / (1 - (-0,981)) - 2,5 - 2,5] - 52,8 - 105; 0\} =$		0.0 mm

Sección Efectiva

$$\begin{aligned}
 A_e &= Ag - (b\bar{e} + d\bar{e} + h\bar{e}) \cdot t = & 11.59 - (4.5 + 0 + 0) \times 2.5 / 100 = & 11.48 \text{ cm}^2 \\
 y_g &= \sum A_{ei} \cdot y_{gi} / A_e = & & 1.1 \text{ mm} \\
 y_{g1} &= H/2 + y_g = & 220/2 + 1.1 = & 111.1 \text{ mm} \\
 y_{g2} &= H/2 - y_g = & 220/2 - 1.1 = & 108.9 \text{ mm} \\
 f_2/f_1 &= -y_{g2}/y_{g1} = & -108.9/111.1 = & -0.980 \quad (\epsilon = 0.1\%) \\
 J_{ex} &= \sum J_{exi} + \sum A_{ei} \cdot y_{gi}^2 = & & 887.41 \text{ cm}^4 \\
 S_{ex} &= J_{ex}/y_{g1} = & 887.41/(111.1/10) = & 79.87 \text{ cm}^3 \\
 M_{dx} &= \phi \cdot F_y \cdot S_{ex} = & 0.95 \times 250 \times 79.87 / 10000 = & 1.90 \text{ tm} \\
 & & & > M_{ux} = 1.67 \text{ tm} \rightarrow \text{B.C.}
 \end{aligned}$$

CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

$$\begin{aligned}
 V_{ux} &= \text{Corte Ultimo en eje X} & & \mathbf{1.05 \text{ t}} \\
 A_w &= h \cdot t = & 210 \times 2.5 / 100 = & 5.25 \text{ cm}^2 \\
 & & \sqrt{[E \cdot k_v / F_y]} = \sqrt{[200000 \times 5.34 / 250]} = & 65.36 \\
 & & 1.51 \cdot \sqrt{[E \cdot k_v / F_y]} = 1.51 \times \sqrt{[200000 \times 5.34 / 250]} = & 98.69 \\
 & & 65.36 < & h/t = 84.0 < 98.69 \\
 \rightarrow F_v &= 0.60 \cdot \sqrt{[E \cdot k_v \cdot F_y]} / (h/t) = & 0.60 \times \sqrt{[200000 \times 5.34 \times 250]} / (84 \times 100) = & 1.17 \text{ t/cm}^2 \\
 V_{dx} &= \phi \cdot F_y \cdot A_w = & 0.95 \times 1.17 \times 5.25 = & 5.84 \text{ t} \\
 & & & > V_{ux} = 1.05 \text{ t} \rightarrow \text{B.C.}
 \end{aligned}$$

DEFORMACIONES

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qs1 (t/m)	qs2 (t/m)	qs3 (t/m)	qs4 (t/m)
				[D + Lr]	[D + 0.7x(Lr + Wp)]	[D + Wp]	[D + Ws]
Paredes	Zona 4	1.35	6.40	0.000t/m	0.126t/m	0.180t/m	-0.199t/m
Paredes	Zona 5	1.35	6.40	0.000t/m	0.126t/m	0.180t/m	-0.217t/m

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qs (t/m)	δadm (m)	Condición Apoyo	I min (cm ⁴)
				Env[qs1;qs2;qs3; qs4]	Luz/200		
Paredes	Zona 4	1.35	6.40	0.199t/m	0.032	Apoy - Apoy	680
Paredes	Zona 5	1.35	6.40	0.217t/m	0.032	Apoy - Apoy	741

La inercia de las correas adoptadas (900.85cm⁴) es mayor a la requerida (741cm⁴). Se verifican buenas condiciones de deformaciones.

10.2.2 CORREAS CUBIERTA

SOLICITACIONES

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	ESTADO DE CARGA							
				D		Lr		Wp		Ws	
Cubierta	Zona 1	1.2	6.40	0.015 t/m ² x1.2m=	0.02t/m	0.098 t/m ² x1.2m=	0.12t/m	0.065 t/m ² x1.2m=	0.08t/m	-0.134 t/m ² x1.2m=	-0.16t/m
Cubierta	Zona 2	1.2	6.40	0.015 t/m ² x1.2m=	0.02t/m	0.098 t/m ² x1.2m=	0.12t/m	0.065 t/m ² x1.2m=	0.08t/m	-0.215 t/m ² x1.2m=	-0.26t/m
Cubierta	Zona 3	1.2	6.40	0.015 t/m ² x1.2m=	0.02t/m	0.098 t/m ² x1.2m=	0.12t/m	0.065 t/m ² x1.2m=	0.08t/m	-0.215 t/m ² x1.2m=	-0.26t/m

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qU1 (t/m)	qU2 (t/m)	qU3 (t/m)	qU↓ (t/m)	qU5↑ (t/m)
				[1.4xD]	[1.2xD+1.6xLr+0.8xWp]	[1.2xD+1.5xWp+0.5xLr]	Env[qU1;qU2;qU3]	[0.9xD+1.5xWs]
Cubierta	Zona 1	1.2	6.40	0.03	0.27	0.20	0.27	-0.22
Cubierta	Zona 2	1.2	6.40	0.03	0.27	0.20	0.27	-0.37
Cubierta	Zona 3	1.2	6.40	0.03	0.27	0.20	0.27	-0.37

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	SOLICITACIONES EN ELU				Vu	100Kg EN MEDIO DEL TRAMO
				Mu↓		Mu↑			Mu (P)
				Apoyo	Tramo	Apoyo	Tramo		Tramo
Cubierta	Zona 1	1.2	6.40	-	1.40tm	-	-1.15tm	0.877t	0.26tm
Cubierta	Zona 2	1.2	6.40	-	1.40tm	-	-1.90tm	1.187t	0.26tm
Cubierta	Zona 3	1.2	6.40	-	1.40tm	-	-1.90tm	1.187t	0.26tm

DIMENSIONAMIENTO

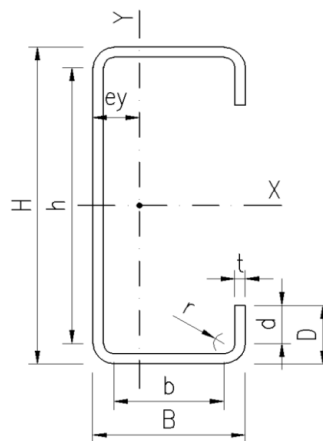
Se dimensionan las correas como simplemente apoyadas, con tillas a los tercios de la luz. Se considerará una separación máxima entre correas de 1.20m.

SECCION ADOPTADA

Material: **F-26**

E = 200000 MPa
 G = 77200 MPa
 Fy = 250 MPa
 Fu = 400 MPa
 μ = 0.30

H = 220 mm
 B = 100 mm
 D = 30 mm
 t = 2.50 mm
 r = 2.50 mm
 h = 210.0 mm
 b = 90.0 mm
 d = 25.0 mm
 Ag = 11.59 cm²
 Peso = 9.10 kg/m
 Jx = 900.85 cm⁴
 Sx = 81.90 cm³
 rx = 8.82 cm
 ey = 3.32 cm
 Jy = 165.36 cm⁴
 Sy1 = 49.81 cm³
 Sy2 = 24.75 cm³
 ry = 3.78 cm
 ec = 8.17 cm
 ro = 12.60 cm
 Jt = 0.24 cm⁴
 Cw = 17750 cm⁶



FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Mux = Momento Flector Ultimo en eje X

ky.Ly = Distancia e/ puntos de arriostamiento del ala comprimida:

kt.Lt = Distancia e/ puntos de arriostamiento contra la torsión:

Cb = Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):

$Lu = \sqrt{0,36 \cdot Cb \cdot \pi^2 \cdot E \cdot H \cdot Jy / [2 \cdot Sx \cdot Fy]}$ =	$\sqrt{0,36 \times 1 \times \pi^2 \times 200000 \times 22 \times 3,32 / [2 \times 81,9 \times 250]}$ =	251 cm
$\sigma_{ey} = \pi^2 \cdot E / (ky \cdot Ly / ry)^2$ =	$\pi^2 \times 200000 / (213 / 3,78)^2$ =	620.0 MPa
$\sigma_t = [G \cdot J_t + \pi^2 \cdot E \cdot C_w / (kt \cdot Lt)^2] / (A_g \cdot r_o^2)$ =	$[77200 \times 0,24 + \pi^2 \times 200000 \times 17750 / (640)^2] / (11,59 \times 12,6^2)$ =	57.0 MPa
$F_e = C_b \cdot r_o \cdot A_g \cdot v(\sigma_{ey}, \sigma_t) / S_x$ =	$1 \times 12,6 \times 11,59 \times v(620 \times 57) / 81,9$ =	335.2 MPa
	$0,56 \cdot F_y = 0,56 \times 250 \text{ MPa} = 140 \text{ MPa} < F_e = 335,2 \text{ MPa} < 2,78 \cdot F_y = 2,78 \times 250 \text{ MPa} = 695 \text{ MPa} \rightarrow$	
$F_c = (10/9) \cdot F_y \cdot [1 - 10 \cdot F_y / (36 \times F_e)]$ =	$(10/9) \times 250 \times [1 - 10 \times 250 / (36 \times 335,2)]$ =	220.2 MPa

1.90	tm
2.13	m
6.40	m
1.00	

Esbeltez Labio (elemento no rigidizado - compresión con tensiones variables):

25/2.5 = 10.0

$d' = \min(60 \cdot t; d)$ =	$\min(60 \times 2,5; 25)$ =	25.0 mm
$I_s = t \cdot d^3 / 12$ =	$2,5 \times 25^3 / 12$ =	3255 mm ⁴
$I_a = (t^4) \cdot \min\{399 \cdot [(b'/t) / S - 0,328]^3; 115 \cdot (b'/t) / S + 5\}$ =	$(2,5^4) \cdot 399 \times [36 / 36,2 - 0,328]^3$ =	4614 mm ⁴
$R_i = \min\{I_s / I_a; 1\}$ =	$\min\{3255 / 4614; 1\}$ =	0.705
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (d'/t)^2]$ =	$0,43 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (25 / 2,5)^2]$ =	777.3 MPa
$\lambda = \sqrt{f / F_{cr}} = \sqrt{250 / 777,3}$ =	0.567	≤ 0.673
ρ =		1.00
$d_e = \rho \cdot d'$ =	1×25 =	25.0 mm
$d_{\bar{e}} = d - d_e$ =	$25 - 25$ =	0.0 mm

Esbeltez Ala (elem. rigidizado por un ala y un labio - compresión c/ tensiones uniformes):

90/2.5 = 36.0

$b' = \min(60 \cdot t; b)$ =	$\min(60 \times 2,5; 90)$ =	90.0 mm
$S = 1,28 \cdot v(E/f)$ =	$1,28 \times v(200000 / 250)$ =	36.20
$b'/t = 90 / 2,5 = 36 > 0,328 \cdot S = 0,328 \times 36,2 = 11,87$		
$n = \max\{0,582 - (b'/t) / (4 \cdot S); 1/3\}$ =	$\max\{0,582 - 36 / (4 \times 36,2); 1/3\}$ =	0.333
$0,25 < D/b' = 30 / 90 = 0,33 < 0,80 \rightarrow$	$k = \min\{4; (4,82 - 5 \times 0,33) \times 0,705^2 + 0,43\}$ =	3.25
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b'/t)^2]$ =	$3,25 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (90 / 2,5)^2]$ =	453.3 MPa
$\lambda = \sqrt{f / F_{cr}} = \sqrt{250 / 453,3}$ =	0.743	> 0.673
$\rho = (1 - 0,22 / \lambda) / \lambda$ =	$(1 - 0,22 / 0,743) / 0,743$ =	0.95
$b_e = \rho \cdot b'$ =	$0,95 \times 90$ =	85.5 mm
$b_{\bar{e}} = b - b_e$ =	$90 - 85,5$ =	4.5 mm

Esbeltez Alma (elemento rigidizado - tensiones linealmente variables):

| 210/2.5 = 84.0

$h' = \min(200 \cdot t; h)$ =	$\min(200 \times 2,5; 210)$ =	210.0 mm
$\psi = f_2 / f_1$ (-1 para flexion simple con sección totalmente efectiva) =		-0.981
$k = 4 + 2 \cdot (1 - \psi)^3 + 2 \cdot (1 - \psi)$ =	$4 + 2 \cdot [1 - (-0,981)]^3 + 2 \cdot [1 - (-0,981)]$ =	23.51
$F_{cr} = k \cdot \pi^2 \cdot E / [12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (h'/t)^2]$ =	$23,51 \times \pi^2 \times 200000 / [12 \times (1 - 0,3^2) \times (210 / 2,5)^2]$ =	602.3 MPa
$f_1 = F_y / [1 - (t+r) \cdot (\psi - 1) / h]$ =	$250 / [1 - (2,5 + 2,5) \cdot [(-0,981) - 1] / 210]$ =	238.7 MPa
$\lambda = \sqrt{f_1 / F_{cr}} = \sqrt{238,7 / 602,3}$ =	0.630	≤ 0.673
ρ =		1.00
$b_{ee} = \rho \cdot h'$ =	1×210 =	210.0 mm
$H/B = 220 / 100 = 2,2 \leq 4$		
$b_{e1} = b_{ee} / (3 + \psi)$ =	$210 / (3 + -0,981)$ =	52.8 mm
$b_{e2} = b_{ee} / 2$ =	$210 / 2$ =	105.0 mm
$h_{\bar{e}} = \max\{\min[h; H / (1 - \psi) - r - t] - b_{e1} - b_{e2}; 0\}$ =	$\max\{\min[210; 220 / (1 - (-0,981)) - 2,5 - 2,5] - 52,8 - 105; 0\}$ =	0.0 mm

Sección Efectiva

$$\begin{aligned}
 Ae &= Ag - (b\bar{e} + d\bar{e} + h\bar{e}) \cdot t = & 11.59 - (4.5 + 0 + 0) \times 2.5 / 100 = & 11.48 \text{ cm}^2 \\
 yg &= \Sigma Aei \cdot ygi / Ae = & & 1.1 \text{ mm} \\
 yg1 &= H/2 + yg = & 220/2 + 1.1 = & 111.1 \text{ mm} \\
 yg2 &= H/2 - yg = & 220/2 - 1.1 = & 108.9 \text{ mm} \\
 f2/f1 &= -yg2/yg1 = & -108.9/111.1 = & -0.980 \quad (\epsilon = 0.1\%) \\
 Jex &= \Sigma Jexi + \Sigma Aei \cdot ygi^2 = & & 887.41 \text{ cm}^4 \\
 Sex &= Jex / yg1 = & 887.41 / (111.1 / 10) = & 79.87 \text{ cm}^3 \\
 Mdx &= \emptyset \cdot Fy \cdot Sex = & 0.95 \times 250 \times 79.87 / 10000 = & 1.90 \text{ tm} \\
 & & & > Mux = 1.9 \text{ tm} \rightarrow \text{B.C.}
 \end{aligned}$$

CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

$$\begin{aligned}
 Vux &= \text{Corte Ultimo en eje X} & & \mathbf{1.18 \text{ t}} \\
 Aw &= h \cdot t = & 210 \times 2.5 / 100 = & 5.25 \text{ cm}^2 \\
 & & \sqrt{[E \cdot kv / Fy]} = \sqrt{[200000 \times 5.34 / 250]} = & 65.36 \\
 & & 1.51 \cdot \sqrt{[E \cdot kv / Fy]} = 1.51 \times \sqrt{[200000 \times 5.34 / 250]} = & 98.69 \\
 & & h/t = 84.0 & < 98.69 \\
 \rightarrow Fv &= 0.60 \cdot \sqrt{[E \cdot kv \cdot Fy]} / (h/t) = & 0.60 \times \sqrt{[200000 \times 5.34 \times 250]} / (84 \times 100) = & 1.17 \text{ t/cm}^2 \\
 Vdx &= \emptyset \cdot Fv \cdot Aw = & 0.95 \times 1.17 \times 5.25 = & 5.84 \text{ t} \\
 & & & > Vux = 1.18 \text{ t} \rightarrow \text{B.C.}
 \end{aligned}$$

DEFORMACIONES

CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qs1 (t/m)	qs2 (t/m)	qs3 (t/m)	qs4 (t/m)
				[D + Lr]	[D + 0.7x(Lr + Wp)]	[D + Wp]	[D + Ws]
Cubierta	Zona 1	1.2	6.40	0.136t/m	0.156t/m	0.097t/m	-0.142t/m
Cubierta	Zona 2	1.2	6.40	0.136t/m	0.156t/m	0.097t/m	-0.240t/m
Cubierta	Zona 3	1.2	6.40	0.136t/m	0.156t/m	0.097t/m	-0.240t/m

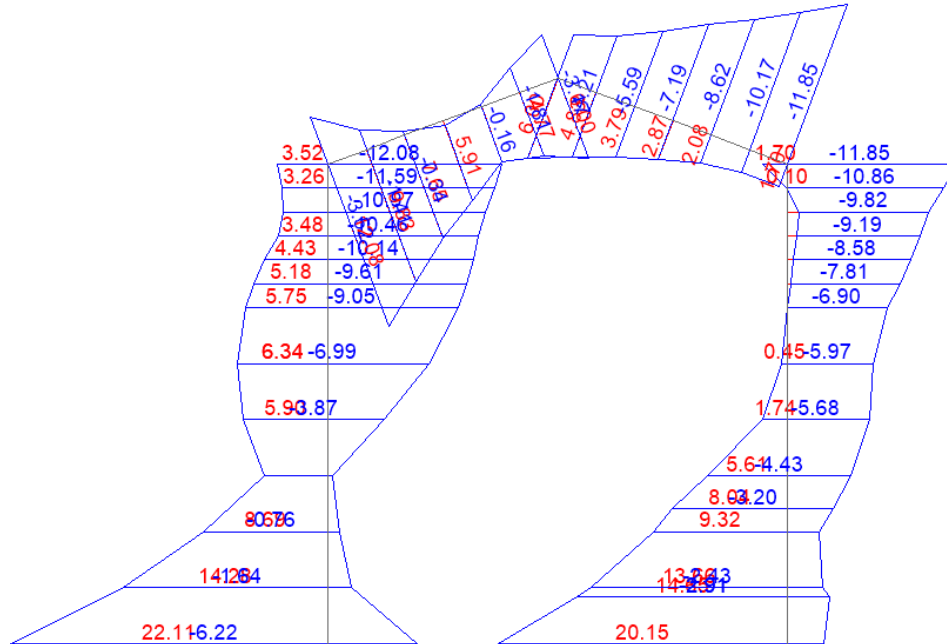
CORREA	ZONA	Ancho Infl. Sep (m)	Longitud (m)	qs (t/m)	δadm (m)	Condición Apoyo	I min (cm ⁴)
				Env[qs1;qs2;qs3; qs4]	Luz/200		
Cubierta	Zona 1	1.2	6.40	0.156t/m	0.032	Apoy - Apoy	533
Cubierta	Zona 2	1.2	6.40	0.240t/m	0.032	Apoy - Apoy	820
Cubierta	Zona 3	1.2	6.40	0.240t/m	0.032	Apoy - Apoy	820

La inercia de las correas adoptadas (900.85cm⁴) es mayor a la requerida (820cm⁴). Se verifican buenas condiciones de deformaciones.

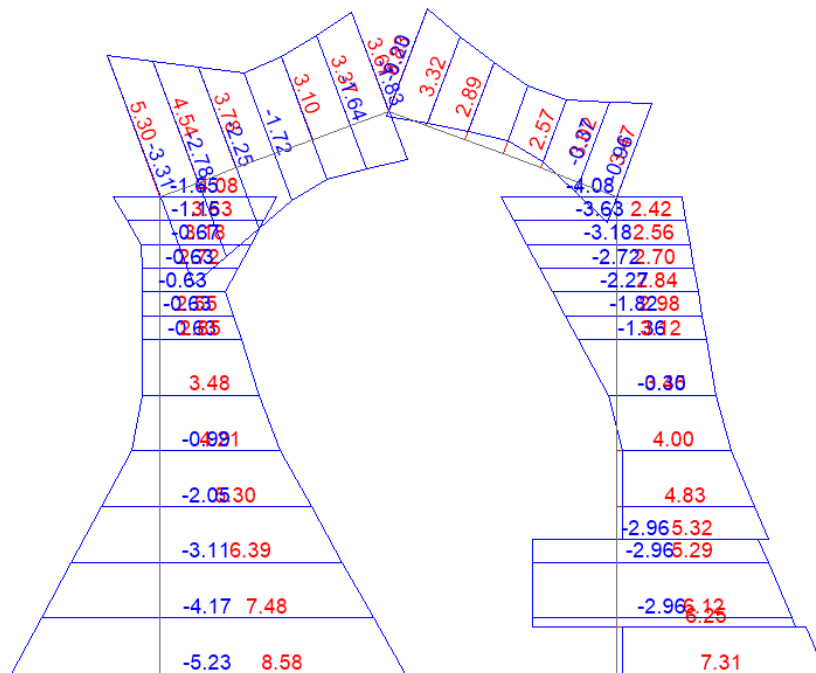
10.3 ESTRUCTURA PRINCIPAL

10.3.1 PÓRTICO METÁLICO

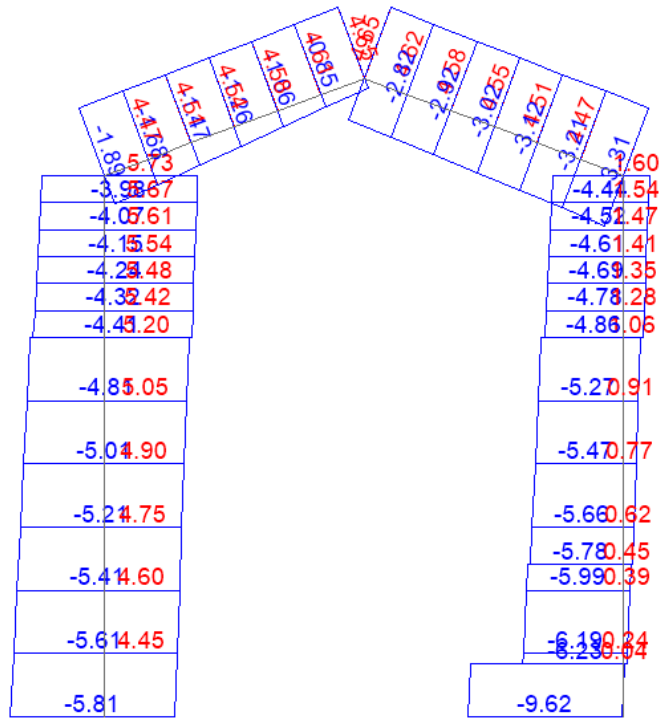
SOLICITACIONES



Momento M3 [tm] - Envolvente ELU



Corte V2 [t] - Envolvente ELU



Esfuerzo axial N [t] - Envolvente ELU

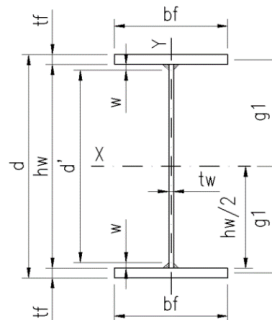
DIMENSIONAMIENTO COLUMNAS

Las solicitaciones determinantes son:

TABLE: Element Forces - Frames								
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C5	0.0	U5-6	-1.5	8.6	0.0	0.0	0.0	22.1

SECCION ADOPTADA

Calidad: **F-36**
 Fy = 355 MPa
 FL = 241 MPa
 Fu = 490 MPa
 E = 200000 MPa
 G = 77200 MPa



bf = 200 mm
 tf = 1/2" (12.7mm)
 Ab = 25.4 cm²
 wmin = 5 mm
 hw = 500 mm
 tw = 3/16" (4.8mm)
 Aw = 24.0 cm²
 A = 2xAb+Aw = 74.8 cm²
 Peso = 58.7 kg/m

$$hw/tw = 500/4.8 = 104.2$$

$$\leq \lambda_r = 5.70 \times \sqrt{E/F_y} = 5.70 \times \sqrt{200000/355} = 135.3$$

→ ALMA NO ESBELTA

$$> 2.45 \times \sqrt{E/F_y} = 2.45 \times \sqrt{200000/355} = 58.2$$

Propiedades de la Sección:

d = 2.tf+hw = 2x12.7+500 = 525.4 mm
 d' = hw-2.w ≈ 500-2x5 = 490 mm

$g1 = (hw+tf)/2 =$	$(500+12.7)/2 =$	256.4	mm
$gx = (Ab.g1+Aw.hw/8)/(Ab+Aw/2) =$	$(25.4 \times 256.4 + 24 \times 500/8)/(25.4+24/2) =$	214.2	mm
$gy = (Ab.bf/4+Aw.tw/8)/(Ab+Aw/2) =$	$(25.4 \times 200/4 + 24 \times 4.8/8)/(25.4+24/2) =$	34.3	mm
$Ix = tw.hw^3/12 + 2.(bf.tf^3/12 + g1^2.Ab) =$	$0.48 \times 50^3/12 + 2 \times (20 \times 12.7^3/12 + 25.64^2 \times 25.4) =$	38403	cm ⁴
$rx = \sqrt{Ix/A} =$	$\sqrt{38403.2/74.8} =$	22.66	cm
$Sx = Ix/(g1+tf/2) =$	$10 \times 38403.2/(256.4+12.7/2) =$	1461.6	cm ³
$Zx = A.gx =$	$74.8 \times 21.42 =$	1602.2	cm ³
$Iy = (2.Ab.bf^2+Aw.tw^2)/12 =$	$[2 \times 25.4 \times (200/10)^2 + 24 \times (4.8/10)^2]/12 =$	1694	cm ⁴
$ry = \sqrt{Iy/A} =$	$\sqrt{1693.8/74.8} =$	4.76	cm
$Sy = Iy/(bf/2) =$	$10 \times 1693.8/(200/2) =$	169.40	cm ³
$Zy = A.gy =$	$74.8 \times 3.43 =$	256.6	cm ³
$J = \sum(bi.ti^3)/3 =$	$[(2 \times 200 \times 12.7^3 + 500 \times 4.8^3)/3]/10000 =$	29.20	cm ⁴
$rt = (2.g1.tf.bf^2)/(2.tf.bf^2) =$	$[(2 \times 256.4 \times 12.7 \times 200^2)/(2 \times 12.7 \times 200^2)]/10 =$	25.64	cm
$rt' = \sqrt{(bf^3.tf+hw.tw^3/3)/(12 \times Ab+4 \times Aw)} =$	$\sqrt{[(200^3 \times 12.7 + 500 \times 4.8^3/3)/(12 \times 25.4 + 4 \times 24)]/100} =$	5.04	cm
$Cw = g1^2.tf.bf^3/6 =$	$(256.4^2 \times 12.7 \times 200^3)/(6 \times 10^6) =$	1113214	cm ⁶
$X1 = \pi.\sqrt{E.G.J.A/2}/Sx =$	$\pi.\sqrt{200000 \times 77200 \times 29.2 \times 74.8/2}/1461.6 =$	8826	MPa
$X2 = 4.Cw.[Sx/(G.J)]^2/Iy =$	$4 \times 1113214 \times [1461.6/(77200 \times 29.2)]^2/1693.8 =$	1.1.E-03	MPa ⁻²

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

$Lb =$ Distancia entre puntos de arriostamiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida	2.70	m	
Carga aplicada en el Ala superior			
$Lp = 1,59.r.y.\sqrt{E/Fyf} =$	$1.59 \times 4.76 \times \sqrt{200000/355} =$	180	cm
$Lr = 1,28.r.y.X1/FL =$	$1.28 \times 4.76 \times 8826/241 =$	223	cm
$Mp = \min(1,5.Fy.Sx ; Fy.Zx) =$	$355 \times 1602.2/10000 =$	56.88	tm
$Mr = FL.Sx =$	$241 \times 1461.6/10000 =$	35.22	tm
$Mcr = 1,28.Sx.X1/(Lb/ry) =$	$[1.28 \times 1461.6 \times 8826/(270/4.76)]/10000 =$	29.11	tm
$bf/(2.tf) = 200/(2 \times 12.7) = 7.9$	$< \lambda r = 0.83 \times \sqrt{E/FL} = 0.83 \times \sqrt{200000/241} =$	23.9	
	$Q = Qs =$	1.000	
$Cb =$ Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):	1.00		
$Mnx = \min\{Mp ; Cb.Mcr\} =$	$\min\{56.88; 1 \times 29.11\} =$	29.11	tm
$Mdx = \emptyset.Q.Mnx =$	$0.90 \times 1 \times 29.11 =$	26.20	tm
			> Mux = tm → B.C.

Se tomará el ala interior de las columnas mediante la colocación de tornapuntas, correas de por medio.

$$Lb = 2 \times (\text{separación correas laterales}) = 2 \times (1.35\text{m}) = 2.70\text{m}$$

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MENOR INERCIA

$Mp = \min(1,5.Fy.Sy ; Fy.Zy) =$	$1.5 \times 355 \times 169.4/10000 =$	9.02	tm
$bf/(2.tf) = 200/(2 \times 12.7) = 7.9$	$< \lambda r = 0.83 \times \sqrt{E/FL} = 0.83 \times \sqrt{200000/241} =$	23.9	
	$Qs =$	1.000	
$Mdy = \emptyset \times Qs \times Mp =$	$0.90 \times 1 \times 9.02 =$	8.12	tm
			> Muy = tm → B.C.

TRACCION

$kx.Ix =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:	8.35	m	
$ky.Iy =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:	5.85	m	
$\lambda x = kx.Ix/rx =$	$835/22.66 =$	37 ≤ 300	
$\lambda y = ky.Iy/ry =$	$585/4.76 =$	123 ≤ 300	
$An \geq Tu/(\emptyset.Fu) = /(0.75 \times 490/100) = 0\text{cm}^2.$	En general, para desarrollar la capacidad de fluencia de la sección no debe superarse el límite $An = [0,90.Fy/(0,75.Fu)].A = 87\% \times A (65.03\text{cm}^2).$		
$Td = \emptyset.A.Fy =$	$0.90 \times 74.8 \times 355/100 =$	238.99	t
			> Tu = t → B.C.

