$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$	:	*33.61*	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}$	:	*58.12*	kN·m
	$M_{z,Ed}$	:	*0.52*	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase**	:	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$	:	*1639.52*	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,}$	:	*210.65*	kN·m
	$M_{pl,Rd,}$	:	*40.25*	kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A**	:	*62.60*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$	:	*804.30*	cm³
	$W_{pl,z}$	:	*153.70*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*261.9*	MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*275.0*	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	:	*1.05*	

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,E}}{\chi_y \cdot N}$$

k_y : *1.01*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,}}{\chi_z \cdot N}$$

k_z : *1.01*

$$\mathbf{k_{y,LT}} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_c}{\chi_z \cdot I}$$

$k_{y,LT}$: *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$	:	*1.00*	
	$C_{m,z}$	:	*1.00*	
	$C_{m,LT}$	:	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	:	*0.86*	
	χ_z	:	*0.88*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	χ_{LT}	:	*0.37*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$	:	*0.67*	
	$\bar{\lambda}_z$	:	*0.51*	
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	:	*0.60*	
	α_z	:	*0.60*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **3.294** ≤ **19.045**

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *32.32* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *373.67* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq$$ η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.02* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot$$ $M_{T,Rd}$: *3.70* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *24.48* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq$$ η : ***0.017*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N12, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *6.44* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot$$ $V_{pl,T,Rd}$: *373.67* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *374.25* kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.6* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,E}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.48* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq$$

η : ***0.004*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.418 m del nudo N12, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.13* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.02* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot$$

$V_{pl,T,Rd}$: *597.36* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *598.42* kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.7* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,E}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.48* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

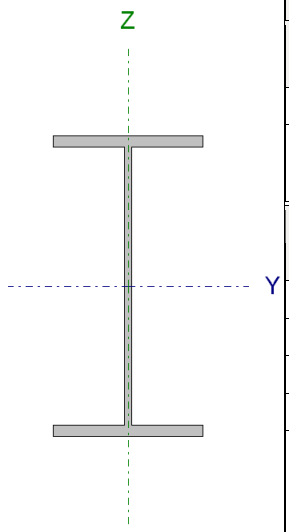
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

7.6.6.5 PERFIL IPE 240

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud(m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área(cm²)	$I_{y(1)}$ (cm4)	$I_{z(1)}$ (cm4)	$I_{t(2)}$ (cm4)
N19	N28	5.194	39.10	3892.00	283.60	12.88

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

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.24	1.20	0.30	1.00
L_K	1.227	6.248	1.570	5.194
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N}}$$

$\bar{\lambda}$: ***0.93*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *39.10* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.0* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *1245.91* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2066.70* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3907.03* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *1245.91* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot}{L_{kt}^2} \right.$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	:	*3892.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	:	*283.60*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	:	*12.88*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w	:	*37390.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G	:	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	:	*6.248*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	:	*1.227*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	:	*5.194*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	:	*10.33*	cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	:	*9.98*	cm
	i_z	:	*2.69*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0	:	*0.00*	mm
	z_0	:	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

35.55 ≤ 246.95 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w	:	*220.40*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*6.20*	mm
A_w: Área del alma.	A_w	:	*13.66*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,e}$	:	*11.76*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	:	*275.0*	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq$$

η : **0.012** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *11.82* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y$$

$N_{t,Rd}$: *1024.05* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *39.10* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq$$

η : **0.008** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq$$

η : **0.012** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.099 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *7.87* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y$$

$N_{c,Rd}$: *1024.05* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *39.10* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f$$

$N_{b,Rd}$: 657.97 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 275.0 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq$$

χ_y : 0.84

χ_z : 0.87

χ_T : 0.64

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\right.\right.$$

ϕ_y : 0.81

ϕ_z : 0.69

ϕ_T : 1.06

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

α_T : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: 0.72

$\bar{\lambda}_z$: 0.52

$\bar{\lambda}_T$: 0.93

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1245.91 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 2066.70 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 3907.03 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: 1245.91 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq$$

η : **0.120** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq$$

η : **0.277** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed+} : *2.69* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed-} : *11.53* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f$$

$M_{c,Rd}$: *96.01* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *366.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M^{+}_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W^{+}_{pl,y} \cdot$$

$M_{b,Rd+}$: *86.70* kN·m

$$M^{-}_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W^{-}_{pl,y} \cdot$$

$M_{b,Rd-}$: *41.66* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *366.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi^2_{LT} - \bar{\lambda}^2_{LT}}}$$

χ_{LT+} : *0.90*

χ_{LT-} : *0.43*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2 \right) + \right.$$

ϕ_{LT+} : *0.70*

ϕ_{LT-} : *1.56*

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : *0.21*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^{+}$: *0.56*

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^{-}$: *1.37*

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$\mathbf{M_{cr}^{+}}$: *316.42* kN·m

$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: *53.86* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral $\mathbf{M_{cr}}$ se determina según la teoría de la elasticidad:

$$\mathbf{M_{cr}} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

$\mathbf{M_{LTv}}$: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTv}} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E}$$

$\mathbf{M_{LTv}^{+}}$: *157.73* kN·m

$\mathbf{M_{LTv}^{-}}$: *47.68* kN·m

$\mathbf{M_{LTw}}$: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTw}} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1$$

$\mathbf{M_{LTw}^{+}}$: *274.31* kN·m

$\mathbf{M_{LTw}^{-}}$: *25.06* kN·m

Siendo:

$\mathbf{W_{el,y}}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. — $\mathbf{W_{el,y}}$: *324.33* cm³

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — $\mathbf{I_z}$: *283.60* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. — $\mathbf{I_t}$: *12.88* cm4

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. — $\mathbf{E}$: *210000* MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. — $\mathbf{G}$: *81000* MPa

$\mathbf{L_c^{+}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — $\mathbf{L_c^{+}}$: *1.570* m

$\mathbf{L_c^{-}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — $\mathbf{L_c^{-}}$: *5.194* m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{i_{f,z}}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$\mathbf{i_{f,z}^{+}}$: *3.17* cm

$\mathbf{i_{f,z}^{-}}$: *3.17* cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq$$

η : ***0.223*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

M_{Ed+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed+} : *4.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

M_{Ed-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed-} : *4.32* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f$$ $M_{c,Rd}$: *19.36* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *73.92* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

<u>Resistencia a corte Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq$$ η : ***0.056*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.099 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *12.52* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: *225.00* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.88* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *240.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *6.20* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot$$ **35.55** < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : *35.55*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_{...}}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. — ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. — f_{ref} : *235.0* MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.0* MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq$$ η : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.099 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *2.75* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_y}{\sqrt{}}$$ $V_{c,Rd}$: *384.61* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *25.44* cm²

$$A_V = A - d \cdot t$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. — A : *39.10* cm²

d: Altura del alma. — d : *220.40* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *6.20* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,R}}{2} \qquad \mathbf{1.276} \leq \mathbf{11.468}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *12.52* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *225.00* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,R}}{2} \qquad \mathbf{0.281} \leq \mathbf{19.603}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.75* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *384.61* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd}}$$ **η** : ***0.313*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z}}{W_z}$$ **η** : ***0.381*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z}}{W_{pl}}$$ **η** : ***0.460*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.064 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *3.09* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — M_{y,Ed^-} : *10.77* kN·m; M_{z,Ed^-} : *3.83* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *1024.05* kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,}$: *96.01* kN·m; $M_{pl,Rd,}$: *19.36* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *39.10* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *366.60* cm³; $W_{pl,z}$: *73.92* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *261.9* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.0* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,E}}{\chi_y \cdot N}$$

k_y : *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,}}{\chi_z \cdot N}$$

k_z : *1.00*

$$\mathbf{k_{y,LT}} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_c}{\chi_z \cdot I}$$