COMPRESION

$k_x.l_x$ = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:		8.35	m
$k_y.l_y$ = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:		5.85	m
$\lambda_x = k_x.l_x/r_x =$	$835/22.66 =$		$37 \leq 200$
$\lambda_y = k_y.l_y/r_y =$	$585/4.76 =$		$123 \leq 200$
$\lambda_c = (\lambda_y/\pi) \times \sqrt{[F_y/E]} =$	$(123/\pi) \times \sqrt{[355/200000]} =$		1.650
$b_f/(2.t_f) = 7.87$	$< \lambda_r = 0.56 \times \sqrt{[E/F_y]} = 0.56 \times \sqrt{[200000/355]} =$		13.3
		$Q_s =$	1.000
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q_s} =$	$1.65 \times \sqrt{1} =$		1.650
$f = \phi \cdot F_y \cdot 0.877 / \lambda_c^2 =$	$0.85 \times 355 \times 0.877 / 1.65^2 =$		97 MPa
$h_w/t_w = 104.17$	$> \lambda_r = 1.49 \times \sqrt{[E/F_y]} = 1.49 \times \sqrt{[200000/355]} =$		35.4
$Q_a = 1 + [\min\{d'; 1.91 \times t_w \times \sqrt{[E/f]} \times [1 - 0.34 \times \sqrt{[E/f]} / (d'/t_w)]\} - d'] \times t_w / A = 1 + [\min\{49; 1.91 \times 0.48 \times \sqrt{[200000/97]} \times [1 - 0.34 \times \sqrt{[200000/97]} / 104.17]\} - 49] \times 0.48 / 74.8 =$			0.890
		$Q = Q_s \cdot Q_a =$	0.890
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q} =$	$1.65 \times \sqrt{0.89} =$		1.557
$F_{cr} = F_y \cdot 0.877 / \lambda_c^2 =$	$355 \times 0.877 / 1.65^2 =$		114 MPa
$P_d = \phi \cdot A \cdot F_{cr} =$	$0.85 \times 74.8 \times 114 / 100 =$		72.48 t
			$> P_u = 0t \rightarrow B.C.$

ACCIONES COMBINADAS

$M_{ux} =$		22.10	tm
$M_{uy} =$		0.00	tm
$P_u =$		-1.50	t
$M_{ux}/M_{dx} =$	$22.1/26.2 =$		0.844
$M_{uy}/M_{dy} =$	$0/8.12 =$		0.000
$P_u/P_d =$	$1.5/72.48 =$		0.021
$[P_u/P_d]/2 + M_{ux}/M_{dx} + M_{uy}/M_{dy} =$	$0.021/2 + 0.844 + 0 =$		0.855 ≤ 1

CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

$V_{ux} =$ Corte Ultimo en eje X		8.27	t
	$1,10 \cdot \sqrt{[5 \cdot E/F_y]} = 1.10 \times \sqrt{[5 \times 200000/355]} =$		58.38
	$1,37 \cdot \sqrt{[5 \cdot E/F_y]} = 1.37 \times \sqrt{[5 \times 200000/355]} =$		72.71
	$h_w/t_w = 104.2$		> 72.71
$C_v = 1,51 \cdot E \cdot 5 / [(h_w/t_w)^2 \cdot F_y] =$	$1.51 \times 200000 \times 5 / (104.2^2 \times 355) =$		0.39
$\phi \cdot 0,6 \cdot A_w \cdot F_y \cdot C_v =$	$0.9 \times 0.6 \times 24 \times 355 \times 0.39 / 100 =$		17.94 t
	$\phi \cdot 0,6 \cdot A_w \cdot F_y \cdot C_v \geq V_{ux} \rightarrow$ No es necesario colocar rigidizadores transversales		5
$k_v =$			
	$1,10 \cdot \sqrt{[k_v \cdot E/F_y]} = 1.10 \times \sqrt{[5 \times 200000/355]} =$		58.38
	$1,37 \cdot \sqrt{[k_v \cdot E/F_y]} = 1.37 \times \sqrt{[5 \times 200000/355]} =$		72.71
	$h_w/t_w = 104.2$		> 72.71
$C_v = 1,51 \cdot E \cdot k_v / [(h_w/t_w)^2 \cdot F_y] =$	$1.51 \times 200000 \times 5 / (104.2^2 \times 355) =$		0.39
$V_{nx} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v =$	$0.6 \times 355 \times 24 \times 0.39 / 100 =$		19.94 t
ALMA NO ESBELTA [A-F.2.]			
$V_{nx}' = 0,91 \cdot A_w \cdot k_v \cdot E / (h_w/t_w)^2 =$	$0.91 \times 24 \times 5 \times 200000 / [104.2^2 \times 100] =$		20.11 t
$V_{dx} = \phi \cdot \max\{V_{nx}; V_{nx}'\} =$	$0.9 \times \max\{20.11; 19.94\} =$		18.10 t
			$> V_{ux} = 8.27t \rightarrow B.C.$

DIMENSIONAMIENTO VIGAS

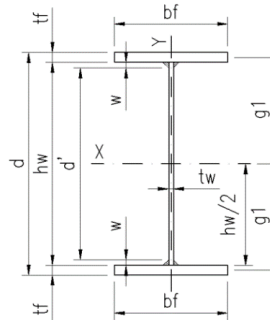
Las solicitaciones determinantes son:

TABLE: Element Forces - Frames

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
V5	0.0	U5-4	2.3	3.2	0.0	0.0	0.0	12.1

SECCION ADOPTADA

Calidad: **F-36**
 Fy = 355 MPa
 FL = 241 MPa
 Fu = 490 MPa
 E = 200000 MPa
 G = 77200 MPa



bf = **200** mm
 tf = **3/8"** (9.5mm)
 Ab = 19.0 cm²
 wmin = 5 mm
 hw = **500** mm
 tw = **3/16"** (4.8mm)
 Aw = 24.0 cm²
 A = 2xAb+Aw = 62.0 cm²
 Peso = 48.7 kg/m

$$\left. \begin{aligned} &hw/tw = 500/4.8 = 104.2 \\ &\leq \lambda_r = 5,70 \times \sqrt{E/F_y} = 5.70 \times \sqrt{200000/355} = 135.3 \\ &> 2,45 \times \sqrt{E/F_y} = 2.45 \times \sqrt{200000/355} = 58.2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{ALMA NO ESBELTA}$$

Propiedades de la Sección:

d = 2.tf+hw =	2x9.5+500 =	519.0 mm
d' = hw-2.w ≈	500-2x5 =	490 mm
g1 = (hw+tf)/2 =	(500+9.5)/2 =	254.8 mm
gx = (Ab.g1+Aw.hw/8)/(Ab+Aw/2) =	(19x254.8+24x500/8)/(19+24/2) =	204.6 mm
gy = (Ab.bf/4+Aw.tw/8)/(Ab+Aw/2) =	(19x200/4+24x4.8/8)/(19+24/2) =	31.1 mm
Ix = tw.hw ³ /12+2.(bf.tf ³ /12+g1 ² .Ab) =	0.48x500 ³ /12+2x(20x0.95 ³ /12+25.48 ² x19) =	29674 cm ⁴
rx = √[Ix/A] =	√[29673.6/62] =	21.88 cm
Sx = Ix/(g1+tf/2) =	10x29673.6/(254.8+9.5/2) =	1143.3 cm ³
Zx = A.gx =	62x20.46 =	1268.5 cm ³
Iy = (2.Ab.bf ² +Aw.tw ²)/12 =	[2x19x(200/10) ² +24x(4.8/10) ²]/12 =	1267 cm ⁴
ry = √[Iy/A] =	√[1267.1/62] =	4.52 cm
Sy = Iy/(bf/2) =	10x1267.1/(200/2) =	126.70 cm ³
Zy = A.gy =	62x3.11 =	192.8 cm ³
J = ∑(bi.ti ³)/3 =	[(2x200x9.5 ³ +500x4.8 ³)/3]/10000 =	13.30 cm ⁴
rt = (2.g1.tf.bf ²)/(2.tf.bf ²) =	[(2x254.8x9.5x200 ²)/(2x9.5x200 ²)]/10 =	25.48 cm
rt' = √[(bf ³ .tf+hw.tw ³ /3)/(12xAb+4xAw)] =	√[(200 ³ x9.5+500x4.8 ³)/(12x19+4x24)]/100 =	4.84 cm
Cw = g1 ² .tf.bf ³ /6 =	(254.8 ² x9.5x200 ³)/(6x10 ⁶) =	822359 cm ⁶
X1 = π.√[E.G.J.A/2]/Sx =	π.√[200000x77200x13.3x62/2]/1143.3 =	6933 MPa

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Lb = Distancia entre puntos de arriostamiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida = **2.40** m

Carga aplicada en el Ala superior

Lp = 1,59.ry.√[E/Fyf] =	1.59x4.52x√[200000/355] =	171 cm
Lr = 1,28.ry.X1/FL =	1.28x4.52x6933/241 =	166 cm
Mp = min(1,5.Fy.Sx ; Fy.Zx) =	355x1268.5/10000 =	45.03 tm
Mr = FL.Sx =	241x1143.3/10000 =	27.55 tm
Mcr = 1,28.Sx.X1/(Lb/ry) =	[1.28x1143.3x6933/(240/4.52)]/10000 =	19.11 tm
bf/(2.tf) = 200/(2x9.5) = 10.5	< λr = 0.83x√[E/FL] = 0.83x√[200000/241] =	23.9

Q = Qs = 1.000

Cb = Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):

1.00

Mnx = min { Mp ; Cb.Mcr } = min{45.03;1x19.11} = 19.11 tm

Mdx = ∅.Q.Mnx = 0.90x1x19.11 = 17.20 tm

> Mux = tm → B.C.

Se tomará el ala inferior de las vigas mediante la colocación de tornapuntas, correas de por medio.

$$L_b = 2 \times (\text{separación correas de cubierta}) = 2 \times (1.20\text{m}) = 2.40\text{m}$$

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MENOR INERCIA

$M_p = \min(1.5 \cdot F_y \cdot S_y ; F_y \cdot Z_y) =$	$1.5 \times 355 \times 126.7 / 10000 =$	6.75 tm
$b_f / (2 \cdot t_f) = 200 / (2 \times 9.5) = 10.5$	$< \lambda_r = 0.83 \times \sqrt{E / F_L} = 0.83 \times \sqrt{200000 / 241} =$	23.9
		Q _s = 1.000
$M_{dy} = \phi \times Q_s \times M_p =$	$0.90 \times 1 \times 6.75 =$	6.08 tm
		> M _{uy} = tm → B.C.

COMPRESION

$k_x \cdot l_x =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:		8.00 m
$k_y \cdot l_y =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:		4.00 m
$\lambda_x = k_x \cdot l_x / r_x =$	$800 / 21.88 =$	37 ≤ 200
$\lambda_y = k_y \cdot l_y / r_y =$	$400 / 4.52 =$	88 ≤ 200
$\lambda_c = (\lambda_y / \pi) \times \sqrt{F_y / E} =$	$(88 / \pi) \times \sqrt{355 / 200000} =$	1.180
$b_f / (2 \cdot t_f) = 10.53$	$< \lambda_r = 0.56 \times \sqrt{E / F_y} = 0.56 \times \sqrt{200000 / 355} =$	13.3
		Q _s = 1.000
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q_s} =$	$1.18 \times \sqrt{1} =$	1.180
$f = \phi \cdot F_y \cdot Q_s \cdot 0.658^{(\lambda_c \cdot \sqrt{Q_s})^2} =$	$0.85 \times 355 \times 1 \times 0.658^{(1.18)^2} =$	168 MPa
$h_w / t_w = 104.17$	$> \lambda_r = 1.49 \times \sqrt{E / F_y} = 1.49 \times \sqrt{200000 / 355} =$	35.4
$Q_a = 1 + [\min\{d' ; 1.91 \times t_w \times \sqrt{E / f}\} \times [1 - 0.34 \times \sqrt{E / f} / (d' / t_w)] - d'] \times t_w / A = 1 + [\min\{49 ; 1.91 \times 0.48 \times \sqrt{200000 / 168}\} \times [1 - 0.34 \times \sqrt{200000 / 168} / 104.17] - 49] \times 0.48 / 62 =$		0.816
		Q = Q _s · Q _a = 0.816
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q} =$	$1.18 \times \sqrt{0.816} =$	1.066
$F_{cr} = F_y \cdot Q \cdot 0.658^{(\lambda_c \cdot \sqrt{Q})^2} =$	$355 \times 0.816 \times 0.658^{(1.066)^2} =$	180 MPa
$P_d = \phi \cdot A \cdot F_{cr} =$	$0.85 \times 62 \times 180 / 100 =$	94.86 t
		> P _u = 14.26t → B.C.

TRACCION

$k_x \cdot l_x =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:		8.00 m
$k_y \cdot l_y =$ Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:		4.00 m
$\lambda_x = k_x \cdot l_x / r_x =$	$800 / 21.88 =$	37 ≤ 300
$\lambda_y = k_y \cdot l_y / r_y =$	$400 / 4.52 =$	88 ≤ 300
$A_n \geq T_u / (\phi \cdot F_u) = / (0.75 \times 490 / 100) = 0 \text{cm}^2$.	En general, para desarrollar la capacidad de fluencia de la sección no debe superarse el límite $A_n = [0,90 \cdot F_y / (0,75 \cdot F_u)] \cdot A = 87\% \times A$ (53.9cm ²).	
$T_d = \phi \cdot A \cdot F_y =$	$0.90 \times 62 \times 355 / 100 =$	198.09 t
		> T _u = t → B.C.

ACCIONES COMBINADAS

$M_{ux} =$		12.10 tm
$M_{uy} =$		0.00 tm
$T_u =$		2.30 t
$M_{ux} / M_{dx} =$	$12.1 / 17.2 =$	0.703
$M_{uy} / M_{dy} =$	$0 / 6.08 =$	0.000
$T_u / T_d =$	$2.3 / 198.09 =$	0.012
$[T_u / T_d] / 2 + M_{ux} / M_{dx} + M_{uy} / M_{dy} =$	$0.012 / 2 + 0.703 + 0 =$	0.709 ≤ 1

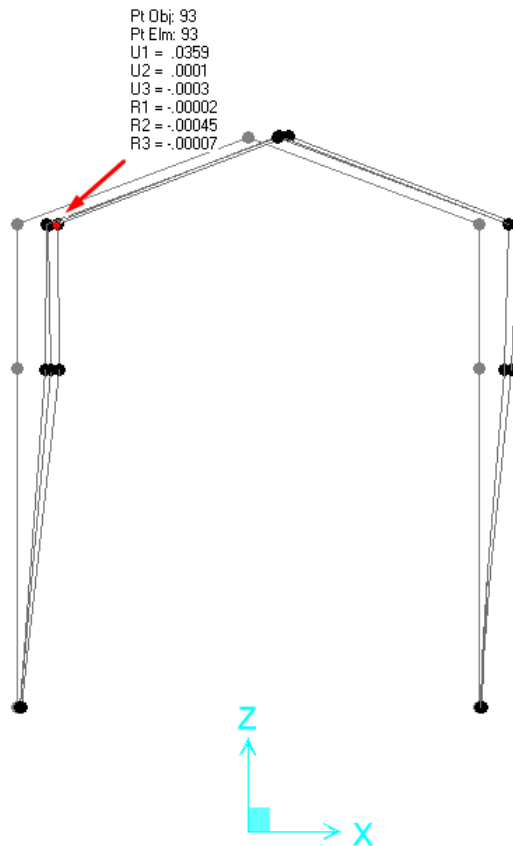
CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Vux = Corte Ultimo en eje X

	$1,10 \cdot v[5.E/F_y] = 1.10xv[5x200000/355] =$	58.38
	$1,37 \cdot v[5.E/F_y] = 1.37xv[5x200000/355] =$	72.71
	$hw/tw = 104.2$	> 72.71
$Cv_5 = 1,51.E.5/[(hw/tw)^2.F_y] =$	$1.51x200000x5/(104.2^2x355) =$	0.39
$\emptyset.0,6.Aw.F_y.Cv_5 =$	$0.9x0.6x24x355x0.39/100 =$	17.94 t
	$\emptyset.0,6.Aw.F_y.Cv_5 \geq Vux \rightarrow$ No es necesario colocar rigidizadores transversales	
$kv =$		5
	$1,10 \cdot v[kv.E/F_y] = 1.10xv[5x200000/355] =$	58.38
	$1,37 \cdot v[kv.E/F_y] = 1.37xv[5x200000/355] =$	72.71
	$hw/tw = 104.2$	> 72.71
$Cv = 1,51.E.kv/[(hw/tw)^2.F_y] =$	$1.51x200000x5/(104.2^2x355) =$	0.39
$Vnx = 0,6.F_y.Aw.Cv =$	$0.6x355x24x0.39/100 =$	19.94 t
ALMA NO ESBELTA [A-F.2.]		
$Vnx' = 0,91.Aw.kv.E/(hw/tw)^2 =$	$0.91x24x5x200000/[104.2^2x100] =$	20.11 t
$Vdx = \emptyset.max\{Vnx ; Vnx'\} =$	$0.9x\max\{20.11 ; 19.94\} =$	18.10 t
		> Vux = 3.83t \rightarrow B.C.

DEFORMACIONES HORIZONTALES

Desplazamiento horizontal admisible: $H/150 = 1050\text{cm}/150 = 7\text{cm}$



Deformación Estado S1-7 [m]

Máxima deformación horizontal = 3.59cm < 7cm \rightarrow Buenas condiciones

10.3.2 PUNTALES

SOLICITACIONES

TABLE: Element Forces - Frames								
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
317	3.0	U4-1	-2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
316	6.4	U5-5	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

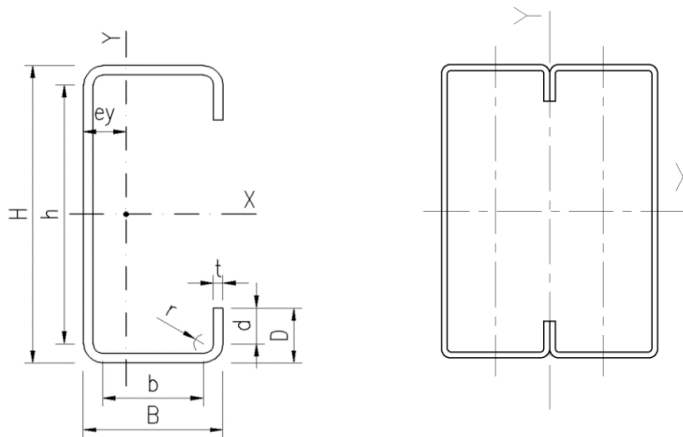
DIMENSIONAMIENTO

Se materializarán los puntales mediante 2 perfiles C dispuestos formando un cajón de las mismas dimensiones que los utilizados para las correas de techo y laterales.

SECCION ADOPTADA

Material:	ZAR 250
E =	200000 MPa
G =	77200 MPa
Fy =	250 MPa
Fu =	330 MPa
$\mu =$	0.30

H =	220 mm
B =	100 mm
D =	30 mm
t =	2.5 mm
r =	2.50 mm
h =	210.0 mm
b =	90.0 mm
d =	25.0 mm
Ag =	11.59 cm ²
Peso =	9.10 kg/m
Jx =	900.85 cm ⁴
Sx =	81.90 cm ³
rx =	8.82 cm
ey =	3.32 cm
Jy =	165.36 cm ⁴
Sy1 =	49.81 cm ³
Sy2 =	24.75 cm ³
ry =	3.78 cm
ec =	8.17 cm
ro =	12.60 cm
Jt =	0.24 cm ⁴
Cw =	17750 cm ⁶



COMPRESION COMO PUNTAL FORMANDO UN CAJÓN

- Pu = Normal de Compresión Ultimo
- kx.lx = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:
- ky.ly = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:
- kt.Lt = Distancia e/ puntos de arriostamiento contra la torsión:
- Ag = Área sección completa:
- Jx = Inercia s/x de la sección completa:
- Jy = Inercia s/y de la sección completa:
- rx = radio de giro x de la sección completa :
- ry = radio de giro y de la sección completa:
- $\lambda_x = k_x.l_x/r_x = 640/8.82 = 73 \leq 200$
- $\lambda_y = k_y.l_y/r_y = 640/3.78 = 83 \leq 200$
- ri = radio de giro mínimo de la sección bruta de un perfil individual:

2.50 t
6.40 m
6.40 m
6.40 m
23.2
1802 cm ⁴
1365 cm ⁴
8.82 cm
7.67 cm
73 ≤ 200
83 ≤ 200
3.78 cm



TRABAJO PRÁCTICO FINAL INTEGRADOR



a = distancia entre las uniones intermedias:

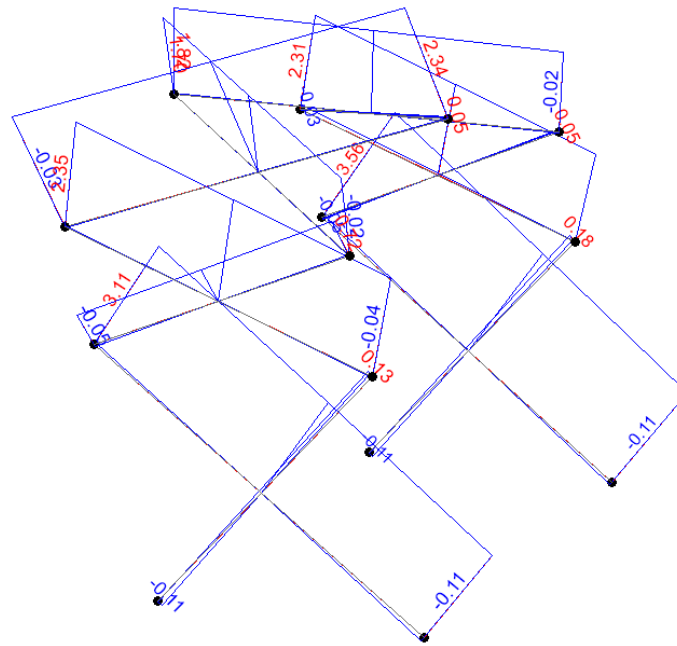
		25.00 cm
	a max =	156.87 cm
$\lambda_1 \gamma^2 = (a \gamma / r_i)^2 =$		43.7
$\lambda m = \sqrt{(\lambda \gamma_0^2 + \lambda_1 \gamma^2)} =$		83.0
$F_e = \pi^2 \cdot E / \lambda m^2 =$	$\pi^2 \times 200000 / 83^2 =$	286.5 MPa
$\lambda c = \sqrt{F_y / F_e} =$	$\sqrt{250 / 286.5} =$	$0.934 \leq 1.5$
$F_n = [0.658^{(\lambda c^2)}] \cdot F_y =$	$[0.658^{(0.934^2)}] \times 250 =$	173.5 MPa
$P_d = \phi \cdot F_n \cdot A_g =$	$0.85 \times 173.5 \times 23.18 / 100 =$	34.18 t
		> $P_u = 2.5t \rightarrow$ B.C.

10.3.3 DIAGONALES

SOLICITACIONES

TABLE: Element Forces - Frames

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
354	8.7	U4-2	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0



Esfuerzo axial N [t] - Envolverte ELU

DIMENSIONAMIENTO

SECCION ADOPTADA

Sección:	LPN 4"x1/4" (101.6x6.4)	(Simple)
Calidad:	F-24	
E =	200000 MPa	

Fy =	235	MPa
FL =	166	MPa
Fu =	370	MPa
Peso =	10.05	kg/m

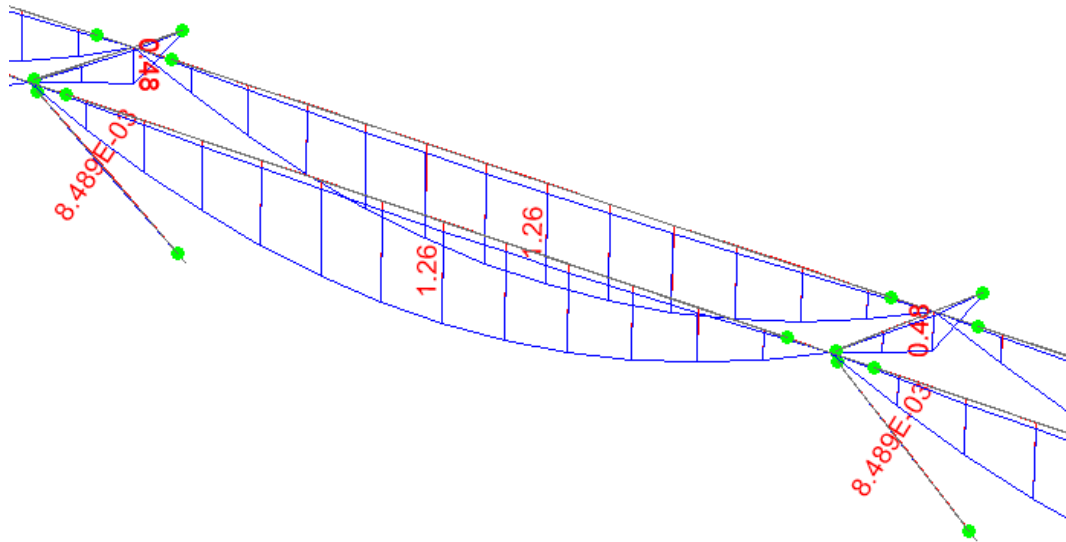
TRACCION

Tu = Normal de Tracción Ultimo	4.00	t
kx.lx = Longitud entre puntos de arriostramiento en el sentido del eje X:	8.67	m
kv.lv = Longitud entre puntos de arriostramiento en el sentido de la menor inercia:	4.34	m
$\lambda_x = k_x.l_x/r_x =$	867/3.13 =	277 \leq 300
$\lambda_v = k_v.l_v/r_v =$	434/1.93 =	225 \leq 300
$A_n \geq T_u/(\phi.F_u) = 4/(0.75 \times 370/100) = 1.44 \text{ cm}^2$. En general, para desarrollar la capacidad de fluencia de la sección no debe superarse el límite $A_n = [0,90.F_y/(0,75.F_u)].A = 76\% \times A (9.76 \text{ cm}^2)$.		
Td = $\phi.A.F_y =$	0.90x12.8x235/100 =	27.07 t
		> Tu = 4t \rightarrow B.C.

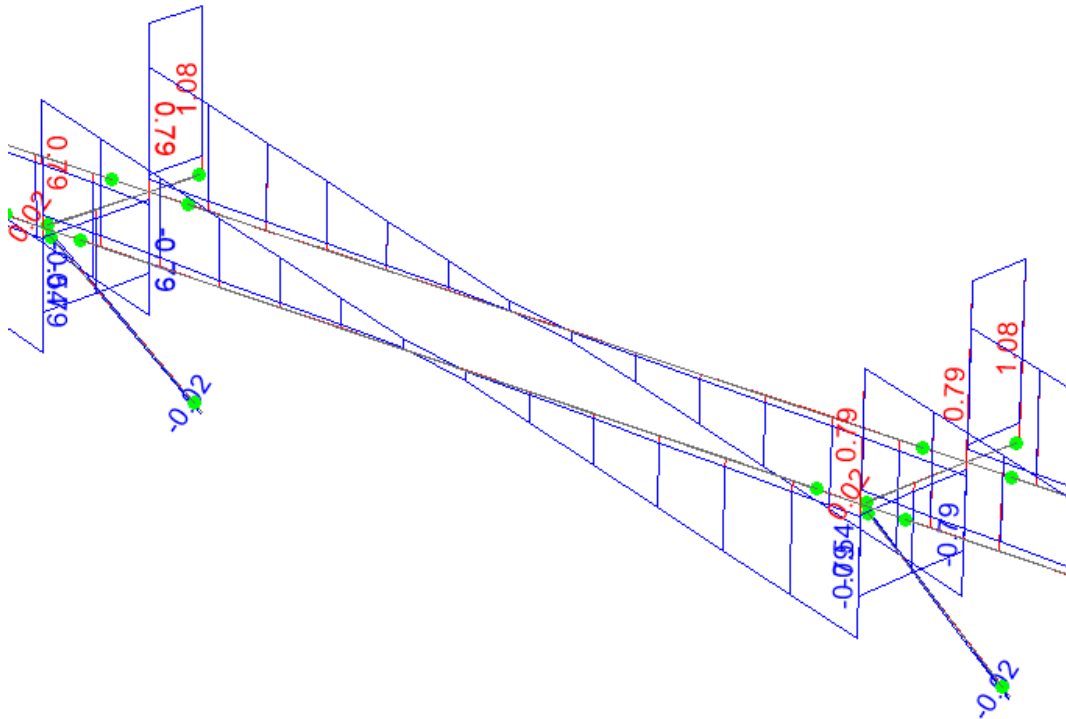
Nota: Se vincularán las diagonales en su punto medio.