$k_{y,LT}$: *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*; $C_{m,LT}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : *0.84*; χ_z : *0.87*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. — χ_{LT} : *0.43*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: *0.72*; $\bar{\lambda}_z$: *0.52*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : *0.60*; α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad \mathbf{1.276} \leq \mathbf{11.360}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *12.52* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *222.88* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.326 m del nudo N19, para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.05* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot$$

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *1.99* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *13.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *261.9* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,T,Rd}} \leq$$

η : ***0.025*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.099 m del nudo N19, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *5.48* kN

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.05* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot$$

$V_{pl,T,Rd}$: 222.88 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 225.00 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 3.5 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_T}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 13.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq$$

η : **0.004** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.326 m del nudo N19, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.34 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.05 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot$$

$V_{pl,T,Rd}$: 380.70 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 384.61 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 3.8 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_T}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 13.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

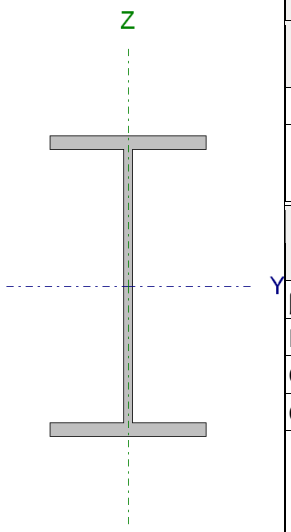
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

7.6.6.6 PERFIL IPE 140

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud(m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área(cm²)	$I_{y(1)}$ (cm4)	$I_{z(1)}$ (cm4)	$I_{t(2)}$ (cm4)
N4	N9	4.670	16.40	541.20	44.92	2.45

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

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.50	0.50	0.50	0.50
L_K	2.335	2.335	2.335	2.335
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N}}$$

$\bar{\lambda}$: ***1.63*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.0* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *170.76* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2057.33* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *170.76* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *765.88* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot}{L_{kt}^2} \right.$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	:	541.20 cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	:	44.92 cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	:	2.45 cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w	:	1980.00 cm6
E: Módulo de elasticidad.	E	:	210000 MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G	:	81000 MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	:	2.335 m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	:	2.335 m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	:	2.335 m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	:	5.98 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	:	5.74 cm
	i_z	:	1.66 cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0	:	0.00 mm
	z_0	:	0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

26.85 ≤ 248.60 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w	:	126.20 mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	4.70 mm
A_w: Área del alma.	A_w	:	5.93 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,e}$	:	5.04 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	:	0.30
E: Módulo de elasticidad.	E	:	210000 MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	:	275.0 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq$$ η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *10.11* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y$$ $N_{t,Rd}$: *429.52* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *16.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq$$ η : **0.011** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq$$ η : **0.037** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *4.78* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y$$ $N_{c,Rd}$: *429.52* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f$$

$N_{b,Rd}$	:	*128.86*	kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A	:	*16.40*	cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*261.9*	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*275.0*	MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1}	:	*1.05*	

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq$$

χ_y	:	*0.93*	
χ_z	:	*0.30*	
χ_T	:	*0.74*	

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\right.\right.$$

ϕ_y	:	*0.64*	
ϕ_z	:	*2.06*	
ϕ_T	:	*0.89*	

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y	:	*0.21*	
α_z	:	*0.34*	
α_T	:	*0.34*	

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$	:	*0.47*	
$\bar{\lambda}_z$	:	*1.63*	
$\bar{\lambda}_T$	:	*0.77*	

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr}	:	*170.76*	kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$	:	*2057.33*	kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$	:	*170.76*	kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$	:	*765.88*	kN

<u>Resistencia a flexión eje Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq$$

η	:	***0.331***	✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq$$

η	:	***0.534***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

M_{Ed^+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed^+} : *7.36* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

M_{Ed^-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed^-} : *7.66* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f$$

$M_{c,Rd}$: *23.14* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *88.34* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot$$

$M_{b,Rd}$: *14.34* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *88.34* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}}$$

χ_{LT} : *0.62*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2 \right) + \right.$$

ϕ_{LT} : *1.16*

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f}{M_{cr}}}$$

$\overline{\lambda}_{LT}$: *1.07*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : *21.40* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral $\mathbf{M_{cr}}$ se determina según la teoría de la elasticidad:

$$\mathbf{M_{cr}} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

$\mathbf{M_{LTv}}$: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTv}} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E}$$

$\mathbf{M_{LTv}}$: *18.41* kN·m

$\mathbf{M_{LTw}}$: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTw}} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1$$

$\mathbf{M_{LTw}}$: *10.92* kN·m

Siendo:

$\mathbf{W_{el,y}}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. — $\mathbf{W_{el,y}}$: *77.31* cm³

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — $\mathbf{I_z}$: *44.92* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. — $\mathbf{I_t}$: *2.45* cm4

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. — $\mathbf{E}$: *210000* MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. — $\mathbf{G}$: *81000* MPa

$\mathbf{L_c^+}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — $\mathbf{L_c^+}$: *2.335* m

$\mathbf{L_c^-}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — $\mathbf{L_c^-}$: *2.335* m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{i_{f,z}}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. — $\mathbf{i_{f,z}^+}$: *1.93* cm; $\mathbf{i_{f,z}^-}$: *1.93* cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq$$

η : ***0.374*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *1.89* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *1.81* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.04 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: 19.25 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq$$

η : **0.036** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.560 m del nudo N4, para la combinación de acciones G+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 3.61 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_y}{\sqrt{}}$$

$V_{c,Rd}$: 99.50 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 6.58 cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. — h : 140.00 mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : 4.70 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot$$

26.85 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *26.85*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_{...}}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.0* MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{...Rd}} \leq$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.051 m del nudo N4, para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.88* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_y}{\sqrt{...}}$$

$V_{c,Rd}$: *158.30* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *10.47* cm²

$$A_V = A - d \cdot t$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *16.40* cm²

d: Altura del alma. d : *126.20* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *4.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *261.9* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.0* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,R}}{2} \qquad 0.364 \leq 5.071$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.57* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *99.50* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,R}}{2} \qquad 0.085 \leq 8.068$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.83* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *158.30* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd}} \qquad \eta : \mathbf{0.435}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z}}{W_{pl}} \qquad \eta : \mathbf{0.586}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z}}{W_{pl}} \qquad \eta : \mathbf{0.637}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones G+SX-0.3·SY.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *1.14* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed^+} : *7.36* kN·m; M_{z,Ed^+} : *0.58* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: *429.52* kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,}$: *23.14* kN·m; $M_{pl,Rd,}$: *5.04* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,E}}{\chi_y \cdot N}$$

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,}}{\chi_z \cdot N}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_c}{\chi_z \cdot N}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

A	:	*16.40*	cm²
$W_{pl,y}$	:	*88.34*	cm³
$W_{pl,z}$	:	*19.25*	cm³
f_{yd}	:	*261.9*	MPa
f_y	:	*275.0*	MPa
γ_{M1}	:	*1.05*	
k_y	:	*1.00*	
k_z	:	*1.01*	
$k_{y,LT}$	:	*1.00*	
$C_{m,y}$	:	*1.00*	
$C_{m,z}$	:	*1.00*	
$C_{m,LT}$	:	*1.00*	
χ_y	:	*0.93*	
χ_z	:	*0.30*	
χ_{LT}	:	*0.62*	
$\bar{\lambda}_y$	:	*0.47*	
$\bar{\lambda}_z$	:	*1.63*	
α_y	:	*0.60*	
α_z	:	*0.60*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones G-SX-0.3·SY.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad \mathbf{0.364} \leq \mathbf{5.071}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{Ed,z}$	:	*3.57*	kN
$V_{c,Rd,z}$	:	*99.50*	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