10.4 PLATAFORMA MANTENIMIENTO

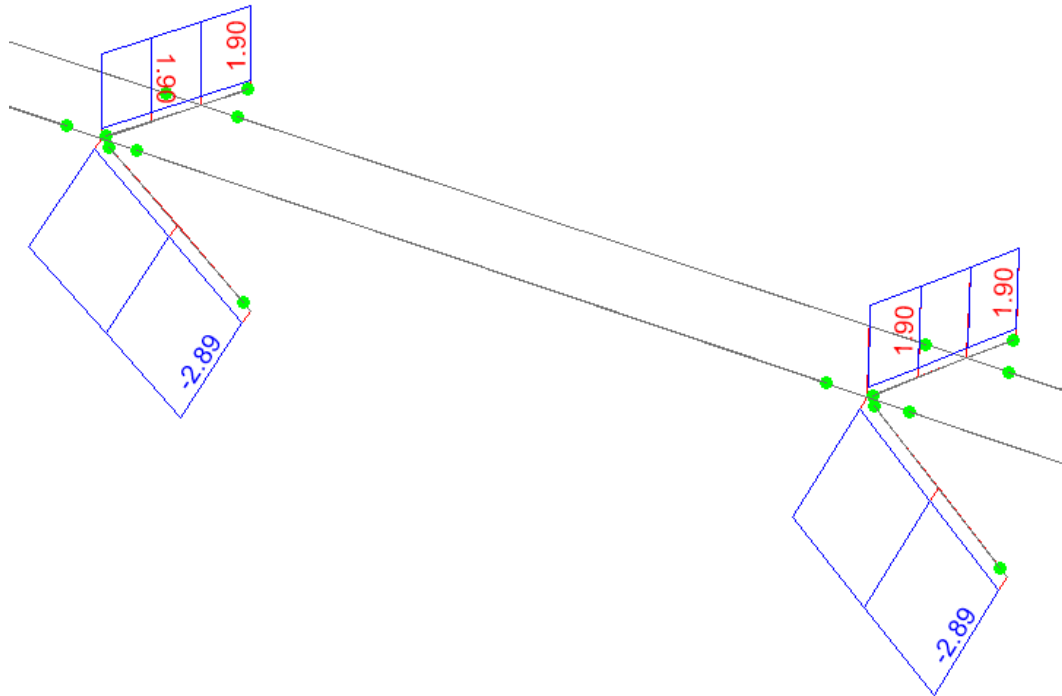
SOLICITACIONES



Momento M3 [tm] - Envolvente ELU



Corte V2 [t] - Envolvente ELU



Esfuerzo axial N [t] - Envolvente ELU

10.4.1 VIGA SOPORTE PLATAFORMA

SOLICITACIONES

TABLE: Element Forces - Frames

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
396	0.0	U2	1.90	1.07	0.00	0.00	0.00	0.48

DIMENSIONAMIENTO

SECCION ADOPTADA

Sección:	W 150x13,0	Fy =	345	MPa
Calidad:	ASTM A 572 Gr 50	FL =	276	MPa
E =	200000 MPa	Fu =	450	MPa
G =	77200 MPa	Peso =	13.00	kg/m

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Mux = Momento Flector Ultimo en eje X		0.87	tm
Lb = Distancia entre puntos de arriostamiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida		1.35	m
Carga aplicada en el Ala superior			
Lp = $1,59 \cdot r_y \cdot \sqrt{E/F_y}$ =	$1,59 \times 2,22 \times \sqrt{200000/345}$ =		85 cm
Lr = $1,28 \cdot r_y \cdot X_1/FL$ =	$1,28 \times 2,22 \times 17191/276$ =		177 cm
Mp = $\min(1,5 \cdot F_y \cdot S_x ; F_y \cdot Z_x)$ =	$345 \times 96,4/10000$ =		3.33 tm
Mr = FL · Sx =	$276 \times 85,8/10000$ =		2.37 tm
Mcr = $1,28 \cdot S_x \cdot X_1 / (L_b / r_y)$ =	$[1,28 \times 85,8 \times 17191 / (135/2,22)] / 10000$ =		3.10 tm

$$bf/(2.tf) = 10.2 \quad < \lambda_r = 0.83xv[E/FL] = 0.83xv[200000/276] = 22.3$$

$$d'/tw = 27.44 \quad < \lambda_r = 5.70xv[E/Fy] = 5.70xv[200000/345] = 137.2$$

$$Cb = \text{Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1): } 1.000$$

$$Mnx = \min\{Mp; Cb.[Mp-(Mp-Mr).(Lb-Lp)/(Lr-Lp)]\} = \min\{3.33; 1x[3.33-(3.33-2.37)x(135-85)/(177-85)]\} = 2.81 \text{ m}$$

$$Mdx = \emptyset.Q.Mnx = 0.90x1x2.81 = 2.53 \text{ m}$$

$$Qs = 1.000$$

$$Qa = 1.000$$

$$Q = Qs.Qa = 1.000$$

$$> Mux = 0.87tm \rightarrow \text{B.C.}$$

CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

$$Vux = \text{Corte Ultimo en eje X } 1.08 \text{ t}$$

$$Aw = d.tw = 148x4.3/100 = 6.36 \text{ cm}^2$$

$$2.45xv[E/Fy] = 2.45xv[200000/345] = 58.99$$

$$3.07xv[E/Fy] = 3.07xv[200000/345] = 73.92$$

$$d'/tw = 27.44 < 58.99$$

$$Vnx = 0,6.Fy.Aw = 0.6x345x6.36/100 = 13.17 \text{ t}$$

$$Vdx = \emptyset.Vnx = 0.90x13.17 = 11.85 \text{ t}$$

$$> Vux = 1.08t \rightarrow \text{B.C.}$$

TRACCION

$$Tu = \text{Normal de Tracción Ultimo } 1.90 \text{ t}$$

$$kx.lx = \text{Longitud entre puntos de arriostramiento en el sentido de la mayor inercia: } 1.35 \text{ m}$$

$$ky.ly = \text{Longitud entre puntos de arriostramiento en el sentido de la menor inercia: } 1.35 \text{ m}$$

$$\lambda_x = kx.lx/rx = 135/6.18 = 22 < 300$$

$$\lambda_y = ky.ly/ry = 135/2.22 = 61 < 300$$

$$An \geq Tu/(\emptyset.Fu) = 1.9/(0.75x450/100) = 0.56 \text{ cm}^2. \text{ En general, para desarrollar la capacidad de fluencia de la sección no debe superarse el límite } An = [0,90.Fy/(0,75.Fu)].A = 92\%xA (15.27 \text{ cm}^2).$$

$$Td = \emptyset.A.Fy = 0.90x16.6x345/100 = 51.54 \text{ t}$$

$$> Tu = 1.9t \rightarrow \text{B.C.}$$

10.4.2 PUNTALES

SOLICITACIONES

TABLE: Element Forces - Frames								
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
369	0.0	U2	-2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DIMENSIONAMIENTO

SECCION ADOPTADA

Sección:	W 150x13,0	Fy =	345	MPa
Calidad:	ASTM A 572 Gr 50	FL =	276	MPa
	E = 200000 MPa	Fu =	450	MPa
	G = 77200 MPa	Peso =	13.00	kg/m

COMPRESION

P_u = Normal de Compresión Ultimo		-2.90 t
$k_x.l_x$ = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la mayor inercia:		2.00 m
$k_y.l_y$ = Longitud entre puntos de arriostamiento en el sentido de la menor inercia:		2.00 m
$\lambda_x = k_x.l_x/r_x =$	$200/6.18 =$	$32 \leq 200$
$\lambda_y = k_y.l_y/r_y =$	$200/2.22 =$	$90 \leq 200$
$\lambda_c = (\lambda_y/\pi) \times \sqrt{F_y/E} =$	$(90/\pi) \times \sqrt{345/200000} =$	1.190
$b_f/(2 \times t_f) = 10.2$	$< \lambda_r = 0.56 \times \sqrt{E/F_y} = 0.56 \times \sqrt{200000/345} =$	13.5
		$Q_s = 1.000$
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q_s} =$	$1.19 \times \sqrt{1} =$	1.190
$f = \phi \cdot F_y \cdot Q_s \cdot 0.658^{(\lambda_c \cdot \sqrt{Q_s})^2} =$	$0.85 \times 345 \times 1 \times 0.658^{(1.19)^2} =$	162 MPa
$d'/t_w = 27.44$	$< \lambda_r = 1.49 \times \sqrt{E/F_y} = 1.49 \times \sqrt{200000/345} =$	35.9
		$Q_a = 1.000$
		$Q = Q_s \cdot Q_a = 1.000$
$\lambda_c \cdot \sqrt{Q} =$	$1.19 \times \sqrt{1} =$	1.190
$F_{cr} = F_y \cdot Q \cdot 0.658^{(\lambda_c \cdot \sqrt{Q})^2} =$	$345 \times 1 \times 0.658^{(1.19)^2} =$	191 MPa
$P_d = \phi \cdot A \cdot F_{cr} =$	$0.85 \times 16.6 \times 191/100 =$	26.95 t
		$> P_u = 2.9t \rightarrow B.C.$

10.4.3 LARGUEROS

SOLICITACIONES

TABLE: Element Forces - Frames								
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Statio	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
409	3.0	U2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	1.3
409	6.4	U2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0

DIMENSIONAMIENTO

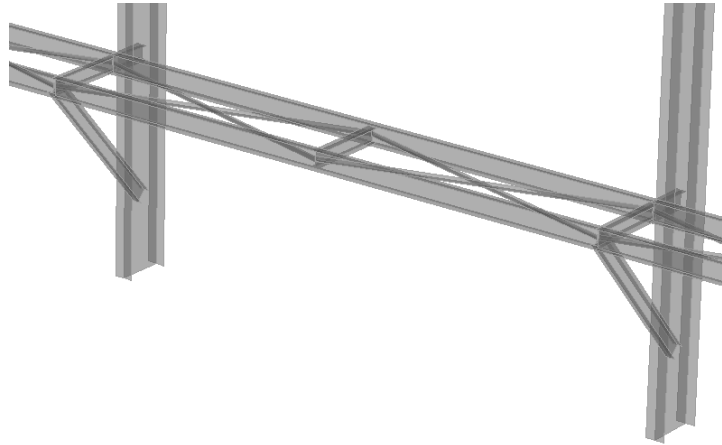
SECCION ADOPTADA

Sección:	W 200x15,0	$F_y = 345$ MPa
Calidad:	ASTM A 572 Gr 50	$F_L = 276$ MPa
$E = 200000$ MPa		$F_u = 450$ MPa
$G = 77200$ MPa		Peso = 15.00 kg/m

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

M_{ux} = Momento Flector Ultimo en eje X		0.87 tm
L_b = Distancia entre puntos de arriostamiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida		3.20 m
Carga aplicada en el Ala superior		
$L_p = 1,59 \cdot r_y \cdot \sqrt{E/F_y} =$	$1.59 \times 2.12 \times \sqrt{200000/345} =$	81 cm
$L_r = 1,28 \cdot r_y \cdot X_1/FL =$	$1.28 \times 2.12 \times 13339/276 =$	131 cm
$M_p = \min(1,5 \cdot F_y \cdot S_x ; F_y \cdot Z_x) =$	$345 \times 147.9/10000 =$	5.10 tm
$M_r = FL \cdot S_x =$	$276 \times 130.5/10000 =$	3.60 tm
$M_{cr} = 1,28 \cdot S_x \cdot X_1 / (L_b/r_y) =$	$[1.28 \times 130.5 \times 13339 / (320/2.12)] / 10000 =$	1.48 tm
$b_f/(2 \cdot t_f) = 9.62$	$< \lambda_r = 0.83 \times \sqrt{E/FL} = 0.83 \times \sqrt{200000/276} =$	22.3
		$Q_s = 1.000$
$d'/t_w = 39.53$	$< \lambda_r = 5.70 \times \sqrt{E/F_y} = 5.70 \times \sqrt{200000/345} =$	137.2
		$Q_a = 1.000$
		$Q = Q_s \cdot Q_a = 1.000$
C_b = Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):		1.136
$M_{nx} = \min\{M_p ; C_b \cdot M_{cr}\} =$	$\min\{5.1; 1.136 \times 1.48\} =$	1.68 tm
$M_{dx} = \phi \cdot Q \cdot M_{nx} =$	$0.90 \times 1 \times 1.68 =$	1.51 tm
		$> M_{ux} = 0.87tm \rightarrow B.C.$

Se arriostra el punto medio del perfil mediante un puntal y diagonales como se aprecia en el siguiente esquema:



CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Vux = Corte Ultimo en eje X		0.80 t
Aw = d.tw =	200x4.3/100 =	8.60 cm ²
	2.45xv[E/Fy] = 2.45xv[200000/345] =	58.99
	3.07xv[E/Fy] = 3.07xv[200000/345] =	73.92
	d'/tw = 39.53	< 58.99
Vnx = 0,6.Fy.Aw =	0.6x345x8.6/100 =	17.80 t
Vdx = Ø.Vnx =	0.90x17.8 =	16.02 t
		> Vux = 0.8t → B.C.

10.4.4 SELECCIÓN DE REJILLA DE PISO

Para la selección del modelo de rejilla de piso de la plataforma, se toma como ejemplo el catálogo de la marca TDL, pero podrían sustituirse por cualquiera que posea características similares.

En este caso, la rejilla seleccionada es la TS404021, que para una luz entre apoyos de 90cm tiene una carga admisible en servicio de aproximadamente 1050 kg/m², la cual es mayor a la carga necesaria (300 kg/m²) → B.C.

Serie	Código	Cuadrícula	Barras de Resistencia (mm)	Barras de Cruce (mm)	Peso (kg/m ²)	Resistencia (kg/m ²)
<i>Rejillas Livianas</i>						
40	TS404021	40 x 40	32 x 2	15 x 2	21	800
40	TS404025	40 x 40	30 x 2,5	15 x 2	25	900
40	TS404031	40 x 40	32 x 3,2	15 x 2	31	1310
30	TS303027	30 x 30	32 x 2	15 x 2	27	1050
30	TS303032	30 x 30	30 x 2,5	15 x 2	32	1200
30	TS303037	30 x 30	30 x 3,2	15 x 2	37	1550
30	TS305024	30 x 50	32 x 2	15 x 2	24	1050
30	TS305028	30 x 50	30 x 2,5	15 x 2	28	1200
30	TS305035	30 x 50	32 x 3,2	15 x 2	35	1782
30	TS3010021	30 x 100	32 x 2	15 x 2	21	1050

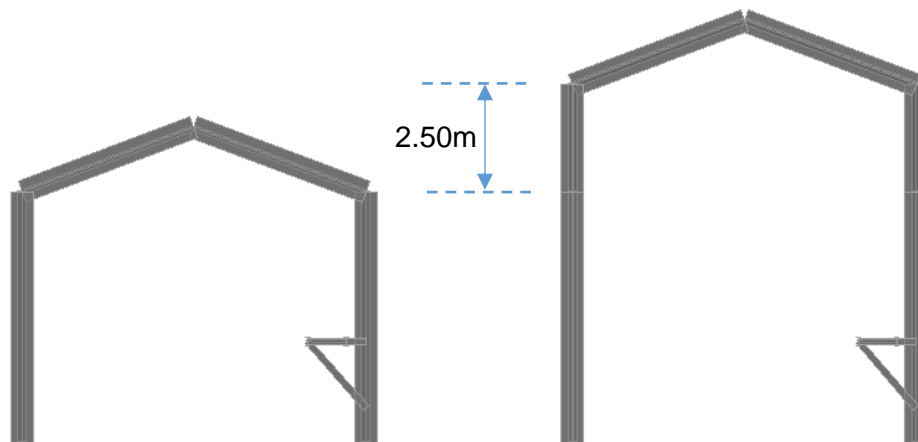
Rejillas Serie 40				Barra Resistente		Luz entre apoyos											
Código	D.B.R. [mm]	D.b.c. [mm]	B.Resist. [mm]	Alto	Espesor	B. Cruce [mm]	Peso [kg/m ²]	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2000	
TS404021	40	40	32x2	32	2	15x2	21	3407.87	1738.71	1051.81	704.106	504.123	347.351	238.613	170.915	146.538	q admisible [kg/m ²]
								0.91	1.78	2.94	4.40	6.14	7.50	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404025	40	40	30x2,5	30	2,5	15x2	25	3744	1910.2	1158.86	773.554	549.586	357.76	245.764	176.037	150.93	q admisible [kg/m ²]
								0.97	1.90	3.14	4.69	6.50	7.50	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404031	40	40	32x3,2	32	3,2	15x2	31	5452.6	2781.94	1682.9	1126.57	806.597	555.761	381.782	273.464	234.462	q admisible [kg/m ²]
								0.91	1.78	2.94	4.40	6.14	7.50	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404046	40	40	32x4,8	32	4,8	16x3,2	46	8178.89	4172.9	2524.35	1689.85	1209.9	833.641	572.672	410.197	351.692	q admisible [kg/m ²]
								0.91	1.78	2.94	4.40	6.14	7.50	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404039	40	40	38x3,2	38	3,2	16x3,2	39	7689.01	3922.96	2373.15	1588.64	1137.43	854.335	639.316	457.933	392.62	q admisible [kg/m ²]
								0.76	1.50	2.48	3.70	5.17	6.88	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404053	40	40	38x4,8	38	4,8	16x3,2	53	11533.5	5884.45	3559.73	2382.96	1706.14	1281.5	958.974	686.899	588.93	q admisible [kg/m ²]
								0.76	1.50	2.48	3.70	5.17	6.88	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404045	40	40	45x3,2	45	3,2	20x3,2	45	10782.7	5501.39	3328	2227.83	1595.08	1198.08	932.761	746.726	652.018	q admisible [kg/m ²]
								0.65	1.27	2.09	3.13	4.37	5.81	7.47	9.33	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS404062	40	40	45x4,8	45	4,8	20x3,2	62	16174.1	8252.08	4992	3341.75	2392.62	1797.12	1399.14	1120.09	978.026	q admisible [kg/m ²]
								0.65	1.27	2.09	3.13	4.37	5.81	7.47	9.33	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor
TS406019	40	60	32x2	32	2	15x2	19	3407.87	1738.71	1051.81	704.106	504.123	347.351	238.613	170.915	146.538	q admisible [kg/m ²]
								0.91	1.78	2.94	4.40	6.14	7.50	8.50	9.50	10.00	Flecha [mm]
								Mf	Mf	Mf	Mf	f	f	f	f	f	Factor

11 UNIONES PRINCIPALES

11.1 UNIÓN PARA FUTURA AMPLIACIÓN

11.1.1 INTRODUCCIÓN

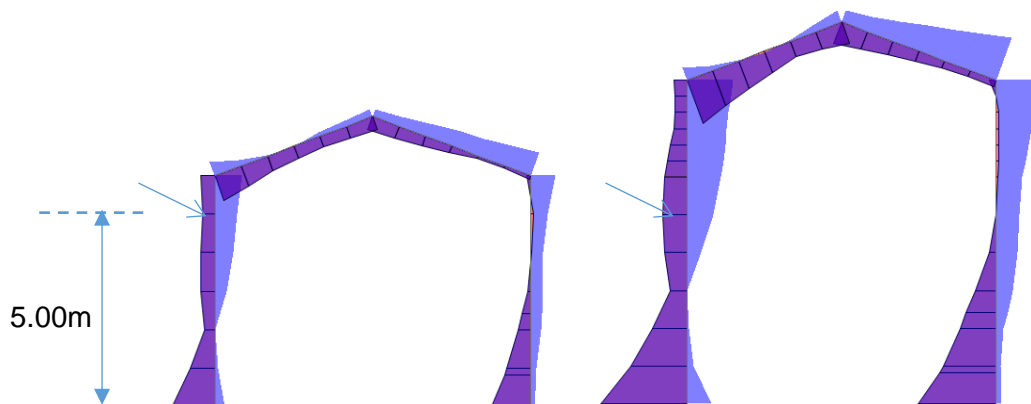
Como se indicó al comienzo del documento, el cliente solicitó que se contemple una ampliación en altura en una segunda etapa. La ampliación implica que las columnas aumenten su altura en 2.50m.



*Situación inicial (izq.) – Situación futura (der.)
Estructura en situación inicial y futura (luego de la ampliación)*

La ubicación de la unión será cerca del extremo superior de la columna a 5m de su base. Lo lógico sería que la misma esté en el punto donde las solicitaciones sean menores, pero se prioriza la practicidad para la ejecución de la ampliación en un futuro por sobre las dimensiones de los elementos de la unión (espesor de placa y diámetro de bulones).

La ubicación seleccionada permite que al momento de prolongar la estructura hacia arriba no sea necesario desmontar gran parte del cerramiento lateral, sino únicamente la correa que se encuentra por encima de la unión y que permita retirar la estructura de cubierta.



Ubicación de la unión

11.1.2 DIMENSIONAMIENTO

Los máximos valores de la sección a 5m son:

Máximo Momento (M3) Positivo y Negativo:

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C13	5.0	U4-1	-0.4	0.2	0.0	0.0	-0.3	6.2
C5	5.0	U5-5	3.0	2.5	0.0	0.0	0.0	-7.1

Máxima Compresión (P):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C18	5.0	U4-2	-5.7	0.2	-0.1	0.0	-0.2	-2.1

Máximo Tracción (P):

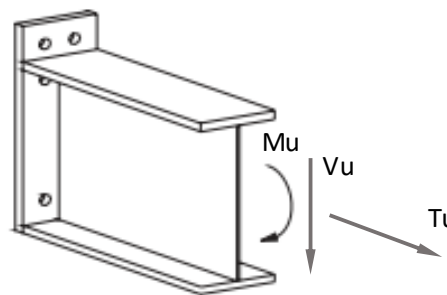
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C7	5.0	U5-3	5.1	3.0	0.0	0.0	0.0	-5.0

Máximo Corte (V2):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C7	5.0	U5-4	3.0	3.4	0.0	0.0	0.0	-4.5

Se selecciona una conexión a momento del tipo "Placa extendida" (extended end plate)

Tipo de unión = **Placa Extendida - 4 bulones - Sin Rigidizar**



Nota: el esquema solo indica los bulones del lado que el momento genera tracción. En nuestro caso, será simétrica ya que pueden invertirse los signos de las solicitaciones.

Características Perfiles

Perfil principal

Seccion = **Perfil Armado**

Perfil que se desea unir

Acero = F-36

E = 200000	MPa	<i>Módulo de elasticidad</i>
Fy = 355	MPa	<i>Tensión de fluencia</i>
Fu = 490	MPa	<i>Tensión de rotura</i>
bf1 = 225	mm	<i>Ancho perfil</i>
d = 525	mm	<i>Alto perfil</i>
tf1 = 12.7	mm	<i>Espesor del ala</i>
tw1 = 4.8	mm	<i>Espesor del alma</i>

Características Placa

Calidad **F-36**

Fy = 345	MPa	<i>Tensión de fluencia</i>
Fu = 490	MPa	<i>Tensión de rotura</i>
E = 200000	MPa	<i>Módulo de elasticidad</i>
tp = 5/8	"	<i>Espesor de la placa</i>
tp = 15.9	mm	
bp = 240.0	mm	<i>Ancho considerado de la placa (Como mínimo igual al ancho del perfil)</i>
hp = 725.0	mm	<i>Alto de la placa</i>

Características Bulones

Tipo de bulón = **ASTM A325 (ISO 8.8) - ROSCA INCLUÍDA**

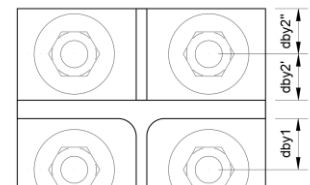
medidas = **pulgadas**

Unidad en la que se indica el diámetro de los bulones

ϕ bulon = 3/4	"	<i>Diámetro del bulón</i>
ϕ bulon adoptado = 19.1	mm	
A bulón = 2.85	cm ²	<i>Área del bulón</i>
Tipo de agujero = Normales		
ϕ nominal = 20.6	mm	<i>Diámetro nominal del agujero</i> (13/16 ")
ϕ cálculo = 23.0	mm	<i>Diámetro de cálculo del agujero</i>

Geometría de la unión

n columnas = 2		<i>Cantidad de columnas de bulones</i>
n filas = 2		<i>Cantidad de filas de bulones por grupo</i>
n bulones sup / inf = 4		<i>Cantidad total de bulones en la parte superior / inferior</i>
n bulones = 8		<i>Cantidad total de bulones</i>
syM = 400	mm	<i>Separación en dirección "y" entre grupos de bulones (sup/inf)</i>
sym = 113	mm	<i>Separación en dirección "y" entre bulones del mismo grupo</i>
sx = 100	mm	<i>Separación en dirección "x" entre bulones</i>
dby1 = 50.0	mm	<i>Distancia vert. al borde (de perfil o placa, la mínima) (bulón interior)</i>
dby2' = 50.0	mm	
dby2" = 49.8	mm	
dbx = 70.0	mm	<i>Distancia horiz. al borde de placa</i>
I = 5511	cm ³	<i>Inercia de bulones</i>



Disposición reglamentaria (Bulones)

Separaciones límites		CIRSOC 301 - J.3.3 y J.3.5
$s_{min} = 57.2$	mm	<i>Separación mínima entre centros de bulones</i>
$s_{max} = 114.3$	mm	<i>Separación máxima entre centros de bulones</i>
Distancias límites		CIRSOC 301 - J.3.4 y J.3.5
Tipo de borde = Bordes laminados (chapas, perfiles o barras laminadas) o bordes cortados a soplete		
$db_{min} = 28.6$	mm	<i>Distancia mínima al borde (1.5 x d)</i>
26.0	mm	<i>Distancia mínima al borde Tabla J.3.4.</i>
$db_{max} = 57.2$	mm	<i>Distancia máxima al borde</i>

Las distancias son de centro de bulón a borde de parte conectada

Solicitaciones

$M_u = 7.1$	tm	
$T_u = 5.1$	t	
$T_{u1} = 0.64$	t	$T_u / (n \text{ bulones})$
$V_u = 3.4$	t	
$V_{u1} = 0.43$	t	$V_u / (n \text{ bulones})$

Verificaciones

Aplastamiento (Bulón - Placa)		CIRSOC 301 - J.3.10
$\phi_b = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$L_c = 3.98$	cm	<i>Distancia libre (dirección de la fuerza) entre borde del agujero y borde del agujero adyacente o borde del material</i>

Deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es consideración de proyecto?

SI

$R_{n1} = 37.2$	t	
$R_{n2} = 35.6$	t	
$R_n = 35.6$	t	<i>Resistencia nominal</i>
$R_d = 26.7$	t	<i>Resistencia de diseño</i>

Corte Bulones		CIRSOC 301 - J.3.6
$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$f_{vu} = 0.15$	t/cm ²	<i>Tensión requerida de corte</i>
$F_v = 3.3$	t/cm ²	<i>Tensión nominal de resistencia a corte</i>
$R_d \text{ bulón} = 7.05$	t	<i>Resistencia de diseño</i>

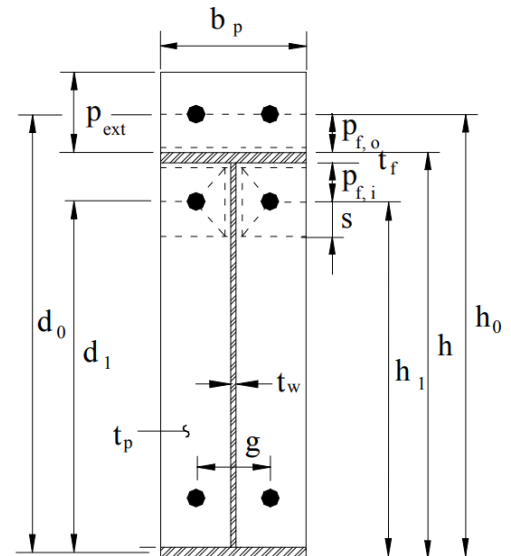
Tracción Bulones		CIRSOC 301 - J.3.6
$T_u \text{ máx} = 4.67$	t	<i>Fuerza de tracción máxima de 1 bulón ($T_{u1} + M_u \times y_{max} / I$)</i>
$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$F_t = 6.2$	t/cm ²	<i>Tensión nominal de resistencia a tracción</i>
$R_d \text{ bulón} = 13.25$	t	<i>Resistencia de diseño</i>

El procedimiento seguido para verificar la rigidez de la placa es el indicado en la AISC Design Guide 16.

Verificación Rigidez Placa

AISC Design Guide 16 - Flush and Extended Multiple-Row Moment End-Plate Connections

$h = 525.4$	mm	Alto perfil
$t_f = 12.7$	mm	Espesor del ala
$t_w = 4.8$	mm	Espesor del alma
$b_p = 240.0$	mm	Ancho de la placa
$t_p = 15.9$	mm	Espesor de la placa
$h_p = 725.0$	mm	Alto de la placa
$p_{f,i} = 50.0$	mm	
$p_{f,o} = 50.0$	mm	
$s = 77.5$	mm	
$p_{f,i} \leq s$		
$p_{f,i} \text{ adopt} = 50.0$	mm	
$p_{ext} = 99.8$	mm	
$d_1 = 456.4$	mm	
$d_0 = 569.1$	mm	
$h_1 = 462.7$	mm	
$h_0 = 575.4$	mm	
$g = 100.0$	mm	



Procedimiento de diseño 2 (placa de menor espesor y bulones de mayor diámetro) AISC DG16 - 2.5.2

$t_p \text{ req} = 7.27$	mm	Espesor de placa requerido
$t_p \text{ adopt} = 15.9$	mm	Espesor de placa adoptado
$t_b \text{ adopt} > t_b \text{ req}$		
$d_b \text{ adopt} = 19.1$	mm	Diámetro de bulón adoptado
$w' = 99.36$	mm	
$a_i = 51.96$	mm	
$F_i' = 8.7$	t	
$Q_{\max,i} = 3.99$	t	
$a_o = 49.80$	mm	
$F_o' = 8.73$	t	
$Q_{\max,o} = 4.17$	t	
$P_t = 17.67$	t	
$T_b = 12.4$	t	
$M_{q1} = 27.9$	tm	
$M_{q2} = 26.7$	tm	
$M_{q3} = 26.6$	tm	
$M_{q4} = 25.4$	tm	
$\phi = 0.75$		Factor de reducción de resistencia
$\phi M_q = 20.89$	tm	Resistencia de diseño

OK - Verifica

Resumen:

Procedimiento 2 =

tb req = 7.3 mm tb adopt = 15.9 mm **Cumple**
 db adopt = 19.1 mm

Mu = 7.1 tm Ø Mq = 20.9 tm **Cumple**

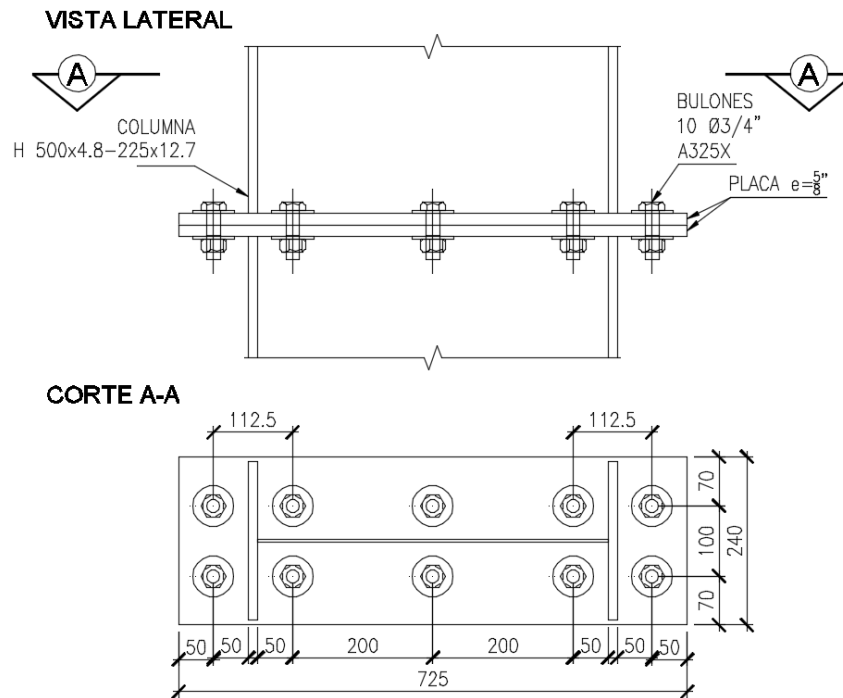
Arrancamiento de la placa - Fluencia sección bruta CIRSOC 301 - D.1

Ag = 38.10 cm²
 Rn = 131.4 t *Resistencia nominal*
 Øb = 0.90 *Factor de reducción de resistencia*
 Rd = 118.30 t *Resistencia de diseño*

Arrancamiento de la placa - Rotura sección neta CIRSOC 301 - D.1

An = 30.80 cm²
 Rn = 150.9 t *Resistencia nominal*
 Øb = 0.75 *Factor de reducción de resistencia*
 Rd = 113.18 t *Resistencia de diseño*

La geometría de la unión resulta es la siguiente:



Geometría de la unión [mm]

11.2 BASE METÁLICA

11.2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se realiza el dimensionamiento de la base metálica, encargada de transmitir las solicitaciones de los pórticos a las fundaciones.