7.6.7 COMPROBACION E.L.U. (RESUMIDO)

Nota: Se muestra el resumen de comprobaciones realizadas para todas las barras.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\overline{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N2	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.1 m η = 0.4	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 10.8	x: 0 m η = 29.4	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.0	η < 0.1	η = 1.6	x: 2.82 m η = 0.2	x: 1.79 m η = 0.6	**CUMPLE η = 54.0**
N3/N4	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.1 m η = 0.4	x: 0 m η = 20.9	x: 0 m η = 10.5	x: 0 m η = 40.8	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 64.2	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.82 m η = 0.5	x: 2.56 m η = 0.8	**CUMPLE η = 64.2**
N2/N25	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 3.92 m η = 1.1	x: 0.099 m η = 0.8	x: 3.92 m η = 14.6	x: 3.92 m η = 27.8	x: 3.92 m η = 4.3	x: 0.099 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.92 m η = 42.6	η < 0.1	x: 1.44 m η = 1.8	x: 0.099 m η = 1.6	x: 3.92 m η = 0.2	**CUMPLE η = 42.6**
N25/N5	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 2.6 m η = 1.2	x: 0.13 m η = 0.6	x: 0.13 m η = 8.4	x: 2.6 m η = 44.6	x: 0.13 m η = 4.0	x: 2.6 m η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.6 m η = 65.2	η < 0.1	η = 3.3	x: 0.13 m η = 1.6	x: 2.6 m η = 0.7	**CUMPLE η = 65.2**
N4/N27	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.06 m η = 1.2	x: 0.099 m η = 1.2	x: 5.06 m η = 27.7	x: 5.06 m η = 22.3	x: 0.099 m η = 5.6	x: 0.099 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.06 m η = 46.0	η < 0.1	x: 3.33 m η = 2.5	x: 0.099 m η = 2.5	x: 3.33 m η = 0.3	**CUMPLE η = 46.0**
N27/N5	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 1.45 m η = 1.2	x: 0.13 m η = 0.4	x: 0.13 m η = 8.5	x: 1.45 m η = 45.3	x: 0.13 m η = 3.8	x: 1.45 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.45 m η = 67.9	η < 0.1	x: 0.13 m η = 6.6	x: 0.13 m η = 0.8	x: 1.45 m η = 0.3	**CUMPLE η = 67.9**
N6/N7	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.06 m η = 1.2	x: 0 m η = 18.1	x: 4.06 m η = 49.9	x: 0 m η = 34.6	x: 0 m η = 13.7	x: 2.28 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.0	η < 0.1	x: 2.03 m η = 2.1	x: 2.28 m η = 2.1	x: 2.28 m η = 0.8	**CUMPLE η = 68.0**
N8/N9	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.06 m η = 1.2	x: 0 m η = 18.1	x: 4.06 m η = 49.9	x: 0 m η = 48.1	x: 0 m η = 13.7	x: 2.28 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.1	η < 0.1	x: 1.27 m η = 2.1	x: 2.54 m η = 2.1	x: 2.28 m η = 1.2	**CUMPLE η = 68.1**
N7/N10	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 6.65 m η = 1.6	x: 0.11 m η = 3.6	x: 0.11 m η = 74.2	x: 6.65 m η = 26.6	x: 0.11 m η = 8.6	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 78.2	η < 0.1	η = 0.6	x: 0.11 m η = 1.7	x: 1.42 m η = 0.3	**CUMPLE η = 78.2**
N9/N10	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 6.65 m η = 1.6	x: 0.11 m η = 3.6	x: 0.11 m η = 74.2	x: 6.65 m η = 24.5	x: 0.11 m η = 8.6	x: 2.4 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 78.2	η < 0.1	x: 2.4 m η = 0.6	x: 0.11 m η = 1.8	x: 1.42 m η = 0.4	**CUMPLE η = 78.2**
N11/N12	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.06 m η = 1.2	x: 0 m η = 18.1	x: 4.06 m η = 49.9	x: 0 m η = 34.6	x: 0 m η = 13.7	x: 2.28 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.0	η < 0.1	x: 2.03 m η = 2.1	x: 2.54 m η = 2.0	x: 2.28 m η = 0.8	**CUMPLE η = 68.0**