Se diseña una base con capacidad para resistir momento, los pernos se calculan solo para tomar la tracción de la cupla generada y se colocará una nariz de corte para tomar los esfuerzos horizontales.

11.2.2 DIMENSIONAMIENTO

Los máximos valores de la sección a 5m son:

Máximo Momento (M3) Positivo y Negativo:

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C7	0	U5-6	0.19	8.59	0.00	0.00	0.00	22.35
C11	0	U4-1	-1.41	-5.25	0.21	0.00	0.00	-6.43

Máxima Compresión (P):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C16	0	U2	-7.62	0.44	0.00	0.00	0.00	-0.91

Máximo Tracción (P):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C7	0	U5-3	4.32	6.15	0.00	0.00	0.00	17.61

Máximo Corte (V2):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C11	0	U5-6	0.19	8.59	0.00	0.00	0.00	22.35

Máximo Corte (V3):

Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
C6	0	U5-1	0.78	4.93	0.30	0.00	0.00	5.22

Para las solicitaciones determinantes, se tiene la siguiente excentricidad en la aplicación de la carga:

$$e = M_u / P_u = 22.35 \text{ tm} / 0.19 \text{ t} = 117\text{m} \gg \text{altura de la placa} \rightarrow \text{Base con elevada excentricidad}$$

Características Perfil

Perfil principal

Sección = **Perfil Armado**

Perfil que se desea unir

Acero = F-36

E = 200000 MPa *Módulo de elasticidad*

F_y = 355 MPa *Tensión de fluencia*

F_u = 490 MPa *Tensión de rotura*

bf1 = 225 mm *Ancho perfil*

d = 525 mm *Alto perfil*

tf1 = 12.7 mm *Espesor del ala*

tw1 = 4.8 mm *Espesor del alma*

sww = 6.0 mm *Cateto del cordón de soldadura entre el alma y la placa*

Características Placa

Calidad **F-36**

F_y = 345 MPa *Tensión de fluencia*

F_u = 490 MPa *Tensión de rotura*

E = 200000 MPa *Módulo de elasticidad*

tp = 1 1/2 " *Espesor de la placa*

tp = 38.1 mm

bp = 450.0 mm *Ancho considerado de la placa (Como mínimo igual al ancho del perfil)*

hp = 800.0 mm *Alto de la placa*

Características Pernos de Anclaje

Características Anclaje = **SAE 1010**

F_y = 180 MPa *Tensión de fluencia*

F_u = 320 MPa *Tensión de rotura*

medidas = **pulgadas** *Unidad en la que se indica el diámetro de las varillas*

∅ varillas = 1 1/4 " *Diámetro de las varillas*

∅ varilla adopt = 31.8 mm

Ab = 7.92 cm² *Área bruta del varilla*

Tipo de agujero = Normales

∅ nominal = 33.3 mm *Diámetro nominal del agujero* (1 5/16")

∅ cálculo = 36.0 mm *Diámetro de cálculo del agujero*

Disposición reglamentaria

Distancias límites

CIRSOC 301 - J.3.4 y J.3.5

Tipo de borde = **Bordes laminados (chapas, perfiles o barras laminadas) o bordes cortados a soplete**

db min = 39.7 mm *Distancia mínima al borde (1.25 x d)*

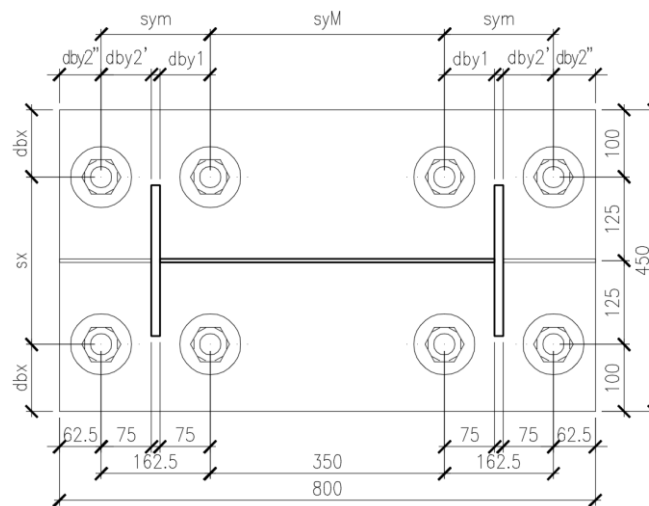
39.7 mm *Distancia mínima al borde Tabla J.3.4.*

db max = 57.2 mm *Distancia máxima al borde*

Las distancias son de centro de anclaje a borde de parte conectada

Geometría de la unión

n columnas = 2		Cantidad de columnas de anclajes
n filas = 2		Cantidad de filas de anclajes por grupo
n bulones sup / inf = 4		Cantidad total de anclajes en la parte superior / inferior
n anclajes = 8		Cantidad total de anclajes
syM = 350	mm	Separación en dirección "y" entre grupos de anclajes (sup/inf)
sym = 163	mm	Separación en dirección "y" entre anclajes del mismo grupo
sx = 250	mm	Separación en dirección "x" entre anclajes
dby1 = 75.0	mm	Distancia vert. al borde (de perfil o placa, la mínima) (anclaje interior)
dby2' = 75.0	mm	
dby2'' = 62.3	mm	
dbx = 100.0	mm	Distancia horiz. al borde de placa
I = 5787	cm ³	Inercia de varillas



Geometría de la unión [mm]

Solicitaciones

Mu = 22.4	tm	
Tu = 0.2	t	
Tu1 = 0.02	t	Tu / (n bulones)
V2u = 8.6	t	Corte según la mayor inercia de la columna
V3u = 0.3	t	Corte según la menor inercia de la columna

Verificaciones

Tracción anclajes

		CIRSOC 301 - J.3.6
Tu máx = 13.07	t	Fuerza de tracción máxima de 1 bulón (Tu1 + Mu x ymax / I)
Ø = 0.75		Factor de reducción de resistencia
Ft = 2.4	t/cm ²	Tensión nominal de resistencia a tracción
Rd bulón = 14.25	t	Resistencia de diseño

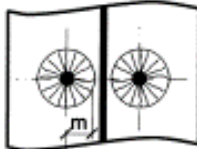
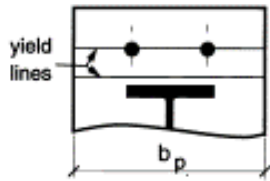
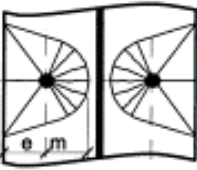
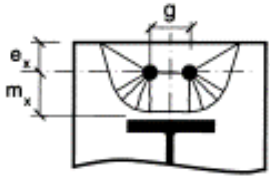
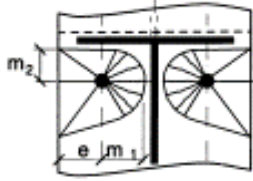
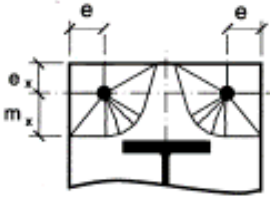
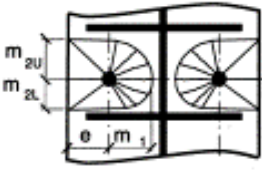
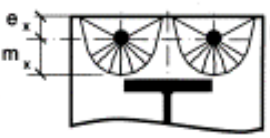
Aplastamiento del hormigón

CIRSOC 201 - 10.17

Se supone una distribución uniforme de tensiones, en una longitud máxima de 1/4 de la altura útil de la base:

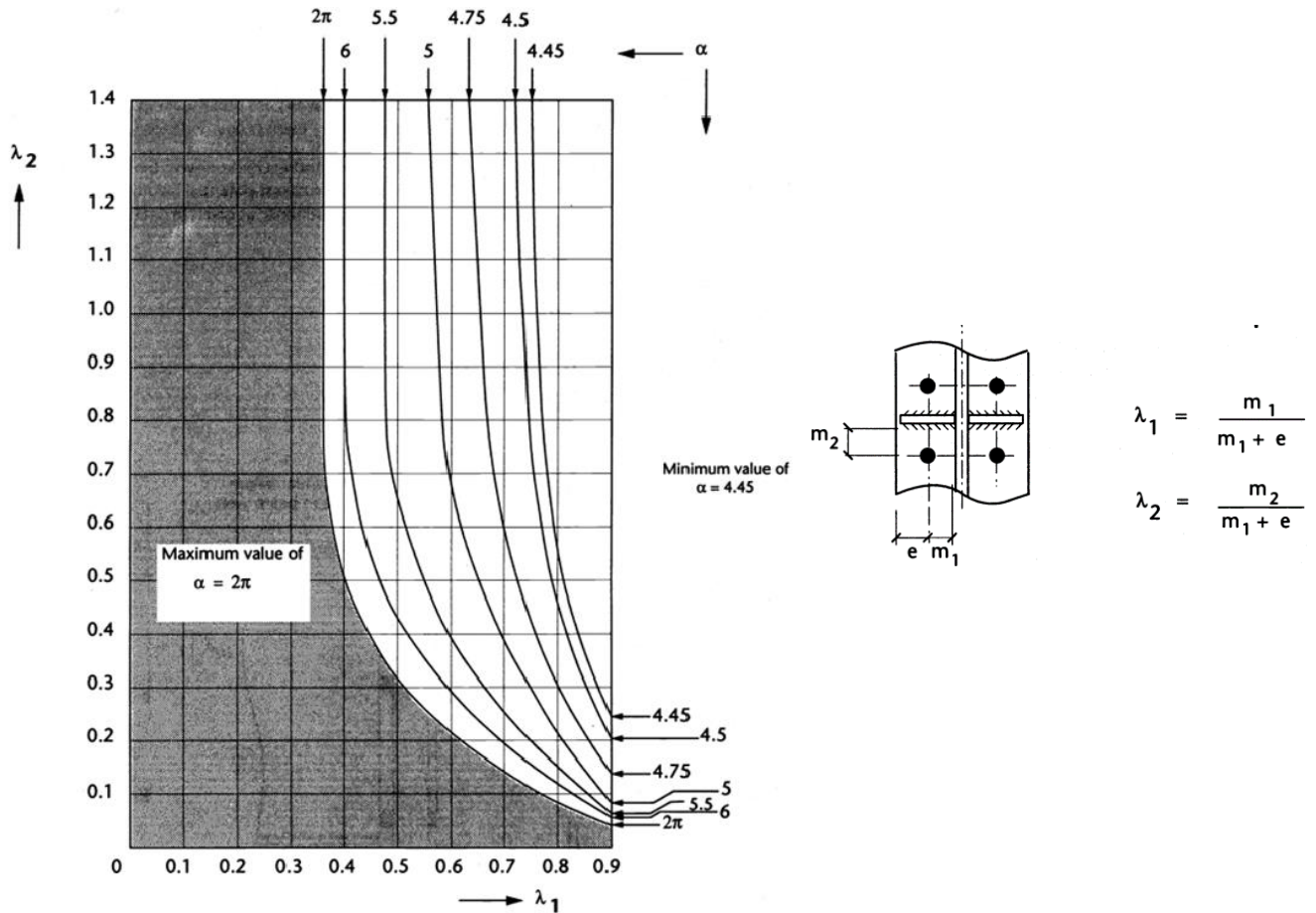
$N' = 656.35$	mm	Altura útil de la base (borde comprimido de la placa a centro de anclajes traccionados)
$N' / 4 = 164.09$	mm	Longitud sector comprimido
$f_{max} = 5.3$	MPa	Tensión máxima bajo la placa para la distribución supuesta
$f'_c = 30.0$	MPa	Resistencia a compresión del hormigón
$\phi = 0.65$		
$\phi \times (0.85 \times f'_c) = 16.6$	MPa	Resistencia de diseño al aplastamiento

Para la verificación de la placa se siguen los criterios indicados en "Joints in Steel Construction – Moment Connections (The Steel Construction Institute y The British Constructional Steelwork Association)". En dicha bibliografía se plantea la verificación de las chapas como placas con bordes retenidos y libres por líneas de efectivas de rotura, en las distintas situaciones posibles, las cuales se indican a continuación:

Table 2.4 L_{eff} for equivalent T-stubs for bolt row acting alone	
Pair of bolts separated by a web in a column flange or end plate	Pair of bolts in a plate extension
 <p>Pattern (i) Circular yielding $L_{eff} = 2\pi m$</p>	 <p>Pattern (vii) Double curvature $L_{eff} = \frac{b_p}{2}$</p>
 <p>Pattern (ii) Side yielding $L_{eff} = 4m + 1.25e$</p>	 <p>Pattern (viii) Group end yielding $L_{eff} = 2m_x + 0.625e_x + g/2$</p>
 <p>Pattern (iii) Side yielding near beam flange or a stiffener $L_{eff} = \alpha m_1$</p>	 <p>Pattern (ix) Corner yielding $L_{eff} = 2m_x + 0.625e_x + e$</p>
 <p>Pattern (iv) Side yielding between two stiffeners $L_{eff} = \alpha m_1 + \alpha' m_1 - (4m_1 + 1.25e)$ (α is calculated using m_{2U} α' is calculated using m_{2L})</p>	 <p>Pattern (x) Individual end yielding $L_{eff} = 4m_x + 1.25e_x$</p>

	<p>Pattern (v) Corner yielding</p> $L_{eff} = 2m + 0.625e + e_x$		<p>Pattern (xi) Circular yielding</p> $L_{eff} = 2\pi m_x$
	<p>Pattern (vi) Corner yielding near a stiffener</p> $L_{eff} = \alpha m_1 - (2m_1 + 0.625e) + e_x$		
<p>Notes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Table 2.5 shows which of the above expressions have to be considered. • Table 2.6 shows which parts of the above expressions have to be combined when bolt rows act as a group. • Dimensions m, m_x, e, e_x are shown in Figure 2.15 (page 22). • The value of α is determined from the chart in Figure 2.16 (page 23). • L_{eff} is the length of the equivalent T-stub, not the length of the pattern shown. 			

Los valores de α en los patrones anteriores se obtienen de la siguiente figura:



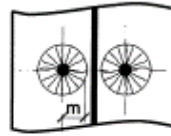
Verificación espesor Placa

Calculo longitudes efectivas para los diferentes patrones de falla involucrados:

Patrón (i)

$$m = 116.6 \quad \text{mm}$$

$$l_{\text{eff}} = 732.74 \quad \text{mm}$$



Pattern (i)
Circular yielding

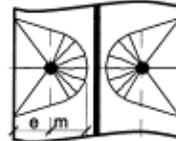
$$L_{\text{eff}} = 2\pi m$$

Patrón (ii)

$$m = 116.6 \quad \text{mm}$$

$$e = 100.0 \quad \text{mm}$$

$$l_{\text{eff}} = 591.48 \quad \text{mm}$$



Pattern (ii)
Side yielding

$$L_{\text{eff}} = 4m + 1.25e$$

Patrón (iii)

$$m_1 = 116.6 \quad \text{mm}$$

$$m_2 = 69.0 \quad \text{mm}$$

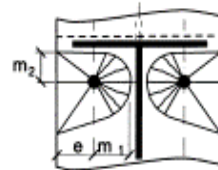
$$e = 100.0 \quad \text{mm}$$

$$\lambda_1 = 0.54$$

$$\lambda_2 = 0.32$$

$$\alpha = 6.10$$

$$l_{\text{eff}} = 711.37 \quad \text{mm}$$



Pattern (iii)
Side yielding
near beam flange
or a stiffener

$$L_{\text{eff}} = \alpha m_1$$

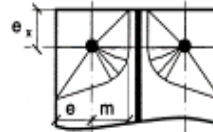
Patrón (v)

$$m = 116.6 \quad \text{mm}$$

$$e_x = 62.3 \quad \text{mm}$$

$$e = 100.0 \quad \text{mm}$$

$$l_{\text{eff}} = 358.04 \quad \text{mm}$$



Pattern (v)
Corner yielding

$$L_{\text{eff}} = 2m + 0.625e + e_x$$

Patrón (vi)

$$m_1 = 116.6 \quad \text{mm}$$

$$m_2 = 69.0 \quad \text{mm}$$

$$e_x = 62.3$$

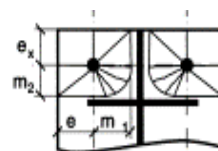
$$e = 100.0$$

$$\lambda_1 = 0.54$$

$$\lambda_2 = 0.32$$

$$\alpha = 6.10$$

$$l_{\text{eff}} = 477.94 \quad \text{mm}$$

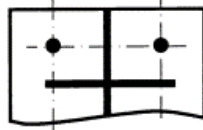


Pattern (vi)
Corner yielding near
a stiffener

$$L_{\text{eff}} = \alpha m_1 - (2m_1 + 0.625e) + e_x$$

Teniendo en cuenta la ubicación de los anclajes respecto de las placas, las situaciones a verificar son:

- Para los **anclajes exteriores**:

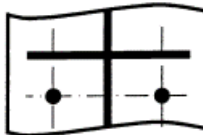


free end and stiffeners

Use: $\text{Min}\{\text{Max}\{v,vi\},\text{Max}\{ii,iii\},i\}$

$$l_{\text{eff}} = 477.94 \quad \text{mm}$$

- Para los **anclajes interiores**:



or below the beam flange
of an extended end plate

Use: $\text{Min}\{\text{Max}\{ii, iii\},i\}$

$$l_{\text{eff}} = 711.37 \quad \text{mm}$$

Verificación espesor adoptado:

$$l_{\text{eff}} = 477.94 \quad \text{mm} \quad \text{Longitud efectiva determinante}$$

$$M_{pl} u = 1.52 \quad \text{tm} \quad \text{Momento para el dimensionamiento de la placa}$$

$$\phi = 0.90 \quad \text{Factor de reducción de resistencia}$$

$$W_{\text{min nec.}} = 49.08 \quad \text{cm}^3 \quad \text{Módulo resistente mínimo necesario}$$

$$t_{p \text{ nec}} = 20.27 \quad \text{mm} \quad \text{Espesor de placa mínimo necesario}$$

$$t_{p \text{ adopt}} = 38.10 \quad \text{mm} \quad \text{Espesor de placa adoptado}$$

Nariz de Corte

$$f_h \text{ max} = 0.1658 \quad \text{t/cm}^2 \quad \text{Presión horizontal máxima en el hormigón } (\phi \times 0.85 \times f'_c)$$

$$A \text{ nec (mayor inercia)} = 51.83 \quad \text{cm}^2 \quad \text{Área requerida}$$

$$A \text{ nec (menor inercia)} = 1.81 \quad \text{cm}^2 \quad \text{Área requerida}$$

$$G = 5.0 \quad \text{cm} \quad \text{Espesor Grout}$$

Sección = **IPN 140**

Acero = F-24

$$F_y = 235 \quad \text{MPa} \quad \text{Tensión de fluencia}$$

$$H = 20.0 \quad \text{cm} \quad \text{Profundidad Nariz de corte}$$

$$A = 140.00 \quad \text{cm} \quad \text{Alto Nariz de corte}$$

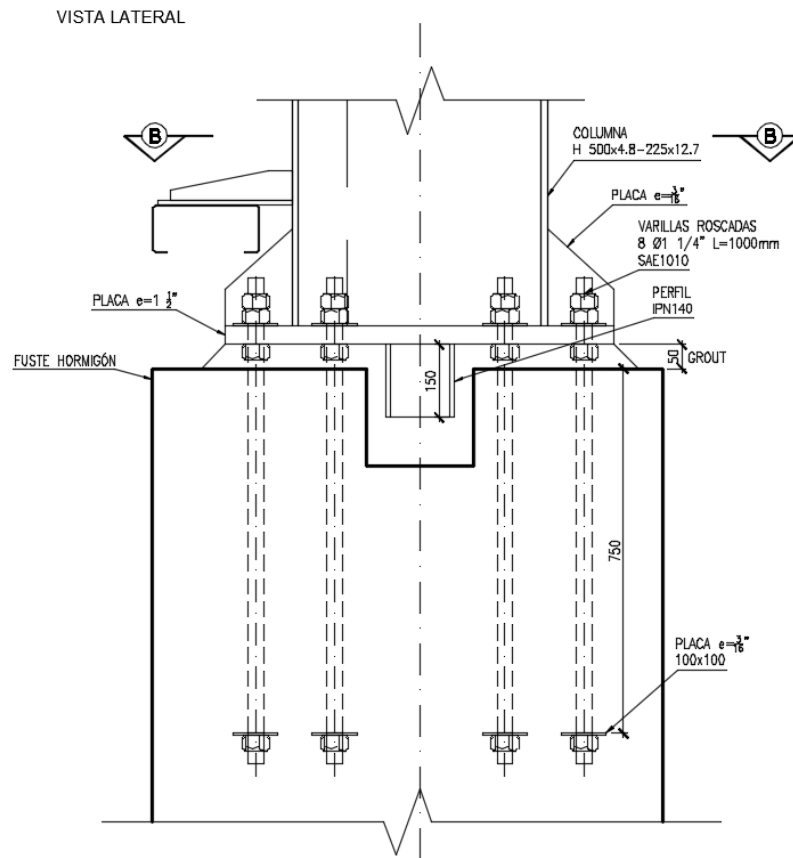
$$B = 66.00 \quad \text{cm} \quad \text{Ancho Nariz de corte}$$

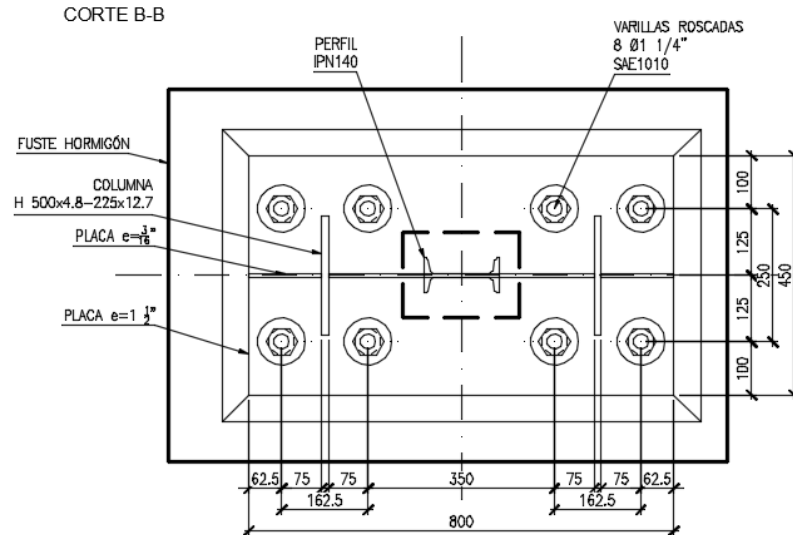
Análisis según la mayor inercia:

A disp = 990.00	cm²	B.C.
Mu = 1.29	tm	
Ø = 0.90		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Mp = 2.24	tm	
Md = 2.02	tm	B.C.
Aw = 7.98	cm²	
Ø = 0.90		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Vd = 10.13	t	B.C.

Análisis según la menor inercia:

A disp = 2100.00	cm²	B.C.
Mu = 0.05	tm	
Ø = 0.90		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Mp = 0.38	tm	
Md = 0.34	tm	B.C.
Aw = 11.35	cm²	
Ø = 0.90		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Vd = 14.41	t	B.C.





La tracción en los pernos de anclaje se transmitirá a la armadura del fuste. Se verifica el aplastamiento en las placas extremas de los pernos de anclaje:

Aplastamiento del hormigón

$$Tu_{\text{máx}} = 13.07$$

t

$$\emptyset \times (0.85 \times f'c) = 16.6$$

MPa

Resistencia de diseño al aplastamiento

$$A_{\text{placa nec}} = 78.8$$

cm²

Tensión máxima bajo la placa para la distribución supuesta

$$\text{Lado placa} = 10.0$$

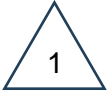
cm

$$A_{\text{placa adopt}} = 89.8$$

cm²

B.C.

Se adoptan placas de 100 mm x 100 mm x 12.7 mm.



11.3 UNIÓN DIAGONALES LATERALES Y DE CUBIERTA

11.3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se realiza el dimensionamiento de unión de las diagonales laterales y de cubierta.

11.3.2 DIMENSIONAMIENTO

El valor máximo de normal es:

TABLE: Element Forces - Frames								
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Frame	Station	OutputCase	P [t]	V2 [t]	V3 [t]	T [tm]	M2 [tm]	M3 [tm]
354	8.7	U4-2	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Características perfil y placa

Perfil principal

Seccion = **LPN 4"x1/4" (101.6x6.4)** Perfil que se desea unir

Acero = F-24

E = 200000 MPa Módulo de elasticidad

Fy = 235 MPa Tensión de fluencia

Fu = 370 MPa Tensión de rotura

b = 102 mm Ancho del ala

t = 6.4 mm Espesor del ala

A = 12.8 cm² Área del perfil

Características Bulones

Tipo de bulón = **ASTM A325 (ISO 8.8) - ROSCA INCLUIDA**

medidas = **pulgadas** Unidad en la que se indica el diámetro de los bulones

∅ bulon = **5/8** " Diámetro del bulón

∅ bulon adoptado = 15.9 mm

A bulón = 1.98 cm² Área del bulón

Tipo de agujero = Normales

∅ nominal = 17.5 mm Diámetro nominal del agujero (11/16 ")

∅ cálculo = 20.0 mm Diámetro de cálculo del agujero

Características Placa

Calidad **F-36**

Fy = 355 MPa Tensión de fluencia

Fu = 490 MPa Tensión de rotura

E = 200000 MPa Módulo de elasticidad

tf3 = **5/16** " Espesor de la placa

tf3 = 7.9 mm

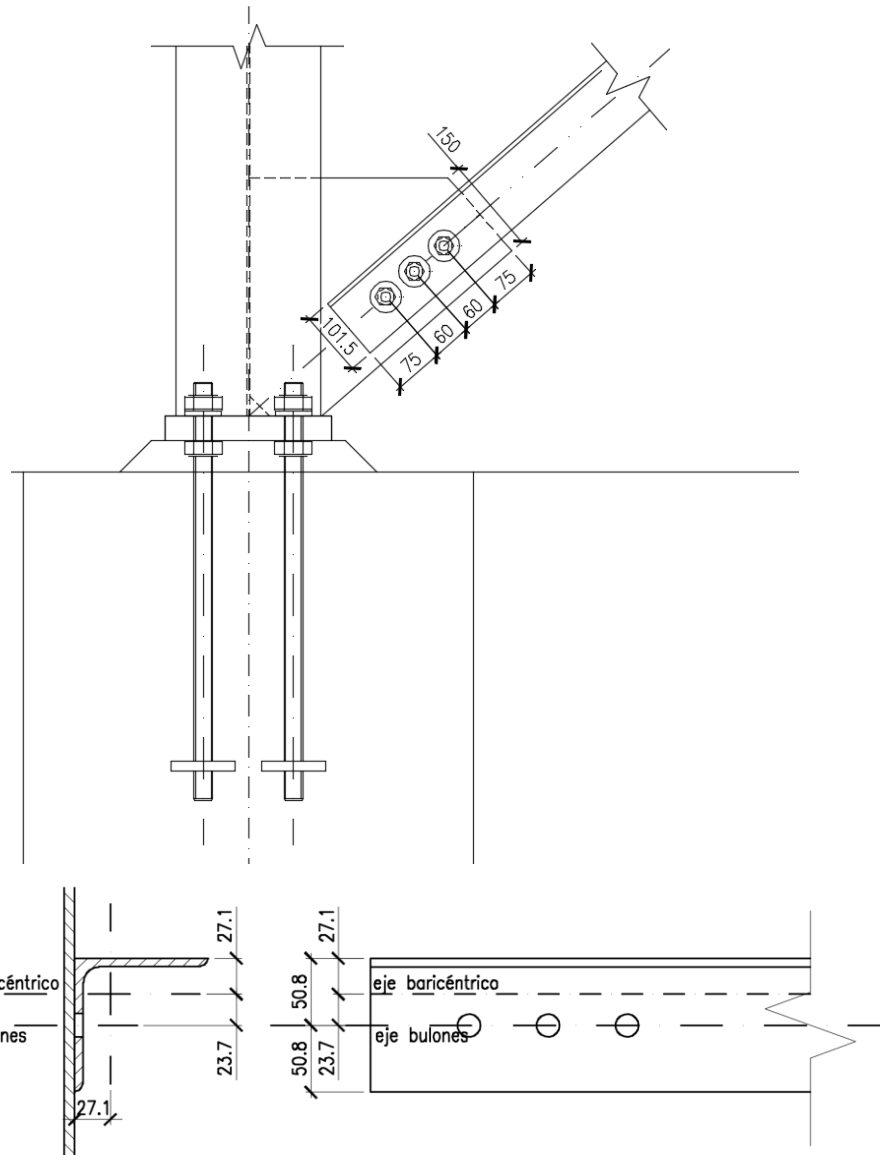
a placa = **15** cm Ancho considerado de la placa (con apertura de 30º)

h placa = 19.5 cm Alto de la placa interviniente en verificación al bloque de corte

Geometría de la unión

n filas = 3
 n columnas = 1
 n bulones = 3
 sx = 60
 dbx perfil = 75
 dby perfil = 51
 dbx placa = 75
 dby placa = 75

Cantidad de filas de bulones
 Cantidad de columnas de bulones
 Cantidad de bulones
 Separación entre bulones en dirección de la fuerza (entre filas)
 Distancia de cualquier bulón al borde del perfil (en dirección a la fuerza)
 Distancia del primer/último bulón al borde del perfil (perpendicular a la fuerza)
 Distancia de cualquier bulón al borde de la placa (en dirección a la fuerza)
 Distancia del primer/último bulón al borde de la placa (perpendicular a la fuerza)



Geometría de la unión / Disposición de bulones [mm]

Solicitaciones

$Nu = 4.0$	t	<i>Esfuerzo normal arriostamiento</i>
$I_p = 72$	cm ²	
$Vu1y = 0.20 \times Nu$		<i>Fuerza perpendicular debido a la excentricidad de la carga</i>
$Vu1 \max = 0.39 \times Nu$		
$Vu1 \max = 1.5$	t	<i>Fuerza total contemplando la excentricidad de la carga</i>

Verificaciones

Corte

$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$F_v = 3.3$	t/cm ²	<i>Tensión nominal de resistencia a corte</i>
Rd bulón = 4.9	t	Resistencia de diseño
($> Vu1 \max$)		Cumple

Verificaciones perfil

Aplastamiento (Bulón - Perfil Principal)

$\phi_b = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$L_c = 4.25$	cm	<i>Distancia libre (dirección de la fuerza) entre borde del agujero y borde del agujero adyacente o borde del material</i>

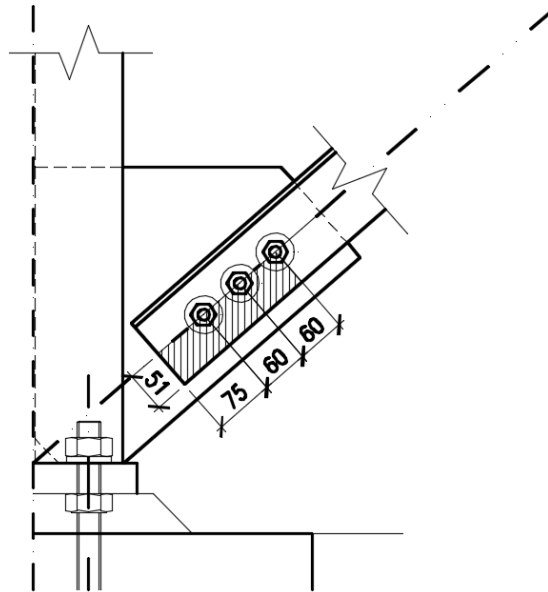
Deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es consideración de proyecto?

SI

$R_{n1} = 12.1$	t	
$R_{n2} = 9.0$	t	
$R_n = 9.0$	t	<i>Resistencia nominal</i>
Rd = 6.8	t	Resistencia de diseño
($> Vu1 \max$)		Cumple

Rotura bloque de corte (Perfil)

$A_{gv} = 12.48$	cm ²	<i>Área bruta de corte</i>
$A_{nv} = 9.28$	cm ²	<i>Área neta de corte</i>
$A_{gt} = 3.25$	cm ²	<i>Área bruta de tracción</i>
$A_{nt} = 2.61$	cm ²	<i>Área neta de tracción</i>
$R_n = 28.2$	t	<i>Resistencia nominal</i>
$\phi_b = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Rd = 21.2	t	Resistencia de diseño
($> Nu \max$)		Cumple



Arrancamiento del perfil - Fluencia sección bruta

$A_g = 12.80$	cm^2	
$R_n = 30.1$	t	Resistencia nominal
$\phi_b = 0.90$		Factor de reducción de resistencia
$R_d = 27.07$	t	Resistencia de diseño
($> N_u \text{ max}$)		Cumple

Arrancamiento del perfil - Rotura sección neta

$A_n = 11.52$	cm^2	
$\underline{X} = 2.37$	cm	Excentricidad de la unión
$L = 12$	cm	Longitud de la unión en la dirección de la fuerza
$U = 0.80$		MIN $(1-(x/L); 0.9)$
$A_e = 9.24$	cm^2	
$R_n = 34.2$	t	Resistencia nominal
$\phi_b = 0.75$		Factor de reducción de resistencia
$R_d = 25.65$	t	Resistencia de diseño
($> N_u \text{ max}$)		Cumple

Verificaciones placa

Aplastamiento (Bulón - Placa)

$$\phi b = 0.75$$

Factor de reducción de resistencia

$$L_c = 4.25 \quad \text{cm}$$

Distancia libre (dirección de la fuerza) entre borde del agujero y borde del agujero adyacente o borde del material

Deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es consideración de proyecto?

SI

$$R_{n1} = 19.9 \quad t$$

$$R_{n2} = 14.8 \quad t$$

$$R_n = 14.8 \quad t$$

Resistencia nominal

$$R_d = 11.1 \quad t$$

Resistencia de diseño

(> Vu1 max)

Cumple

Rotura bloque de corte (Placa)

$$A_{gv} = 15.48 \quad \text{cm}^2$$

Área bruta de corte

$$A_{nv} = 11.51 \quad \text{cm}^2$$

Área neta de corte

$$A_{gt} = 5.95 \quad \text{cm}^2$$

Área bruta de tracción

$$A_{nt} = 5.16 \quad \text{cm}^2$$

Área neta de tracción

$$R_n = 55.0 \quad t$$

Resistencia nominal

$$\phi b = 0.75$$

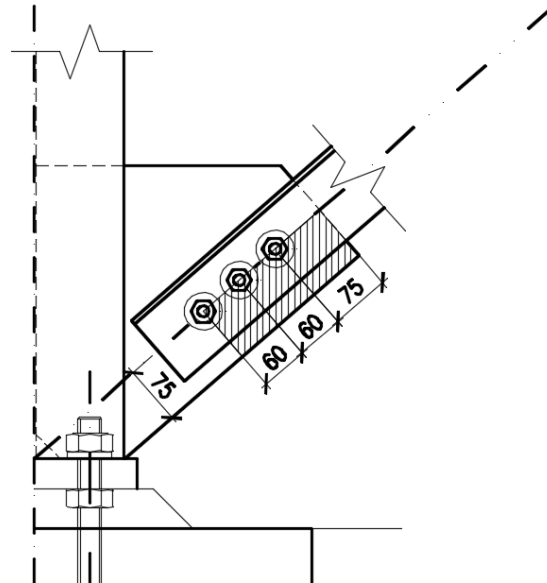
Factor de reducción de resistencia

$$R_d = 41.2 \quad t$$

Resistencia de diseño

(> Nu max)

Cumple



Arrancamiento de la placa - Fluencia sección bruta

$$A_g = 11.91 \quad \text{cm}^2$$

$$R_n = 42.3 \quad t$$

Resistencia nominal

$$\phi b = 0.90$$

Factor de reducción de resistencia

$$R_d = 38.04 \quad t$$

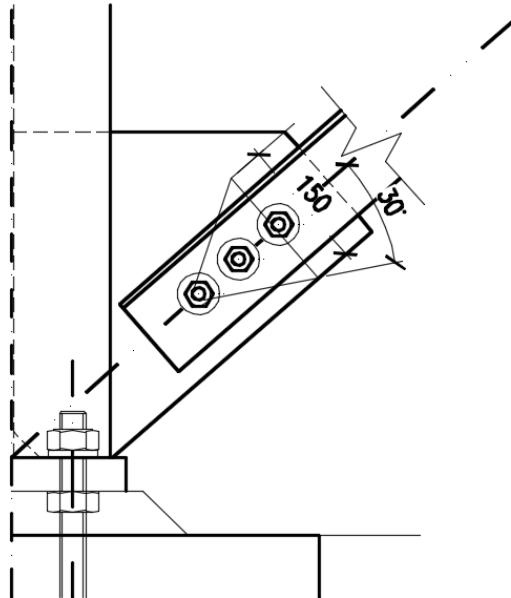
Resistencia de diseño

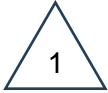
(> Nu max)

Cumple

Arrancamiento de la placa - Rotura sección neta

$A_n = 10.12$	cm^2	MIN ($0.85 \times A_g$; (a placa - \varnothing calc agujero) x t_f3)
$R_n = 49.6$	t	Resistencia nominal
$\varnothing b = 0.75$		Factor de reducción de resistencia
$R_d = 37.19$	t	Resistencia de diseño
($> N_u \text{ max}$)		Cumple





11.4 VERIFICACIÓN NUDOS

11.4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente inciso se realiza la verificación de los nudos del pórtico y encuentro de vigas en la cumbrera.

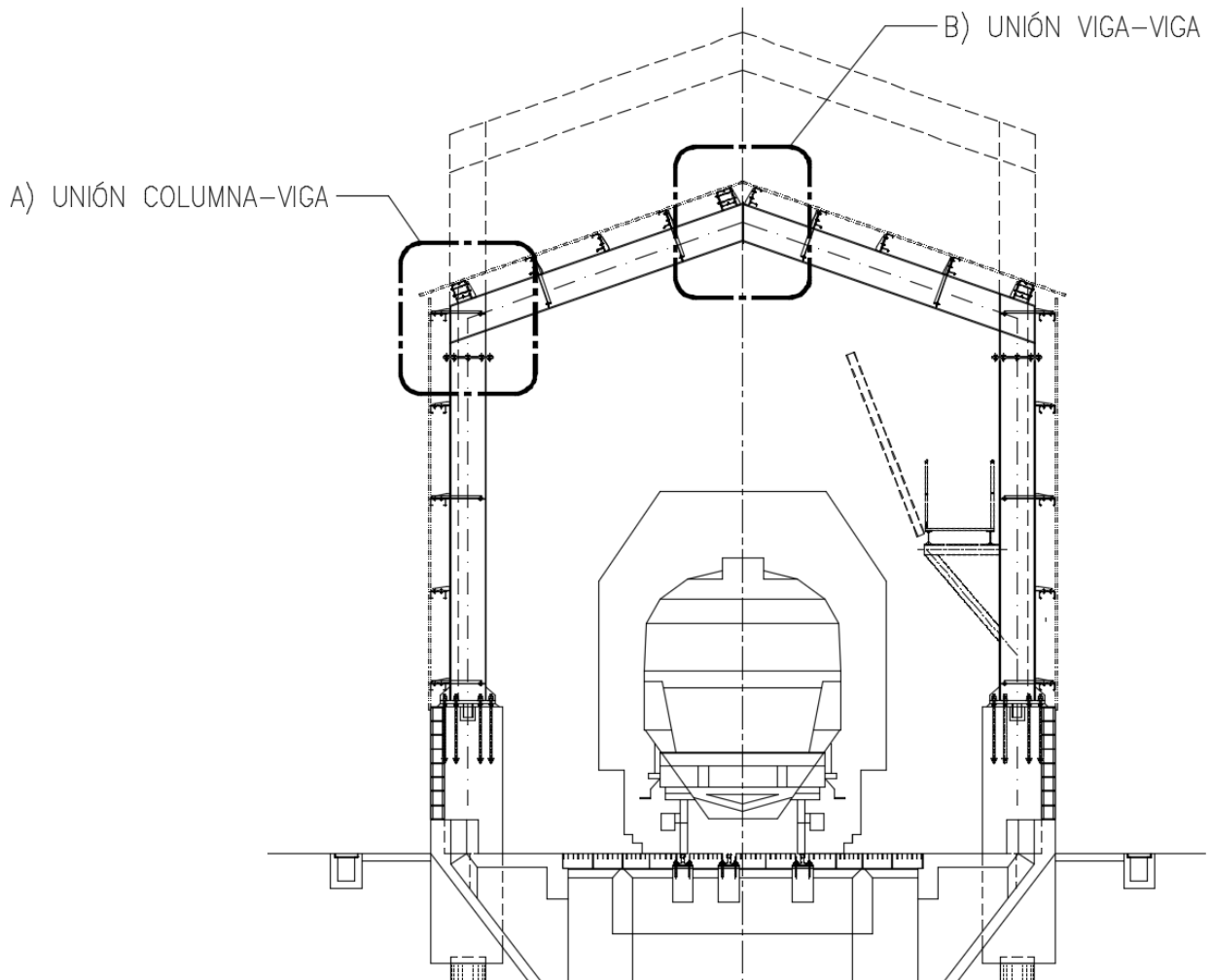
En los puntos mencionados se tiene un cambio en la dirección de los miembros y por lo tanto de los esfuerzos. Sin la presencia de rigidizadores, se deben realizar una serie de verificaciones por la introducción de una carga concentrada en el ala y/o en el alma dependiendo el caso, producto de el cambio de dirección.

Se realiza una verificación con la ayuda de un software de elementos finitos y también una verificación numérica adicional que deberá avalar lo obtenido mediante el software.

Se analizan dos nudos:

A) Unión "Columna – Viga"

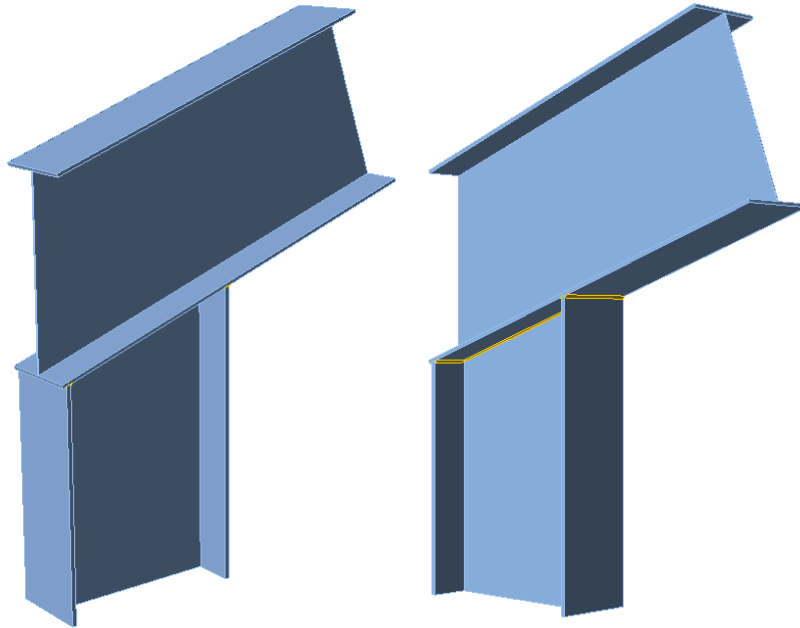
B) Unión "Viga – Viga" (cumbrera)



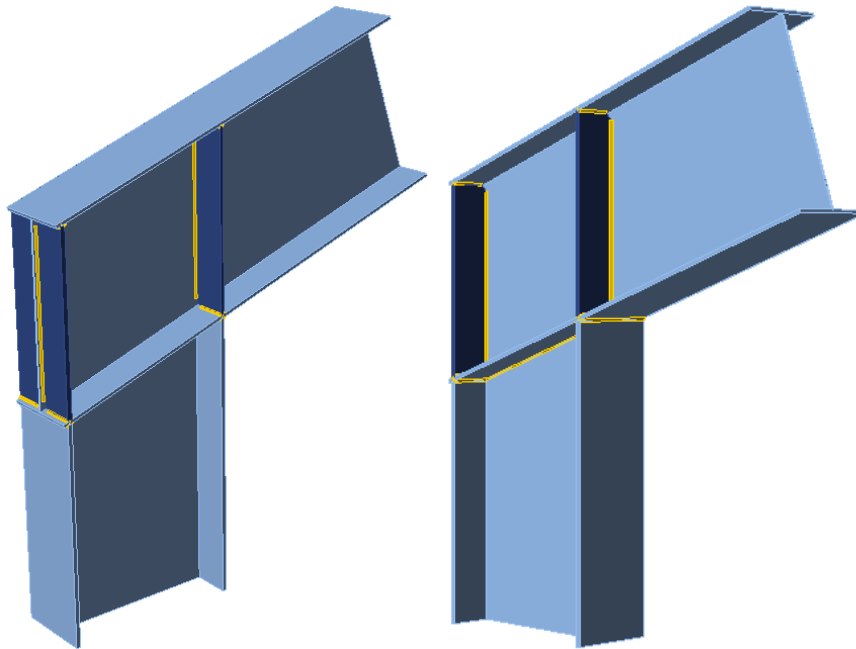
11.4.2 VERIFICACIÓN MEDIANDE ELEMENTOS FINITOS

Se utiliza un software de elementos finitos para modelar los nudos y analizar las tensiones.

A) Unión "Columna – Viga"



Modelo sin rigizadores



Modelo con rigizadores

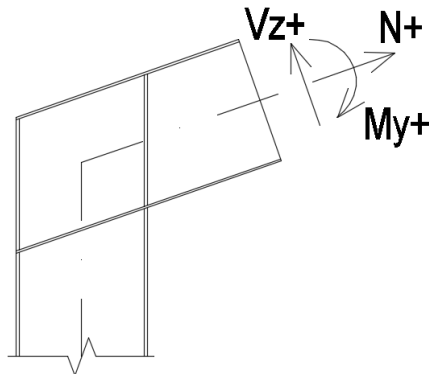
(se colocan rigidizadores de igual espesor a las alas de la columna $e=12.7\text{mm}$)

Los estados de cargas considerados son:

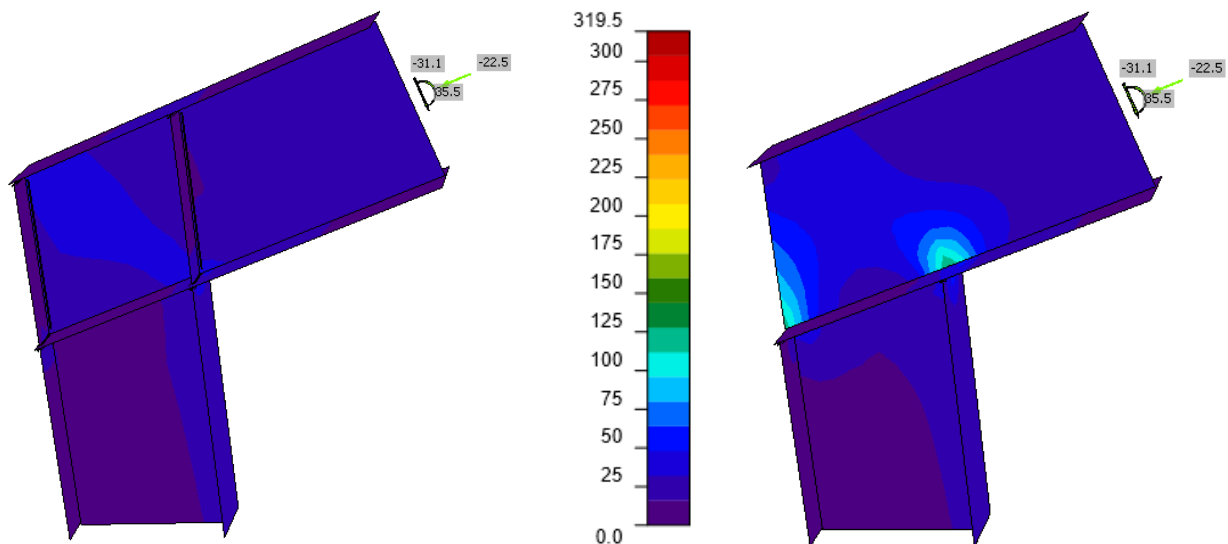
Load	N[kN]	Vz[kN]	My[kNm]
LC1 U3-1	-22.5	-31.1	35.5
LC2 U5-4	22.7	31.2	-117
LC3 U5-1	54.9	-25.2	-36.1
LC4 U4-6	-32	22.6	115

Se seleccionaron los estados correspondientes a los valores máximos de momento, tanto para tracción superior como para tracción inferior, para la situación inicial y para la situación futura.

Para el software de elementos finitos utilizado, se indica la nomenclatura de esfuerzos junto con la convención de signos utilizada

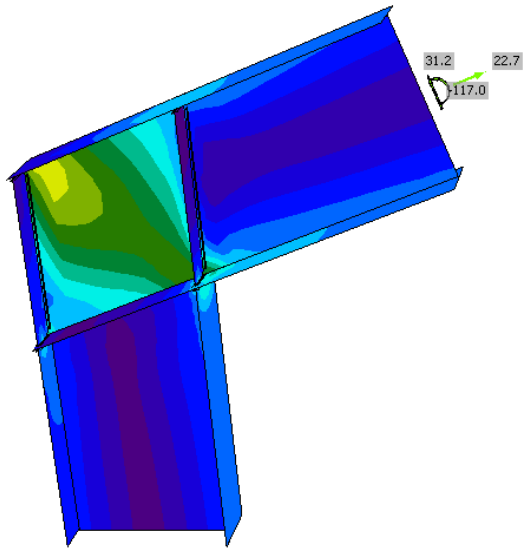


A continuación se analizarán las tensiones de Von Mises para ambas situaciones y se busca que no se supere el valor de $0.9 \times F_y = 0.9 \times 355 \text{ MPa} = 319.5 \text{ MPa}$

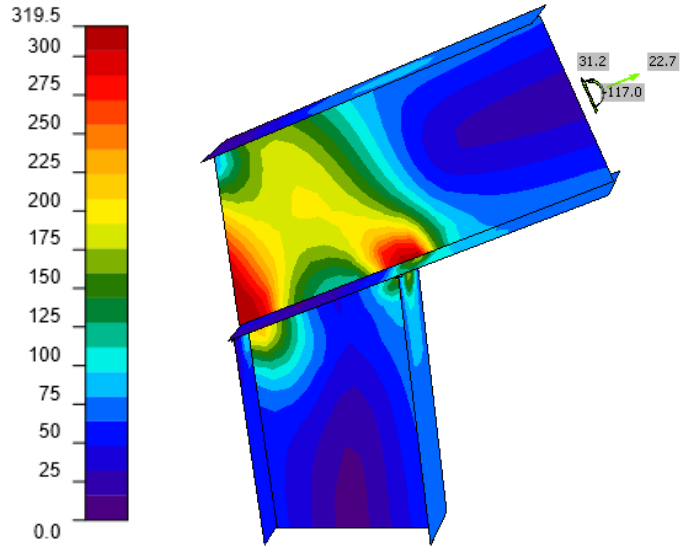


LC1 – (con rigidizadores)

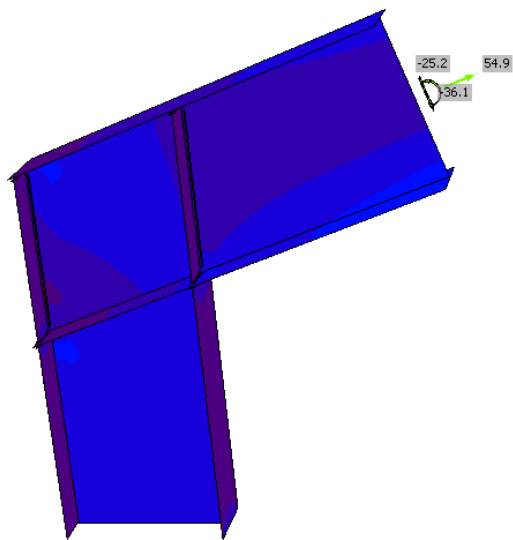
LC1 – (sin rigidizadores)



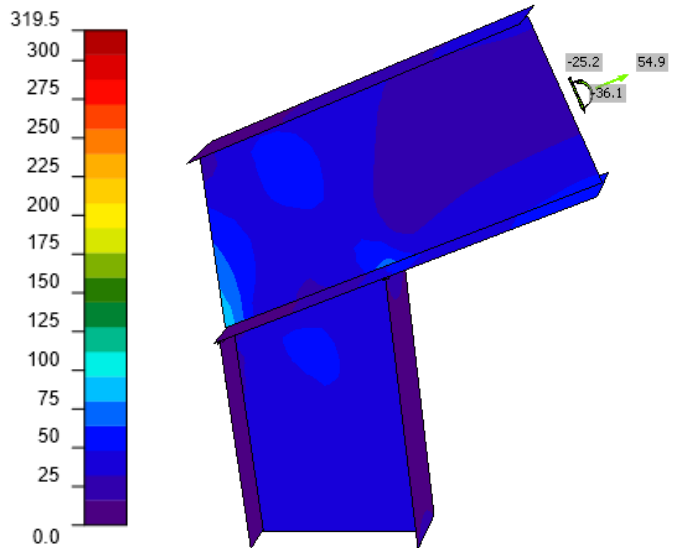
LC2 – (con rigidizadores)



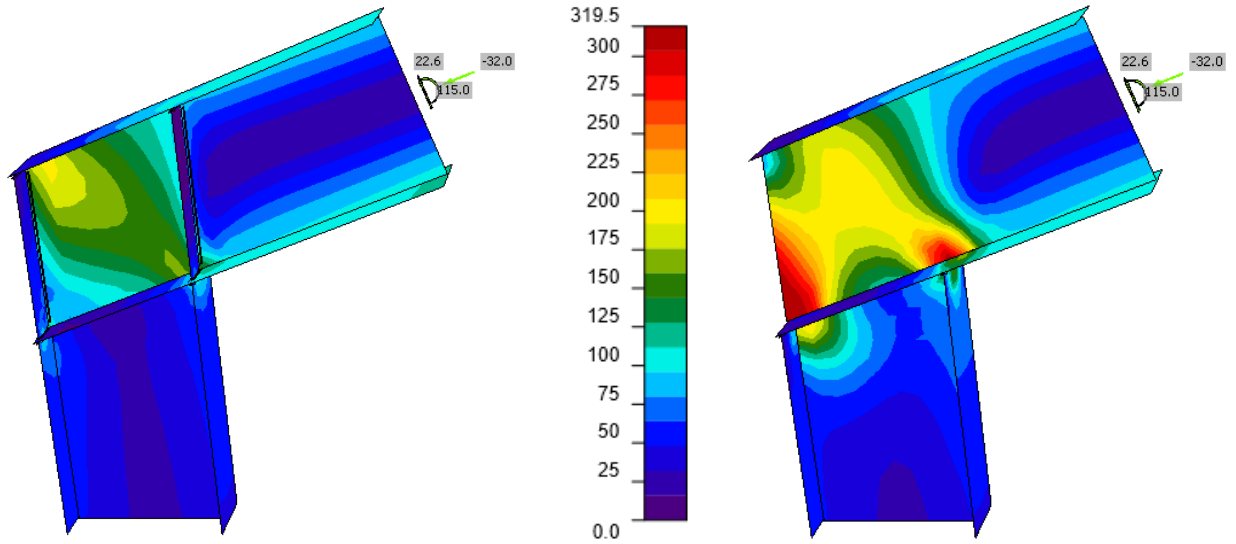
LC2 – (sin rigidizadores)



LC3 – (con rigidizadores)



LC3 – (sin rigidizadores)



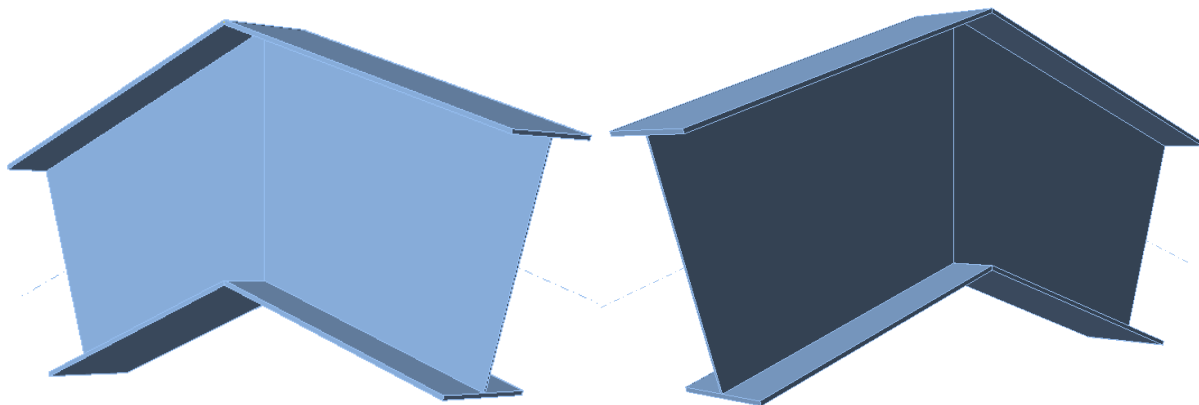
LC4 – (con rigidizadores)

LC4 – (sin rigidizadores)

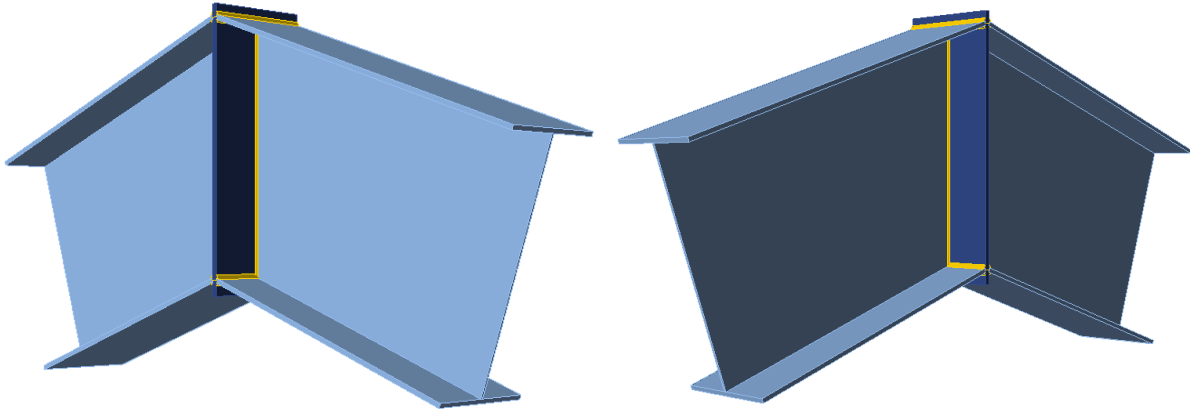
Puede observarse, en los estados LC2 y LC4 (que tienen los mayores valores de momento flector), que los valores de las tensiones de Von Mises para el caso sin rigidizadores, superan el límite considerado $0.9 \times F_y = 319.5$ MPa. Por otro lado, en el caso de colocarse rigidizadores, estos valores son notablemente menores (< 220 MPa).

Por lo tanto, **se considera necesaria la colocación de rigidizadores.**

B) Unión “Viga – Viga”



Modelo sin rigidador



Modelo con rigizador

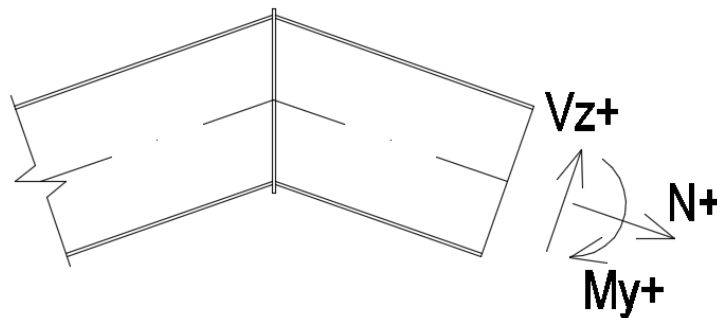
(se coloca una placa de $e=12.7\text{mm}$)

Los estados de cargas considerados son:

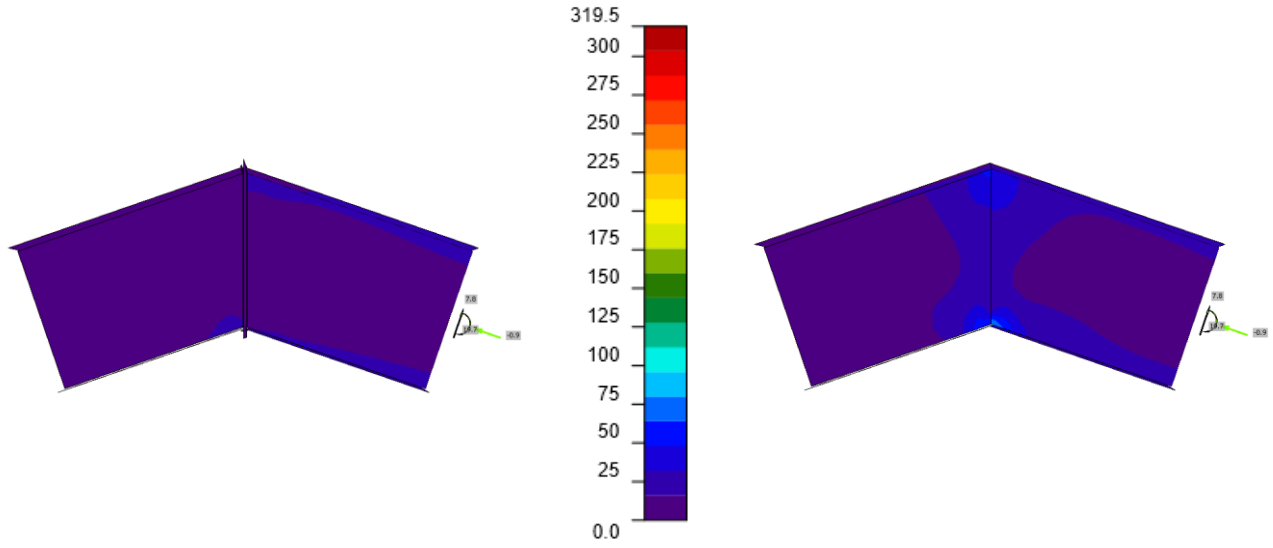
Load	N[kN]	Vz[kN]	My[kNm]
LC5 U5-5	-0.9	7.8	19.7
LC6 U3-2	0.8	2.5	-35.1
LC7 U5-5	-9.9	15.6	31.5
LC8 U4-1	44.4	17.5	-59.6

Se seleccionaron los estados correspondientes a los valores máximos de momento, tanto para tracción superior como para tracción inferior, para la situación inicial y para la situación futura.

Se indica la nomenclatura de esfuerzos junto con la convención de signos utilizada:

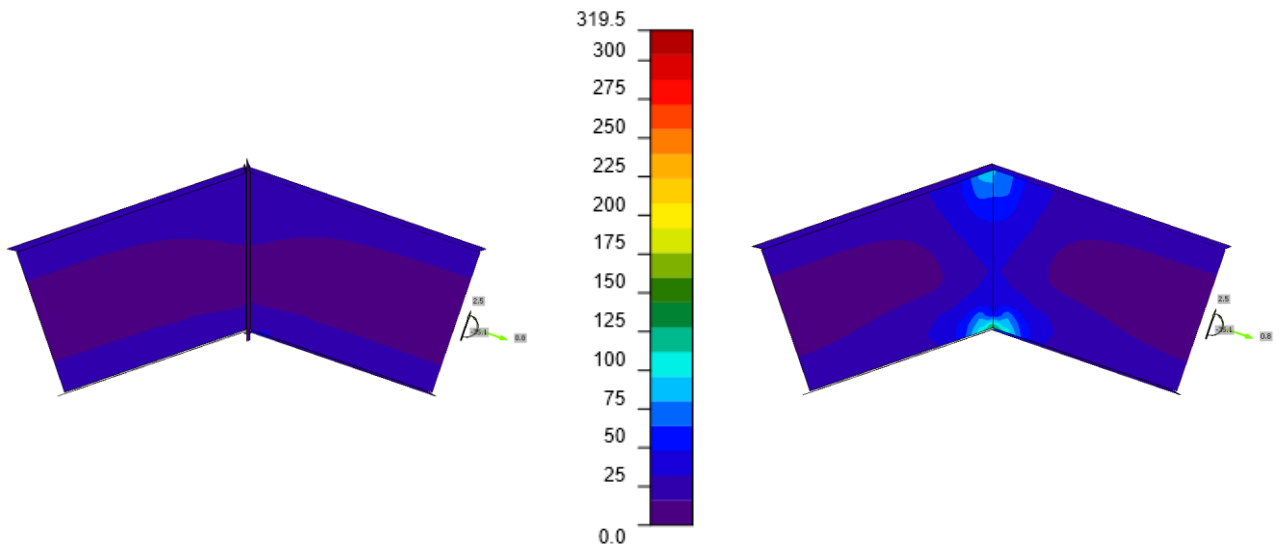


A continuación se analizarán las tensiones de Von Mises para ambas situaciones y se busca que no se supere el valor de **$0.9 \times F_y = 0.9 \times 355\text{MPa} = 319.5\text{MPa}$**



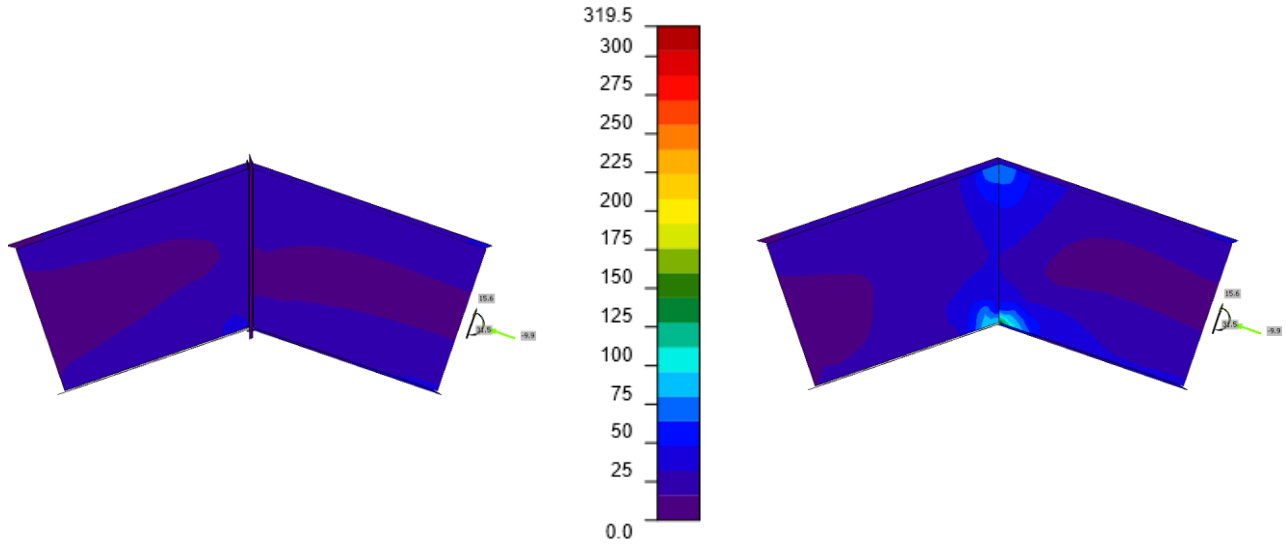
LC5 – (con rigidizador)

LC5 – (sin rigidizador)



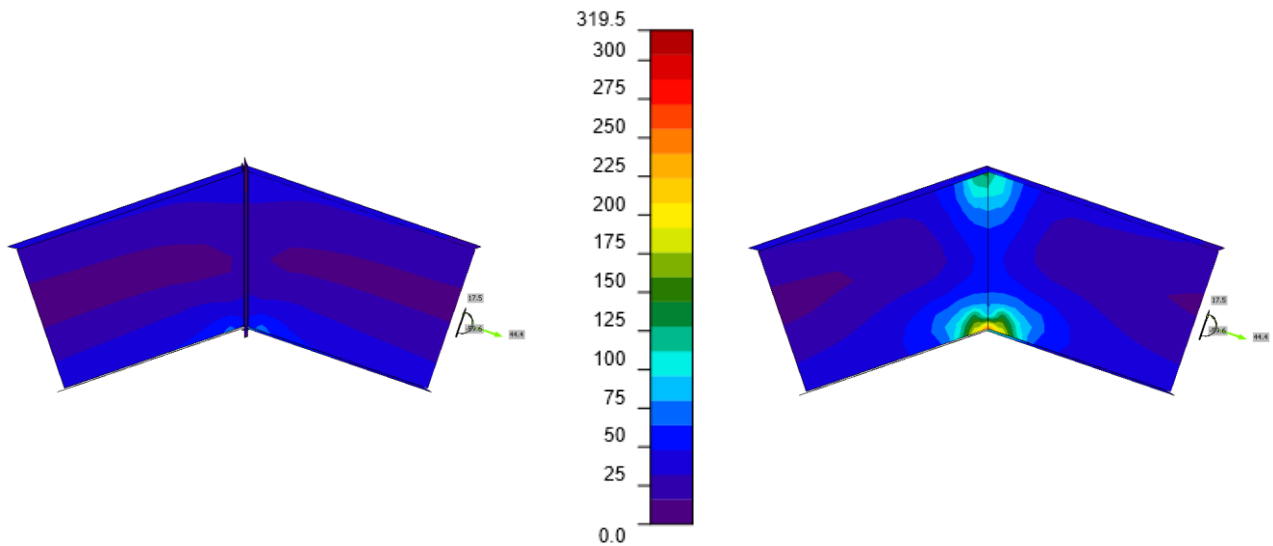
LC6 – (con rigidizador)

LC6 – (sin rigidizador)



LC7 – (con rigidizador)

LC7 – (sin rigidizador)



LC8 – (con rigidizador)

LC8 – (sin rigidizador)

En este caso, las solicitaciones son mucho menores que en el nudo de unión “Viga – Columna”, y por lo tanto también lo son las tensiones.

La máxima tensión de Von Mises se alcanza para el estado LC8 (el cual es el que tiene mayor valor de momento flector). La misma llega a un valor de 190 MPa en el alma de las vigas para el caso sin rigidizador, y de 75 MPa para el caso con rigidizador.

Si bien no se supera el límite considerado de $0.9 \times F_y = 319.5$ MPa se recomienda colocar rigidizador en el quiebre de la cumbrera de la viga de cubierta.

11.4.3 VERIFICACIÓN NUMÉRICA

Se estudian según la sección “K.1. ALAS Y ALMAS CON FUERZAS CONCENTRADAS” del CIRSOC 301 2005, los nudos del apartado anterior.

A) Unión “Columna – Viga”

Características Perfil

Perfil 1

Seccion = Perfil Armado

Perfil que se desea verificar

Acero = F-36

E = 200000	MPa	Módulo de elasticidad
Fy = 355	MPa	Tensión de fluencia
Fu = 490	MPa	Tensión de rotura
bf1 = 225	mm	Ancho perfil
d = 519	mm	Alto perfil
tf1 = 9.5	mm	Espesor del ala
tw1 = 4.8	mm	Espesor del alma

Perfil 2

Seccion = Perfil Armado

Acero = F-36

E = 200000	MPa	Módulo de elasticidad
Fy = 355	MPa	Tensión de fluencia
Fu = 490	MPa	Tensión de rotura
bf1 = 225	mm	Ancho perfil
d = 525	mm	Alto perfil
tf1 = 12.7	mm	Espesor del ala
tw1 = 4.8	mm	Espesor del alma
Ag = 81.0	cm ²	Área perfil
Af = 28.6	cm ²	Área ala

El perfil 1 representa el perfil de la viga mientras que el perfil 2 representa el perfil de la columna.

Solicitaciones

Mu = 11.7	tm
Nu = 3.1	t
Fu (N) = 1.1	t
Fu (M) = 22.8	t
Fu = 23.9	t

Fu corresponde a la carga concentrada que viaja por el ala, y lo calculamos como la suma del esfuerzo normal proveniente del ala debido al esfuerzo axial Nu de la sección y el correspondiente a la cupla equivalente al momento Mu. Conservadoramente se toma que la carga Fu es válida para tracción y compresión.

Como la viga es prácticamente ortogonal se considera la totalidad de la carga para la verificación.

Verificaciones

Flexión local del ala

$\phi = 0.90$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Rn = 20.1	t	<i>Resistencia nominal</i>
Rd = 18.12	t	<i>Resistencia de diseño</i>
(< Fu max)		No Cumple

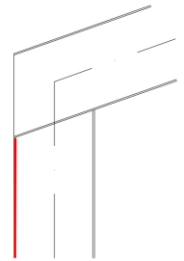
En el caso de verificar el ala externa de la columna, por encontrarse a una distancia menor a 10 tf del extremo de la viga, Rd1 = 0.5 Rd. Por no verificar Rd, tampoco verifica Rd1.

Aplastamiento del alma (fluencia local del alma)

Carga en ala exterior:

N =	1.27 cm	
k =	1.75 cm	<i>Considerando 8mm de cateto de soldadura ala-alma</i>
L =	5.65 cm	

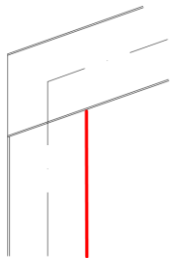
$\phi = 1.00$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Rn = 9.6	t	<i>Resistencia nominal</i>
Rd = 9.55	t	<i>Resistencia de diseño</i>
(< Fu max)		No Cumple



Carga en ala interior:

N =	1.27 cm	
k =	1.75 cm	<i>Considerando 8mm de cateto de soldadura ala-alma</i>
L =	10.03 cm	

$\phi = 1.00$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Rn = 17.0	t	<i>Resistencia nominal</i>
Rd = 16.96	t	<i>Resistencia de diseño</i>
(< Fu max)		No Cumple

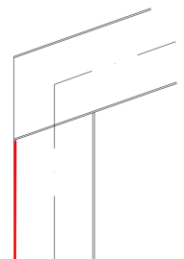


Pandeo localizado del alma

Carga en ala exterior:

N =	1.27 cm
N / d =	0.02 < 0.2

$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
Rn = 11.1	t	<i>Resistencia nominal</i>
Rd = 8.32	t	<i>Resistencia de diseño</i>
(< Fu max)		No Cumple

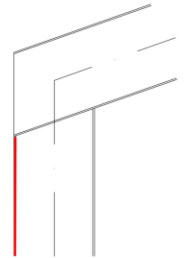


Carga en ala interior:

$$N = 1.27 \text{ cm}$$

$$N / d = 0.02$$

$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$R_n = 22.2$	t	<i>Resistencia nominal</i>
$R_d = 16.65$	t	<i>Resistencia de diseño</i>
($< F_u \text{ max}$)		No Cumple



Se comprueba numéricamente a través de las verificaciones realizadas que la sección de la viga del pórtico no es capaz de soportar sin rigidizadores la introducción de la carga concentrada proveniente de las alas de la columna.

B) Unión "Viga – Viga"

Características Perfil

Perfil 1

Seccion = Perfil Armado		<i>Perfil que se desea verificar</i>
Acero = F-36		
$E = 200000$	MPa	<i>Módulo de elasticidad</i>
$F_y = 355$	MPa	<i>Tensión de fluencia</i>
$F_u = 490$	MPa	<i>Tensión de rotura</i>
$bf_1 = 225$	mm	<i>Ancho perfil</i>
$d = 519$	mm	<i>Alto perfil</i>
$tf_1 = 9.5$	mm	<i>Espesor del ala</i>
$tw_1 = 4.8$	mm	<i>Espesor del alma</i>

Perfil 2

Seccion = Perfil Armado		
Acero = F-36		
$E = 200000$	MPa	<i>Módulo de elasticidad</i>
$F_y = 355$	MPa	<i>Tensión de fluencia</i>
$F_u = 490$	MPa	<i>Tensión de rotura</i>
$bf_1 = 225$	mm	<i>Ancho perfil</i>
$d = 519$	mm	<i>Alto perfil</i>
$tf_1 = 9.5$	mm	<i>Espesor del ala</i>
$tw_1 = 4.8$	mm	<i>Espesor del alma</i>
$A_g = 66.7$	cm ²	<i>Área perfil</i>
$A_f = 21.4$	cm ²	<i>Área ala</i>

Los perfiles 1 y 2 representan el perfil de la viga.

Solicitaciones

$M_u = 6.0$	tm
$N_u = 4.4$	t
$F_u (N) = 1.4$	t
$F_u (M) = 11.7$	t
$F_u = 13.1$	t
$F_{uv} = 2 \times F_u \times \sin(19) = 8.5$	t

F_u corresponde a la carga concentrada que viaja por las alas. Se calcula como la suma del esfuerzo normal proveniente del ala debido al esfuerzo axial N_u de la sección y el correspondiente a la cupla que genera el momento M_u .

La componente de la carga que se debe tomar con el alma (F_{uv}) es la que corresponde al cambio de dirección que se produce en el quiebre de la cumbrera.

Se verifica el pandeo localizado del alma:

Verificaciones

Pandeo localizado del alma

$$N = 0.9525 \text{ cm}$$
$$N / d = 0.02$$

$\phi = 0.75$		<i>Factor de reducción de resistencia</i>
$R_n = 22.1$	t	<i>Resistencia nominal</i>
$R_d = 16.54$	t	<i>Resistencia de diseño</i>
($> F_u \text{ max}$)	Cumple	

En correspondencia con los resultados obtenidos a través del modelo de elementos finitos, la verificación numérica arroja que no es necesario colocar rigidizadores en este punto. Sin embargo, se considera apropiada su colocación ya que como puede observarse en los diagramas de tensiones, a través de la colocación del rigidizador se disminuye la concentración de tensiones en el punto de desvío de la carga.

12 ANEXO 1: ALTERNATIVA REEMPLAZO DE CORREAS DE CUBIERTA

En el interior de la estructura, por el propio proceso de descarga, se tienen partículas de polvo en suspensión, que tienden con el tiempo a ir acumulándose y además del peso que esto supone puede traer varias consecuencias sobre la estructura si comienza a pudrirse.

Por ejemplo, en las correas en la cubierta debido a la geometría de este tipo de secciones, el labio inferior hace que se pueda generar acumulación de polvo dentro de ellas.



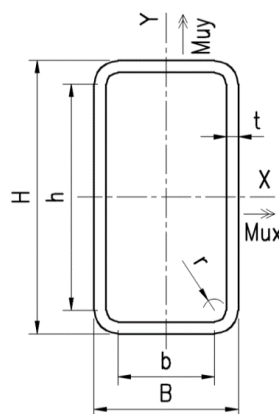
Acumulación de polvo en correas de cubierta

Podrían colocarse las correas calculadas en la presente memoria y realizar una limpieza periódica pero no es aconsejable. Se presentan una serie de alternativas para resolver este inconveniente.

- a) Una posible medida para prevenir que esto suceda, es colocar longitudinalmente entre los labios una tapa que impida el ingreso de polvo. La colocación de esta tapa complejiza varios aspectos del montaje, por ejemplo:
 - En el caso de soldar la tapa, lo ideal sería hacerlo en taller previo al trabajo de pintura.
 - El proceso de soldadura impide adoptar correas conformadas a partir de bobinas pregalvanizadas (ZAR 250), por lo que deben ser de otra calidad de acero (en este caso se adoptaron calidad F-26) y se deben proteger adecuadamente con pintura.
 - Si la tapa llega hasta el final de la correa, entonces surge la necesidad de que la vinculación de las correas a la estructura principal sea mediante un elemento pasante como una varilla roscada (para permitir el ajuste), y clips a ambos lados.
 - La tapa solo cumple la función de cerramiento, por lo que las correas todavía necesitan tillas. Debe analizarse el diseño de la vinculación de las tillas o adoptar correas que no las necesiten.
- b) Otra opción sería adoptar correas materializadas por tubos rectangulares.

SECCION ADOPTADA

Material:	Tubo con Costura
	TE-22 (IRAM-IAS U 500-2592)
E =	200000 MPa
G =	77200 MPa
Fy =	237 MPa
Fu =	320 MPa
μ =	0.30



B =	100 mm
H =	220 mm
t =	2.5 mm
r =	2.50 mm
b =	90.0 mm
h =	210.0 mm
Ag =	15.59 cm ²
Peso =	12.24 kg/m
Jx =	986.14 cm ⁴
Sx =	89.65 cm ³
Zx =	110.39 cm ³
rx =	7.95 cm
Jy =	293.26 cm ⁴
Sy =	58.65 cm ³
Zy =	64.11 cm ³
ry =	4.34 cm
Jt =	713.01 cm ⁴
C =	105.97 cm ⁶

FLEXION ALREDEDOR DEL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Mux = Momento Flector Ultimo en eje X		1.90	tm
Lb = Distancia entre puntos de arriostramiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida		6.40	m
Carga aplicada en el Ala superior			
Mr = Fy.Sx =	237x89.65/10000 =		2.125 tm
Mp = min(1,5.Fy.Sx ; Fy.Zx) =	237x110.39/10000 =		2.616 tm
Lp = 1,2.ry.E.v[J.Ag]/Mp =	[1.2x4.34x200000xv(713x15.6)/2.616]/100000 =		420 cm
Lr = 18.ry.E.v[J.Ag]/Mr =	[18x4.34x200000xv(713x15.6)/2.125]/100000 =		7754 cm
Mcr = 18.E.v[J.Ag]/(Lb/ry) =	[18x200000xv(713x15.6)/(640/4.34)]/100000 =		25.75 tm
Cb = Factor diagrama de momento flector no uniforme (conservadoramente =1):		1.000	
Mnx = min { Mp ; Cb.[Mp-(Mp-Mr).(Lb-Lp)/(Lr-Lp)] } =	min{2.616;1x[2.616-(2.616-2.125)x(640-420)/(7754-420)]} =		2.601 tm
Esbeltez Ala	$\lambda_p = 1.05xv[E/F_y] = 1.05xv[200000/237] =$		30.50
	$\lambda_r = 1.30xv[E/F_y] = 1.30xv[200000/237] =$		37.76
	$\lambda_b = b/t = 36.00$		$< \lambda_r = 37.76$
	$\lambda_p = 30.5 <$		
Mnx1 = Mp-(Mp-Mr).(λb-λp)/(λr-λp) =	2.616-(2.616-2.125).(36-30.5)/(37.76-30.5)=		2.244 tm
Esbeltez Alma	$\lambda_p = 2.26xv[E/F_y] = 2.26xv[200000/237] =$		65.65
	$\lambda_r = 5.30xv[E/F_y] = 5.30xv[200000/237] =$		153.96
	$\lambda_h = h/t = 84.00$		$< \lambda_r = 153.96$
	$\lambda_p = 65.65 <$		
Mnx2 = Mp-(Mp-Mr).(λh-λp)/(λr-λp) =	2.616-(2.616-2.125).(84-65.65)/(153.96-65.65)=		2.514 tm
Mdx = Ø.min{ Mnx ; Mnx1 ; Mnx2 } =	0.85xmin{ 2.601 ; 2.244 ; 2.514 } =		1.907 tm
			$> Mux = 1.9tm \rightarrow B.C.$

CORTE EN EL EJE PRINCIPAL DE LA MAYOR INERCIA

Vux = Corte Ultimo en eje X		1.18	t
Aw = 2.H.t =	2x220x2.5/100 =		11.00 cm ²
	2,45.v[E/Fy] = 2.45xv[200000/237] =		71.17
	3,07.v[E/Fy] = 3.07xv[200000/237] =		89.18
	71.17 <		$h/t = 84.0$
	$h/t = 84.0$		< 89.18
→ Fv = 0,60.Fy.2,45.v[E/Fy]/(h/t) =	0.60x237x2.45xv(200000/237)/84 =		120 MPa
Vdx = Ø.Fv.Aw =	0.85x120x11/100 =		11.22 t
			$> Vux = 1.18t \rightarrow B.C.$

Adoptar estas secciones sería equivalente a la colocación de las tapas en correas C, con la salvedad de que se tiene en cuenta la colaboración de la “tapa” en el cálculo de la resistencia de la correa, y se puede prescindir (en este caso) de la colocación de las tillas. Las secciones tubulares deberían ser galvanizadas ya que no pueden pintarse en su interior.

También deben colocarse clips a ambos lados y la fijación debería ser a través de varillas roscadas.

Tanto en esta alternativa como la de anterior, es muy probable que se produzca condensación de humedad en el interior de las correas por lo que deben realizarse agujeros que permitan la ventilación y el goteo del exceso de humedad.

- c) Por último, se propone una tercera alternativa, que consiste en seleccionar correas con el labio inferior invertido, de manera que no acumule polvo. Se pueden adquirir de calidad ZAR 250, que es equivalente al F-26 adoptado, pero al ser pre-galvanizada ahorraría el trabajo de pintura. Requeriría igualmente de la colocación de tillas, pero aporta muchas ventajas respecto de la alternativa (a).



TRABAJO PRÁCTICO FINAL INTEGRADOR



Conclusión:

Entre las alternativas presentadas, la más conveniente parecería ser la última (alternativa “c”) ya que soluciona (o reduce) el inconveniente de la acumulación de polvo sin necesidad de incorporar nuevos elementos y a diferencia de las alternativas “a” y “b”, al no encontrarse cerrada, el impacto de la condensación es mucho menor.

Se considera que la alternativa “c” es la que presenta el mayor número de ventajas con el menor número de desventajas y por lo tanto se seleccionará esta alternativa para reemplazar las correas C calculadas originalmente.

NORMAS Y RECOMENDACIONES:

- CIRSOC 101: Cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras
- CIRSOC 102: Acción del viento sobre las construcciones
- CIRSOC 201: Estructuras de hormigón
- CIRSOC 301: Estructuras de acero para edificios
- CIRSOC 303: Elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío
- CIRSOC 304: Soldadura en estructuras de acero
- CIRSOC 305: Uniones estructurales con bulones de alta resistencia

SE PODRÁ UTILIZAR OTRA REGLAMENTACIÓN SIEMPRE QUE DIRECCIÓN DE OBRA LO APRUEBE (POR EJ.: ACI, AWS, AISC, etc.)

MATERIALES:

- HORMIGÓN ARMADO (Fundaciones):

- HORMIGÓN H-30 (s/CIRSOC 201-2005)
- ACERO EN BARRAS ADN 420 (IRAM-IAS U500-528)

- ACERO:

- PERFILES LPN F-24 (IRAM-IAS U500-503)
- PERFILES IPN F-24 (IRAM-IAS U500-503)
- PERFILES W F-36 (A572-Gr50 / IRAM-IAS U500-503)
- PLACAS PERFILES ARMADOS F-36 (IRAM-IAS U500-42)
- PLACAS UNIONES F-36 (IRAM-IAS U500-42)
- PERFILES PLEGADOS C F-26 (IRAM-IAS U500-42) / ZAR-250 (IRAM-IAS U500-214)

- VARILLAS DE ANCLAJE TÍPICAS SAE-1010 (Fy min: 180 MPa; Fu min: 320 MPa) u otra denominación que cumpla las tensiones especificadas. Galvanizadas Plateadas

- BULONES ASTM A325 / A325M / ISO 8.8

CONSIDERACIONES GENERALES:

- TODAS LAS UNIONES EN OBRA SERÁN ABULONADAS Y PERMITIRÁN SU DESARME PARA EVENTUALES TAREAS DE MANTENIMIENTO Y/O AMPLIACIÓN.
- LAS UNIDADES SERÁN EN CENTÍMETROS PARA PLANOS REFERENTES A ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y MILÍMETROS PARA ESTRUCTURA METÁLICA - SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
- LA DENOMINACIÓN DE PERFILES W SE EXPRESA EN "mm" Y "kg/m".

NOMENCLATURA NIVELES:

- NIVEL "TOS": NIVEL SUPERIOR DE ESTRUCTURA (Top of structure).
- NIVEL "NSC": NIVEL SUPERIOR DE CABEZAL
- NIVEL "NIC": NIVEL INFERIOR DE CABEZAL
- NIVEL "NSH": NIVEL SUPERIOR HORMIGÓN
- "C.P": COTA DE PUNTA PILOTES

LOS NIVELES DE PISOS INDICADOS SON CORRESPONDIENTES AL NIVEL SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA (TOS).

INGENIERÍA PARA CONSTRUCCIÓN:

- EL CONTRATISTA DEBERÁ ELABORAR LA INGENIERÍA PARA CONSTRUCCIÓN (CÁLCULO DE CONEXIONES, PLANOS DE TALLER, ETC) QUE DEBERÁ SER APROBADA POR LA DIRECCIÓN DE OBRA CON ANTERIORIDAD AL INICIO DE LA PRODUCCIÓN.

PROVISIÓN Y OTROS:

EL CONTRATISTA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA, PROVERÁ CADA COLUMNA CON PLACA BASE, NARIZ DE CORTE, GROUTING Y PERNOS DE ANCLAJE (CON SU CORRESPONDIENTE PLANTILLA DE COLOCACIÓN, TUERCAS DE NIVELACIÓN, ARANDELAS, TUERCAS Y CONTRATUERCAS).

LA COLOCACIÓN Y CORRECTA UBICACIÓN DE LOS PERNOS SERÁ A CARGO DE LA CONTRATISTA DE HORMIGÓN Y LOS MISMOS SERÁN SUPERVISADOS POR LA CONSTATISTA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL HORMIGONADO.

SOLDADURAS:

- SOLDADURA SEGÚN CIRSOC 304
- SOLDADURA CON ELECTRODOS E-70XX
- SOLDADURA DE FILETE:
 - SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO, EL CATETO MÍNIMO SERÁ IGUAL AL MÍNIMO ESPESOR A UNIR.
 - SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO LOS CORDONES SERÁN CONTÍNUOS Y CERRADOS
- LOS CORDONES A TOPE NO DESIGNADOS SERÁN DE PENETRACIÓN TOTAL
- LA TOTALIDAD DE LAS UNIONES SOLDADAS SERÁN ESTANCAS
- LA TOTALIDAD DE LAS UNIONES SOLDADAS SERÁN EN TALLER SALVO INDICACIÓN CONTRARIA

PISO PLATAFORMA:

SEGÚN SE INDIQUE SERÁ:

- GRATING (REJILLAS DE PISO) GALVANIZADAS PARA UNA CARGA DE 300 kg/m², TIPO "TDL" O SIMILAR

BULONES:

- DIMENSIONES DE AGUJEROS PARA BULONES:

Ø BULÓN	AGUJERO PARA BULONES	AGUJEROS PARA PERNOS DE ANCLAJE
1/2"	9/16"	9/16"
5/8"	11/16"	11/16"
3/4"	13/16"	13/16"
7/8"	15/16"	15/16"
1"	1 1/16"	1 1/16"
>1 1/8"	Ø + 1/16"	Ø + 1/16"

HIPÓTESIS DE CARGAS:

CARGAS PERMANENTES:

- PP grating: Se considera que sobre la plataforma se colocará una rejilla de piso de 21 kg/m²

SOBRECARGAS:

- L Plataforma: 0.30 t/m²
- L escaleras: 0.30 t/m²

VIENTO:

- Velocidad de diseño = 50 m/s
- Categoría de Exposición = C
- Naturaleza de Ocupación = II
- Factor Importancia = 1
- Factor direcc. (Kd) = 0.85
- Factor topog. (Kzt) = 1
- Fact. Efecto de Ráfaga (G) = 0.85

ESQUEMA DE PINTURA:

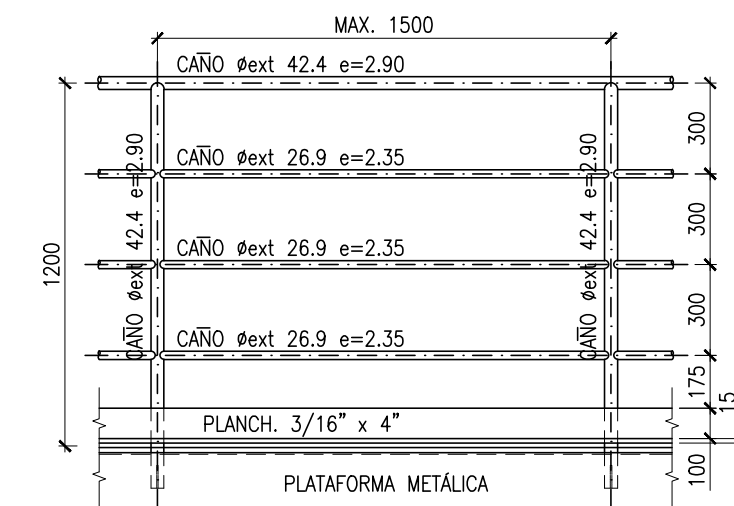
- EPOXI: 2 CAPAS DE 60 MICRONES
- POLIURETÁNICA: 1 CAPA DE 50 MICRONES

TÍPICOS:

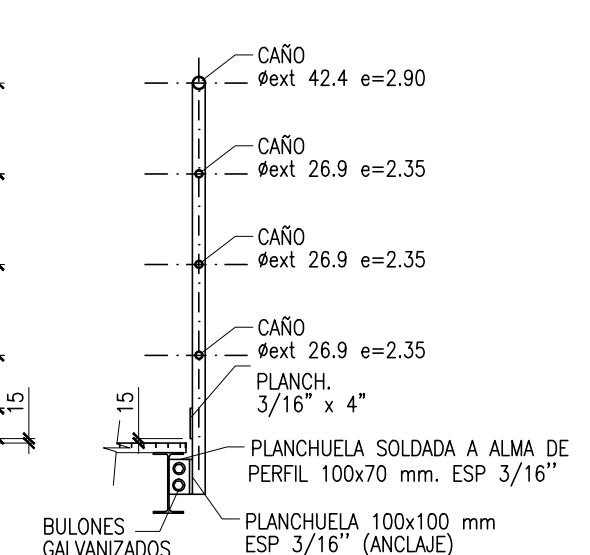
- BARANDAS SE EJECUTARÁN SEGÚN LOS SIGUIENTES DETALLES TÍPICOS:

ESCALA 1:25 - MEDIDAS EN mm

VISTA LATERAL

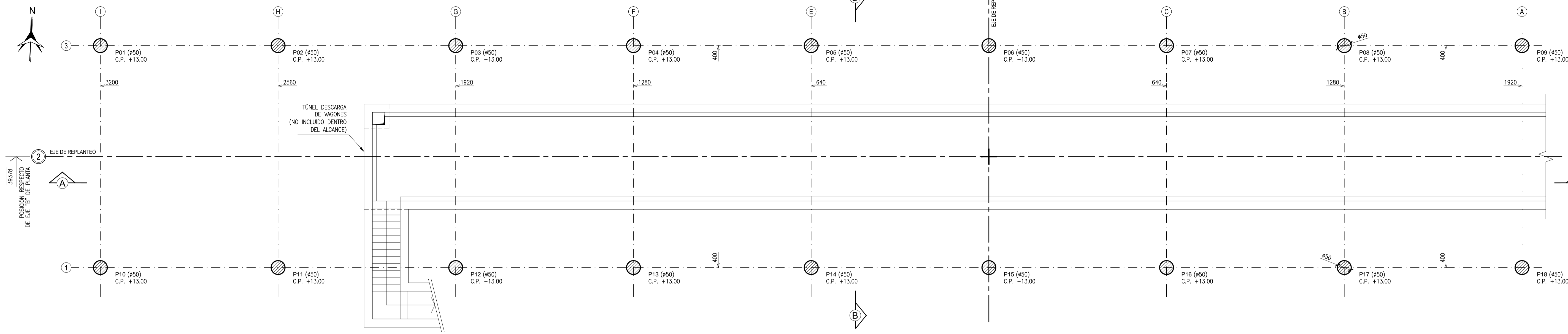


CORTE TÍPICO

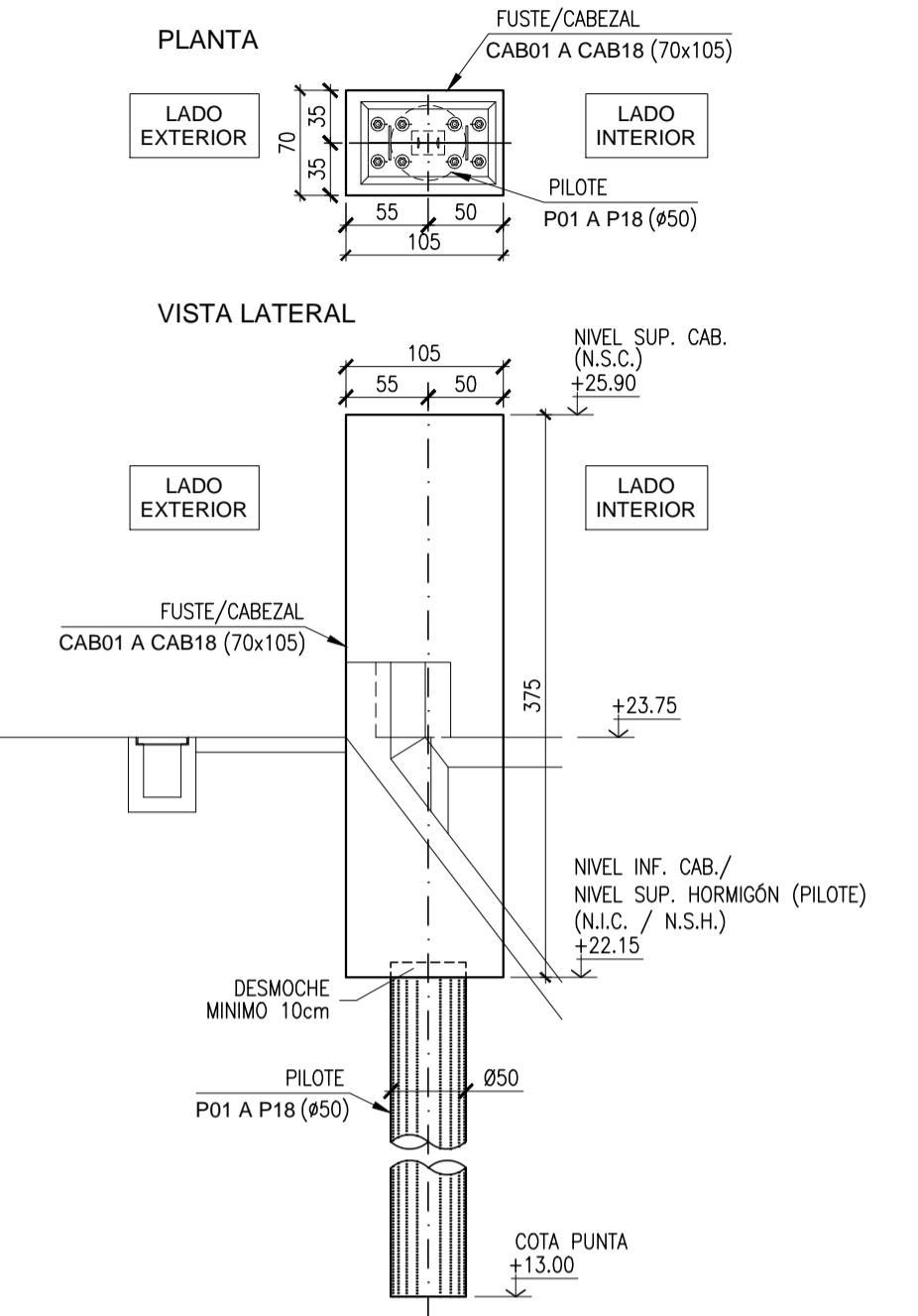


REV	OBSERVACIONES	FECHA
0	ENTREGA FINAL	11-2024
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL		
PLANO "0" - ESPECIFICACIONES		PLANO Nº
VENERANDA, GUILLERMO B.		000
Primera emisión: 22/11/2023		
Escalas: Indicadas		

REPLANTEO DE PILOTES
ESCALA 1:75

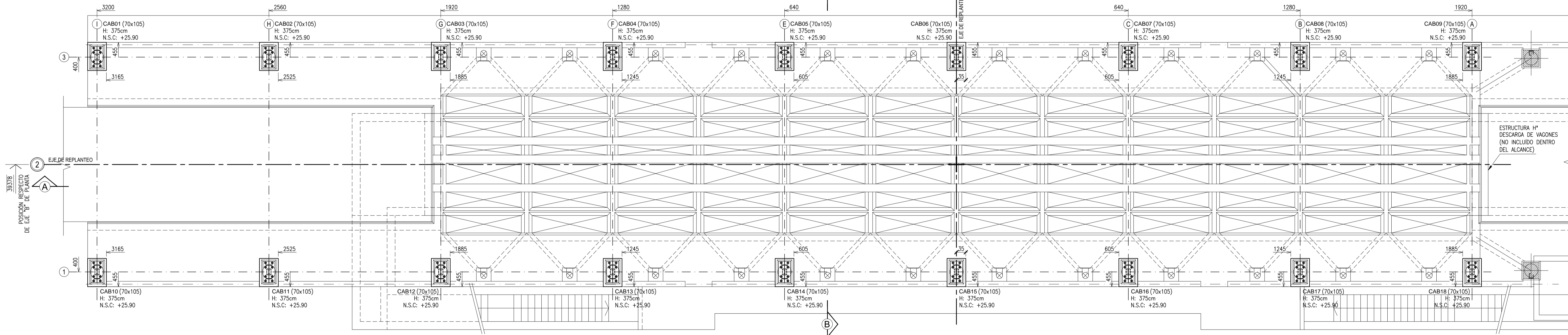


DETALLE TÍPICO FUNDACIONES
ESCALA 1:50

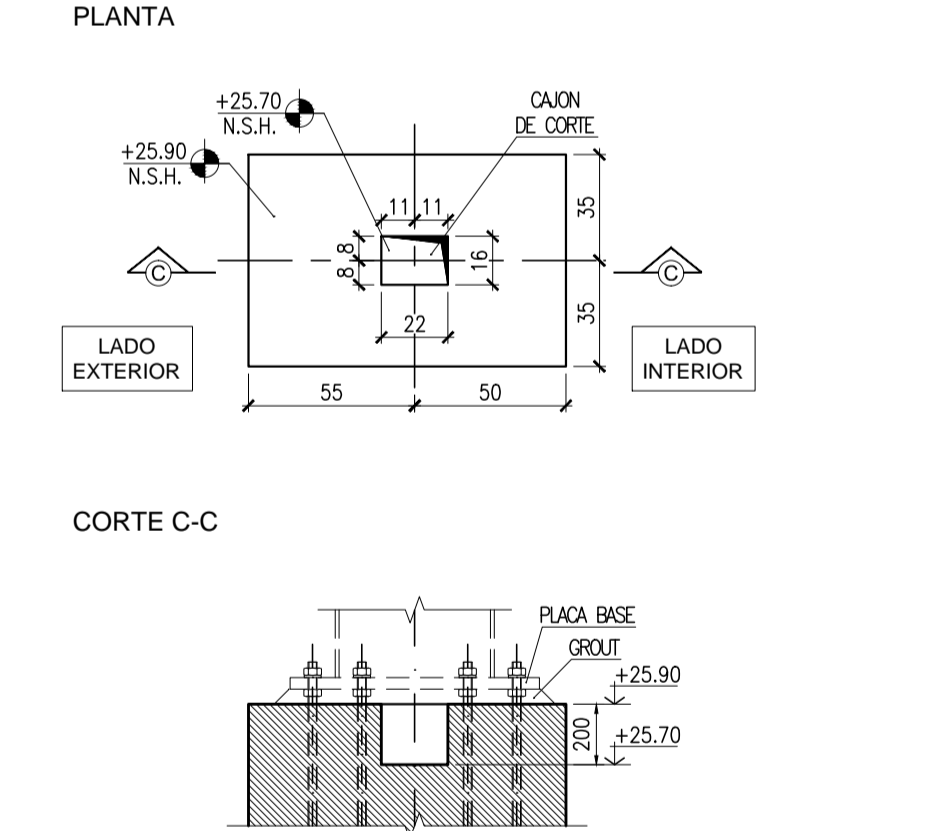


N° PILOTE	DIAMETRO	BULBO	COTA DE PUNTA	CANTIDAD	N.S.H	N.S.C
P01 A P18	450	-	+13.00	18	+22.15	+25.90

REPLANTEO DE FUSTES/CABEZALES
ESCALA 1:75




DETALLE CAJON DE CORTE
ESCALA 1:25



NOTAS:
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL ±0.00 DE PROYECTO
- MEDIDAS Y PROGRESIVA EN CENTÍMETROS
- VER MATERIALES EN PLANO "0"

REV	OBSERVACIONES	FECHA
0	ENTREGA FINAL	11-2024

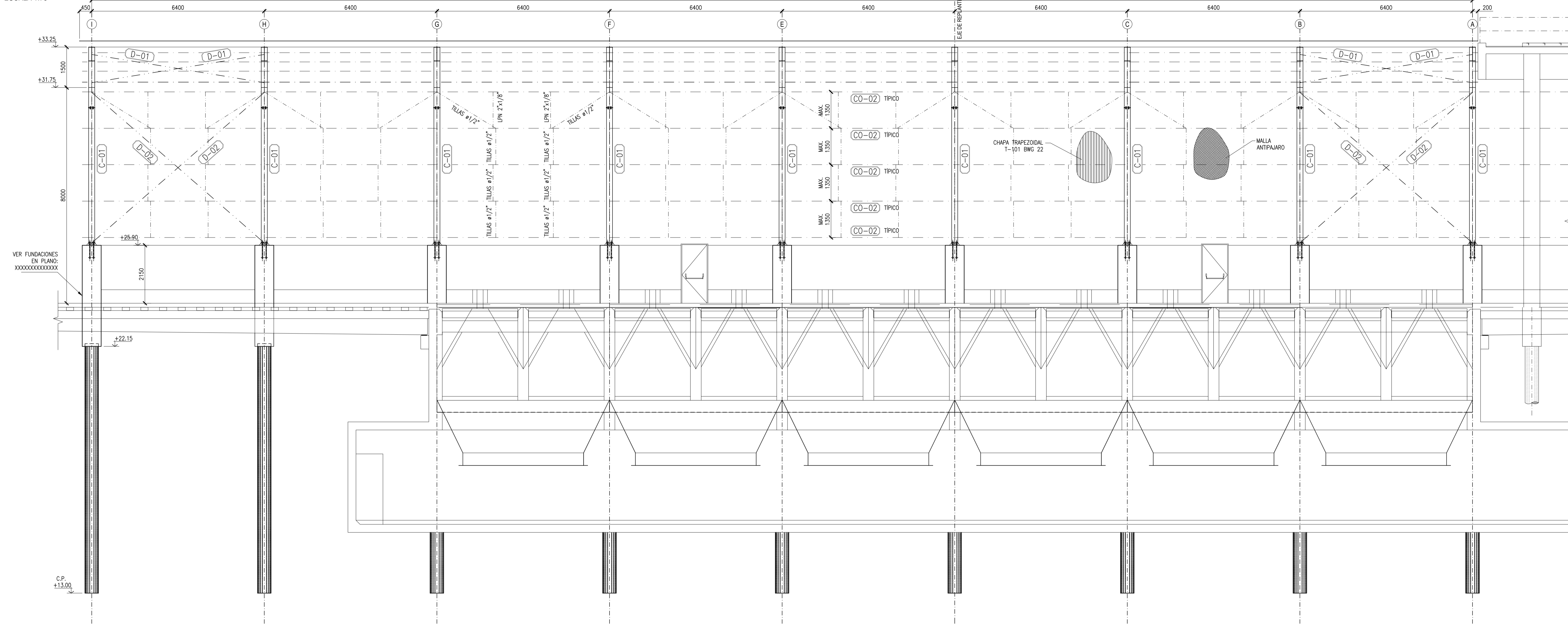

 Universidad Nacional de Rosario
 Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
 PLANTA REPLANTEO DE FUNDACIONES - DETALLES
 VENERANDA, GUILLERMO B.

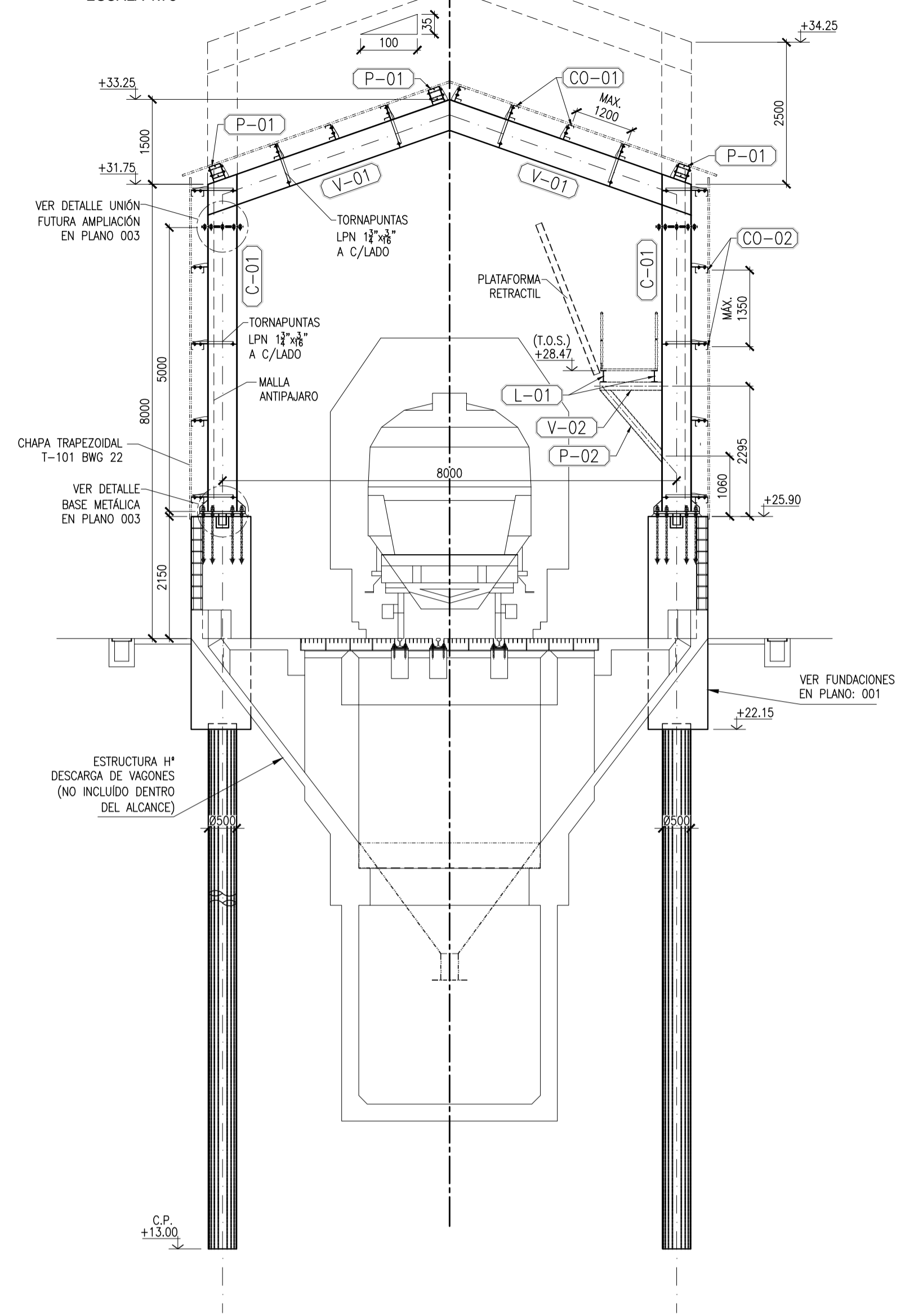
Primera emisión: 22/11/2023
 Escalas: Indicadas

PLANO N°
001

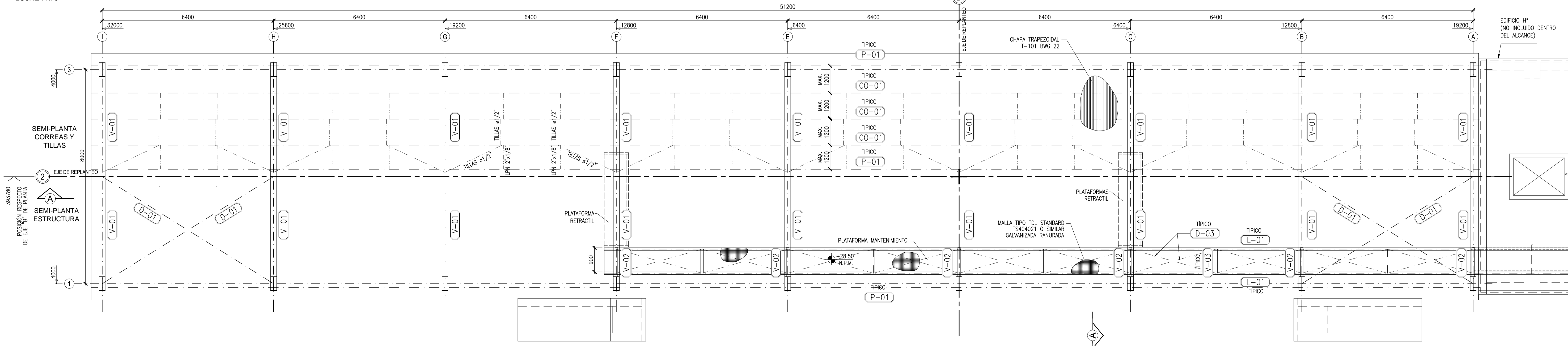
CORTE A-A
ESCALA 1:75



CORTE B-B
ESCALA 1:75



PLANTA GENERAL DE TECHO
ESCALA 1:75



ELEMENTO	SECCION	PRESILLAS/COMENTARIOS
C-01	(H 500x4.8-225x12.7)	COLUMNA PÓRTICO TIPO - TORNAPUNTA CORREA DE POR MEDIO
V-01	(H 500x4.8-225x9.5)	VIGA PÓRTICO TIPO - TORNAPUNTA CORREA DE POR MEDIO
V-02	W 150x13	VIGA SOPORTE PLATAFORMA
V-03	W 150x13	PERFIL INTERMEDIO PLATAFORMA
L-01	W 200x15	LARGUERO PLATAFORMA
D-01	LPN 4"x4" (101.6x6.4)	DIAGONAL CUBIERTA
D-02	LPN 4"x4" (101.6x6.4)	DIAGONAL LATERAL
D-03	LPN 2"x2" (50.8x4.8)	DIAGONAL PLATAFORMA
P-01	2 C220x100x30x2.5	PUNTALES
CO-01	C220x100x30x2.5	CORREA CUBIERTA (LABIO INFERIOR INVERTIDO) - 2 TILLAS INTERMEDIAS
CO-02	C220x100x30x2.5	CORREA LATERAL - 2 TILLAS INTERMEDIAS

NOTAS:
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL ±0.00 DE PROYECTO
- MEDIDAS Y PROGRESIVAS EN MILÍMETROS
- VER MATERIALES EN PLANO "0"

REV	OBSERVACIONES	FECHA
0	ENTREGA FINAL	11-2024


 Universidad Nacional de Rosario
 Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
ESTRUCTURA METÁLICA - PLANTA Y CORTES

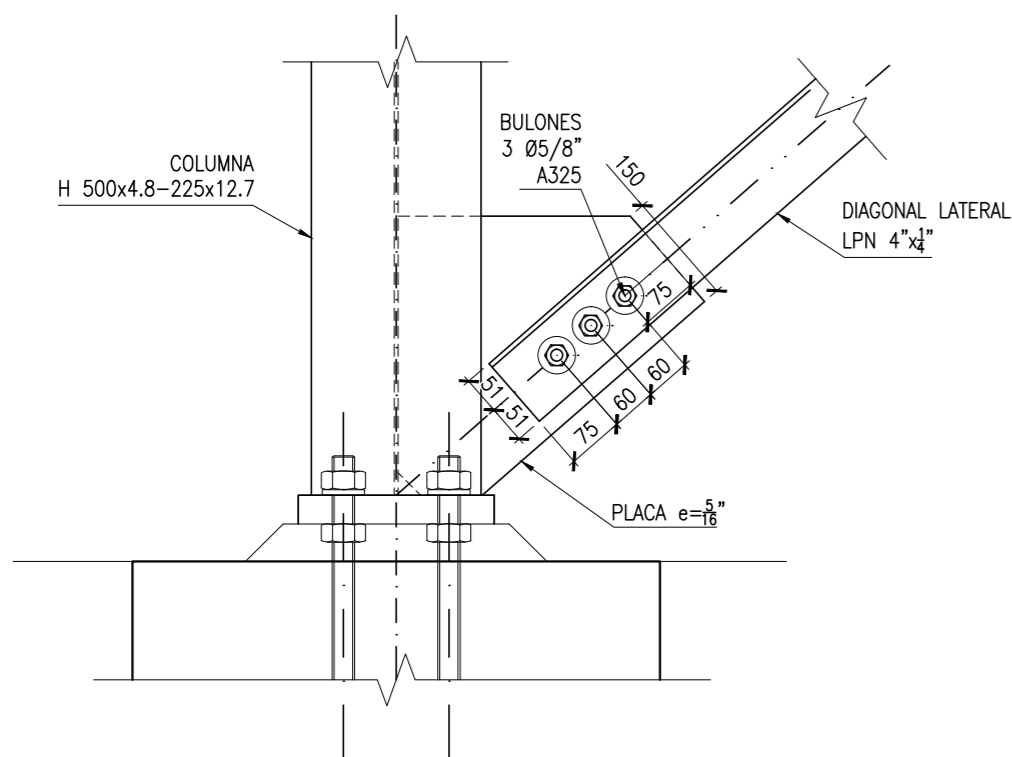
VENERANDA, GUILLERMO B.

Primera emisión: 22/11/2023
 Escalas: Indicadas

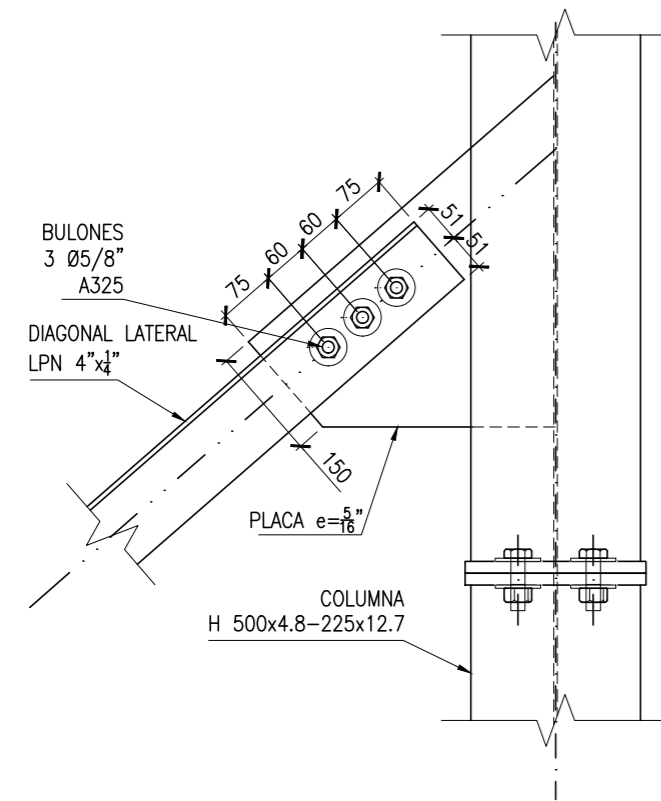
PLANO Nº
002

UNIÓN DIAGONAL LATERAL
ESCALA 1:10

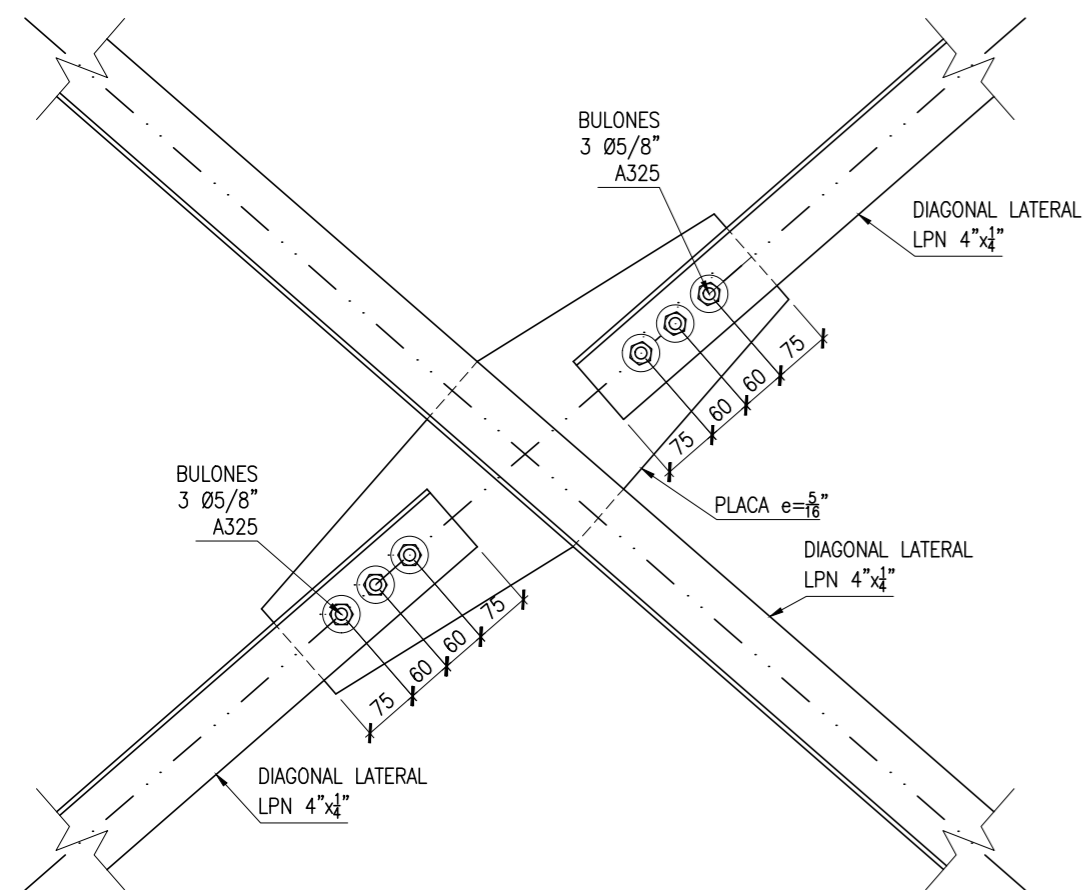
EXTREMO INFERIOR - VISTA LATERAL



EXTREMO SUPERIOR - VISTA LATERAL

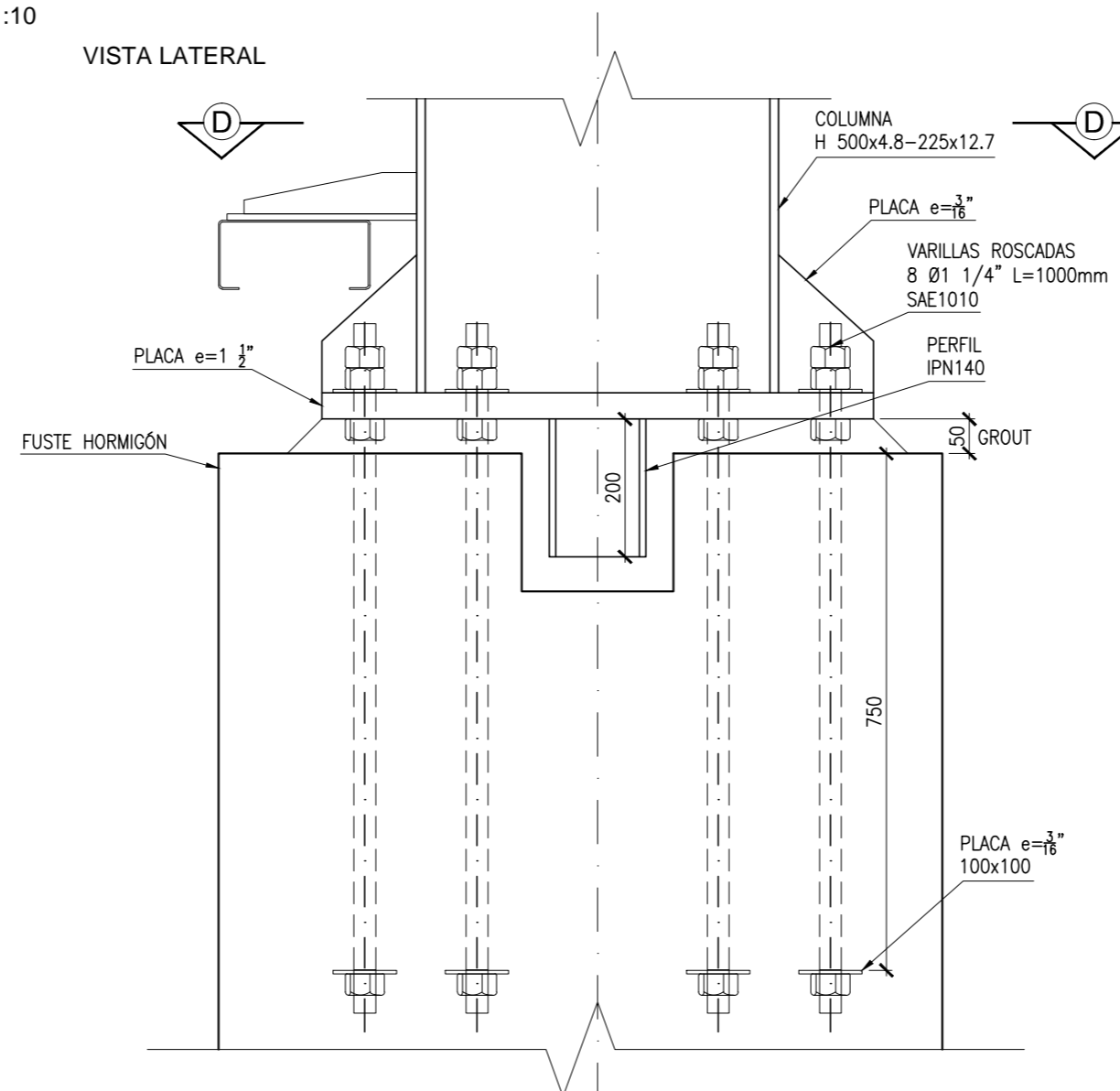


ENCUENTRO EN PUNTO MEDIO - VISTA LATERAL

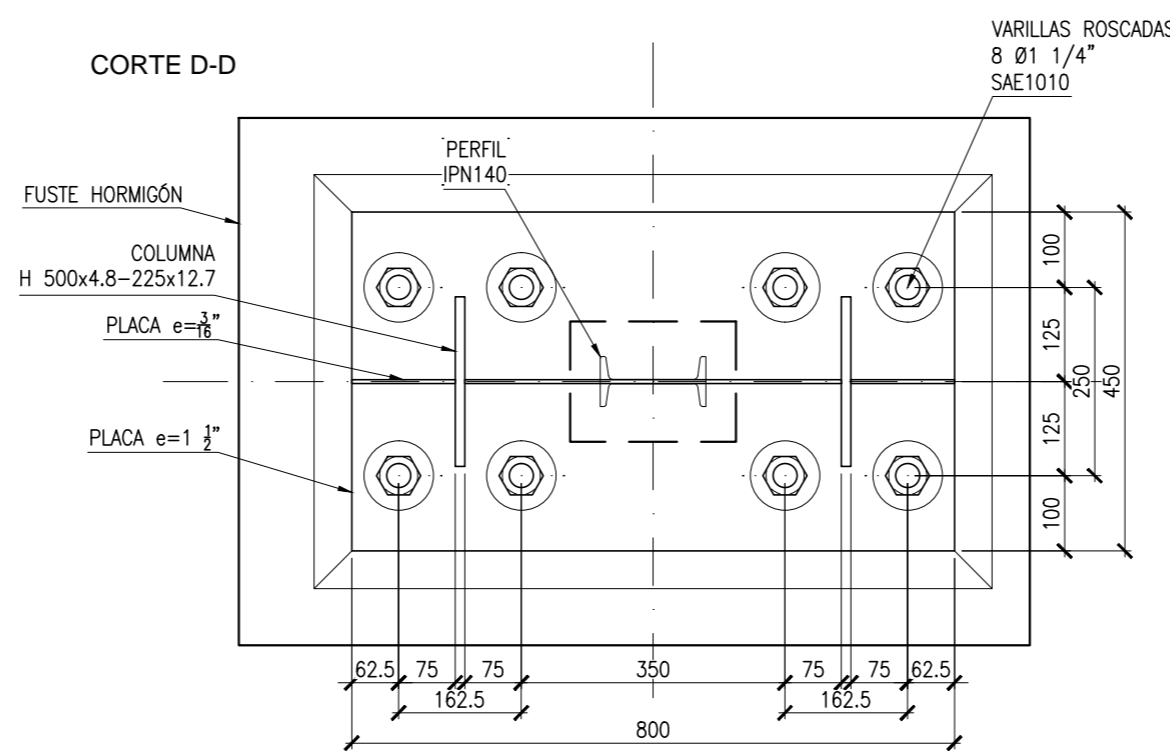


DETALLE BASE METÁLICA
ESCALA 1:10

VISTA LATERAL



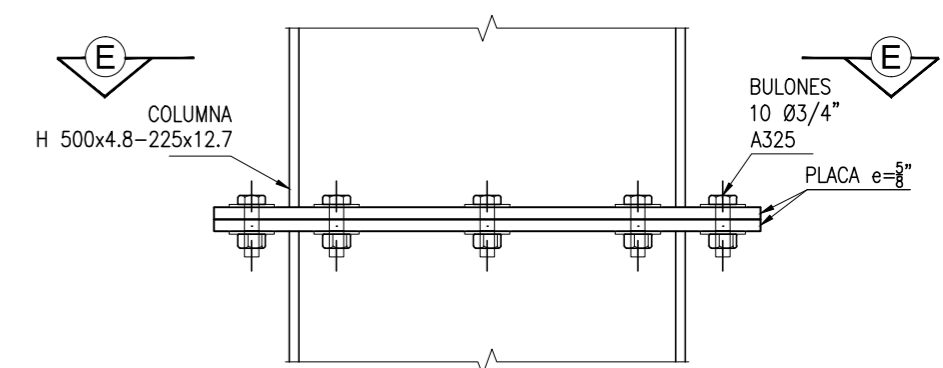
CORTE D-D



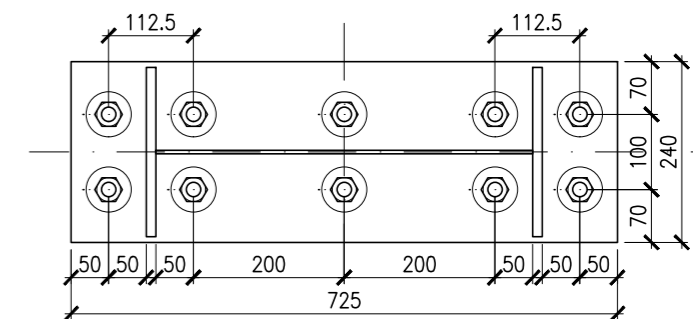
NOTA: NARIZ DE CORTE EN TODAS LAS COLUMNAS

UNIÓN FUTURA AMPLIACIÓN
ESCALA 1:10

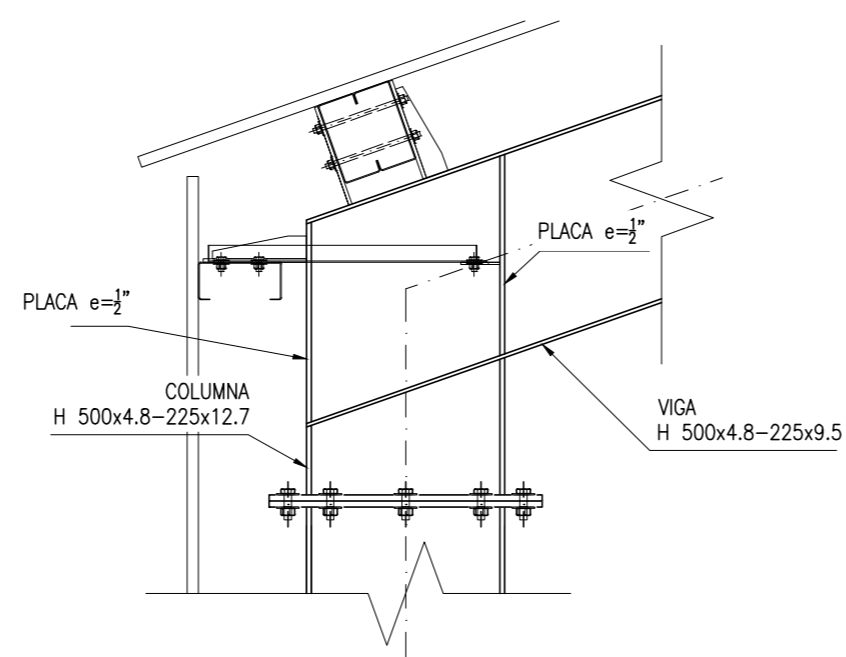
VISTA LATERAL



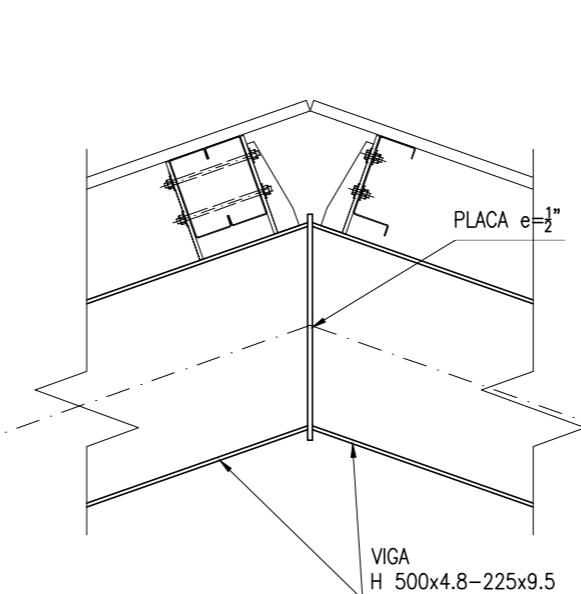
CORTE E-E




UNIÓN COLUMNA - VIGA
ESCALA 1:10



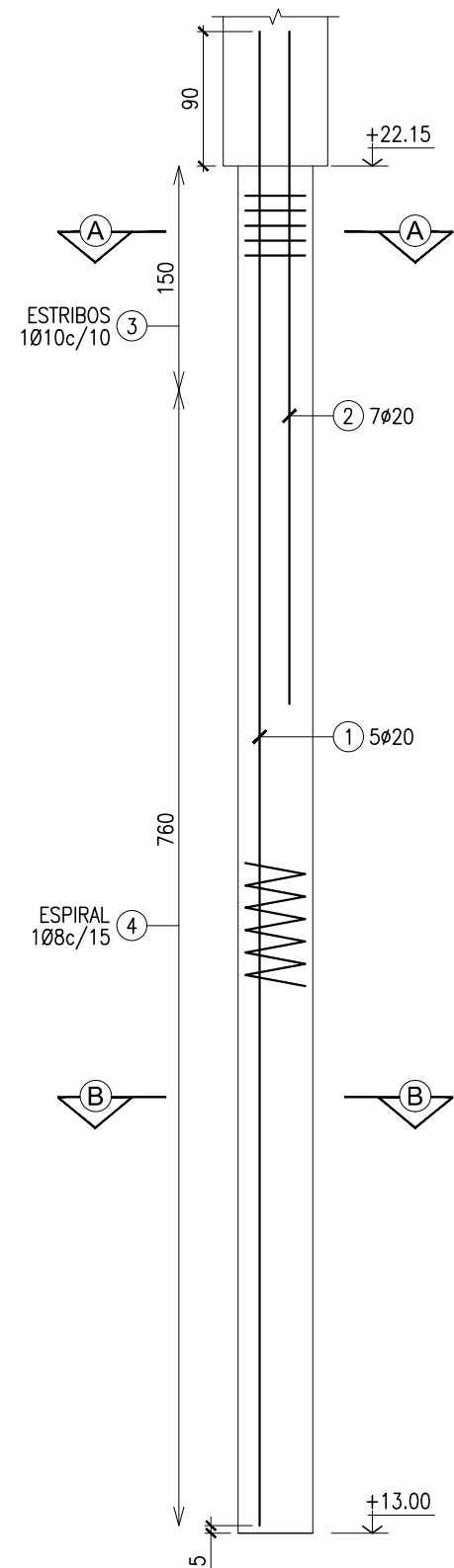
UNIÓN VIGA - VIGA (CUMBRERA)
ESCALA 1:10



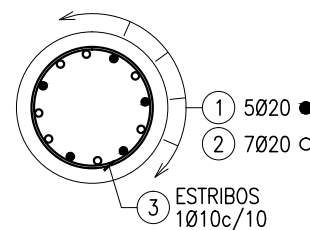
NOTAS:
- MEDIDAS EN MILÍMETROS
- VER MATERIALES EN PLANO "0"

REV	OBSERVACIONES	FECHA
0	ENTREGA FINAL	11-2024
 Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura		
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL		
DETALLES UNIONES PRINCIPALES		PLANO N°
VENERANDA, GUILLERMO B.		003
Primera emisión: 22/11/2023		
Escalas: Indicadas		

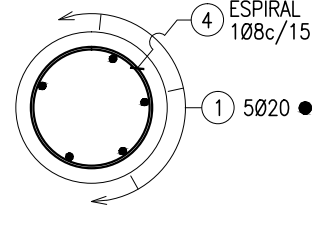
PILOTES P01 A P18 (Ø50)
 ESCALA 1:50
 CANTIDAD: 18



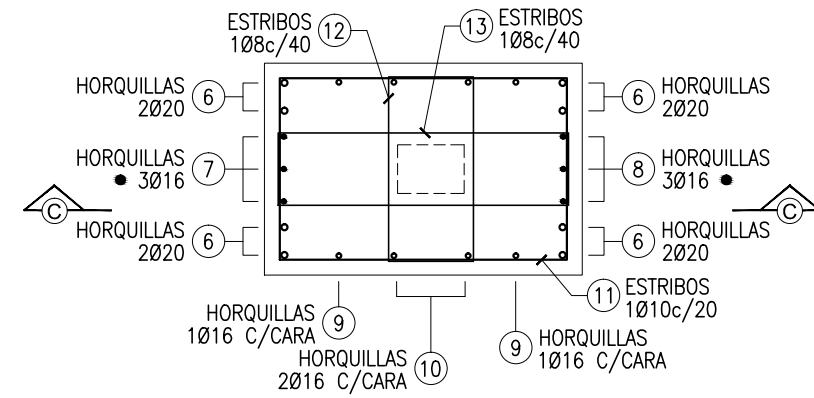
CORTE A-A
 ESCALA 1:25



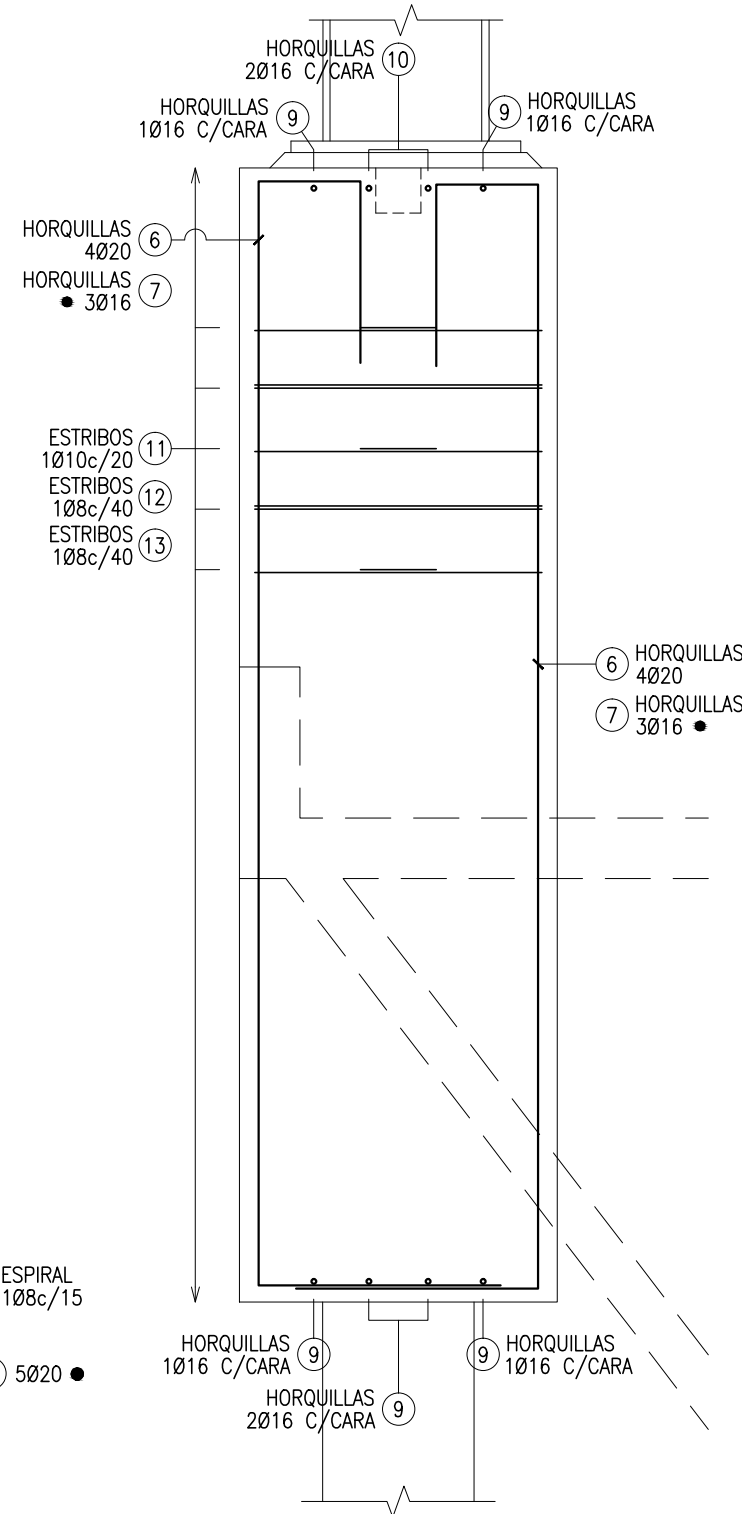
CORTE B-B
 ESCALA 1:25



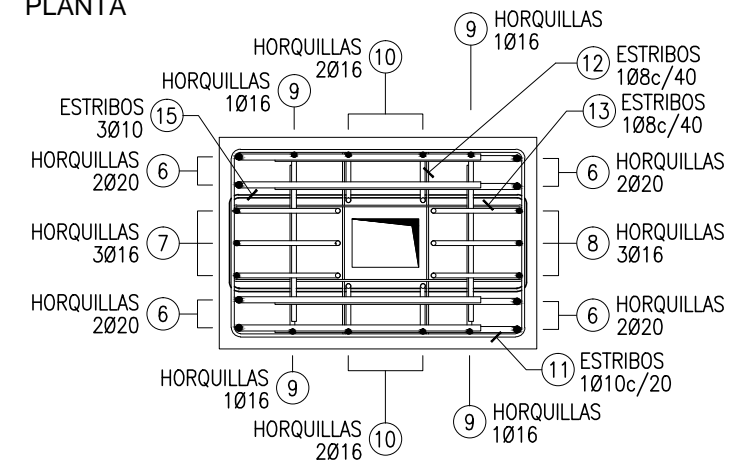
CABEZAL CAB01 A CAB18 (105x70)
 PLANTA
 ESCALA 1:25 - CANTIDAD: 18



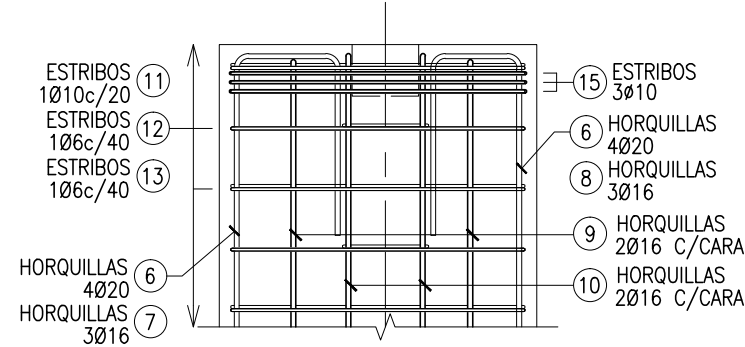
CORTE C-C



ARMADURA CAJON DE CORTE
 ESCALA 1:25
 PLANTA



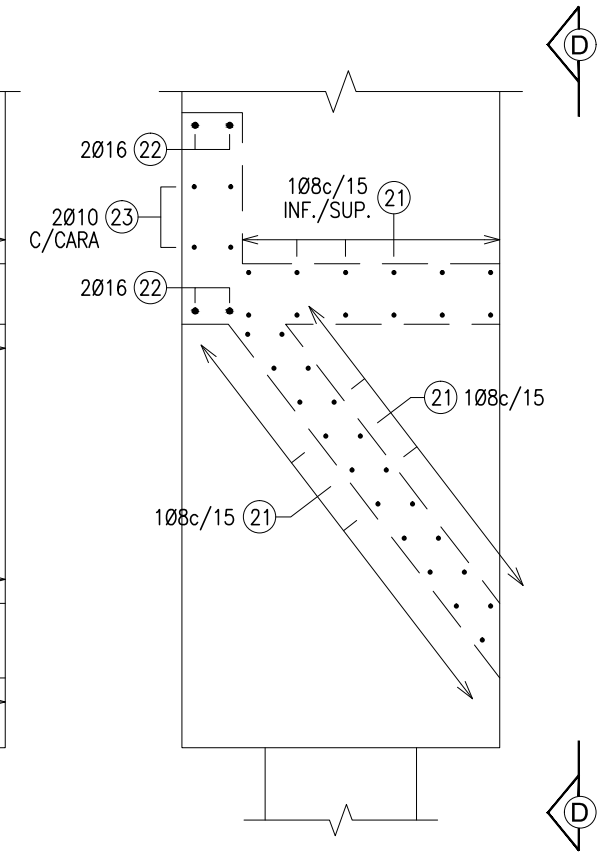
VISTA LATERAL



PELOS EN ESPERA CABEZAL
 ESCALA 1:25
 CORTE D-D





CORTE E-E



(ARMADURA DE LA DESCARGA NO INCLUIDA EN EL ALCANCE DE ESTE TRABAJO)

NOTAS:

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL ±0.00 DE PROYECTO
- MEDIDAS Y PROGRESIVA EN CENTÍMETROS
- RECUBRIMIENTO MÍNIMO:
 - EN CONTACTO CON EL SUELO 5cm
 - RESTO 3cm
- VER MATERIALES EN PLANO "0"

REV	OBSERVACIONES	FECHA
0	ENTREGA FINAL	11-2024
 Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura 		
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL		
ARMADURA FUNDACIONES		PLANO N°
VENERANDA, GUILLERMO B.		004
Primera emisión: 22/11/2023		
Escala: Indicadas		