N13/N14	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.06 m η = 1.2	x: 0 m η = 18.1	x: 4.06 m η = 49.9	x: 0 m η = 48.1	x: 0 m η = 13.7	x: 2.28 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.1	η < 0.1	x: 1.27 m η = 2.1	x: 2.79 m η = 2.1	x: 2.28 m η = 1.2	**CUMPLE η = 68.1**
N12/N15	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 6.65 m η = 1.6	x: 0.11 m η = 3.6	x: 0.11 m η = 74.2	x: 6.65 m η = 26.6	x: 0.11 m η = 8.6	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 78.2	η < 0.1	η = 0.6	x: 0.11 m η = 1.7	x: 1.42 m η = 0.4	**CUMPLE η = 78.2**
N14/N15	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 6.65 m η = 1.6	x: 0.11 m η = 3.6	x: 0.11 m η = 74.2	x: 6.65 m η = 24.5	x: 0.11 m η = 8.6	x: 2.4 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 78.2	η < 0.1	x: 2.4 m η = 0.6	x: 0.11 m η = 1.7	x: 1.42 m η = 0.4	**CUMPLE η = 78.2**
N16/N17	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.1 m η = 0.4	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 10.8	x: 0 m η = 29.4	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.0	η < 0.1	η = 1.6	x: 2.56 m η = 0.3	x: 1.79 m η = 0.6	**CUMPLE η = 54.0**
N18/N19	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 4.1 m η = 0.4	x: 0 m η = 20.9	x: 0 m η = 10.5	x: 0 m η = 40.8	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 64.2	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.56 m η = 0.4	x: 2.56 m η = 0.9	**CUMPLE η = 64.2**
N17/N26	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 3.92 m η = 1.1	x: 0.099 m η = 0.8	x: 3.92 m η = 14.6	x: 3.92 m η = 27.8	x: 3.92 m η = 4.3	x: 0.099 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.92 m η = 42.6	η < 0.1	x: 1.44 m η = 1.8	x: 0.099 m η = 1.6	x: 3.92 m η = 0.2	**CUMPLE η = 42.6**
N26/N20	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 2.6 m η = 1.2	x: 0.13 m η = 0.6	x: 0.13 m η = 8.4	x: 2.6 m η = 44.6	x: 0.13 m η = 4.0	x: 2.6 m η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.6 m η = 65.2	η < 0.1	η = 3.3	x: 0.13 m η = 1.5	x: 2.6 m η = 0.7	**CUMPLE η = 65.2**
N19/N28	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.06 m η = 1.2	x: 0.099 m η = 1.2	x: 5.06 m η = 27.7	x: 5.06 m η = 22.3	x: 0.099 m η = 5.6	x: 0.099 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.06 m η = 46.0	η < 0.1	x: 3.33 m η = 2.5	x: 0.099 m η = 2.5	x: 3.33 m η = 0.4	**CUMPLE η = 46.0**
N28/N20	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 1.45 m η = 1.2	x: 0.13 m η = 0.4	x: 0.13 m η = 8.5	x: 1.45 m η = 45.3	x: 0.13 m η = 3.8	x: 1.45 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.45 m η = 67.9	η < 0.1	x: 0.13 m η = 6.6	x: 0.13 m η = 1.8	x: 1.45 m η = 0.4	**CUMPLE η = 67.9**
N2/N7	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.1	η = 2.9	x: 0.1 m η = 39.1	x: 4.56 m η = 31.1	x: 4.56 m η = 2.7	x: 0.936 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.56 m η = 43.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 43.3**
N7/N12	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.1	η = 1.3	x: 0.11 m η = 36.3	x: 4.56 m η = 35.5	x: 0.11 m η = 2.6	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 48.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 48.9**
N12/N17	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.1	η = 2.9	x: 4.57 m η = 39.1	x: 0.11 m η = 31.1	x: 0.11 m η = 2.7	x: 3.73 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 43.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 43.3**
N5/N10	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 3.3	η = 4.0	x: 0 m η = 31.9	x: 0 m η = 10.8	x: 4.67 m η = 1.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 34.0**
N10/N15	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 3.3	η = 2.6	x: 0 m η = 17.6	x: 4.67 m η = 3.9	x: 0 m η = 1.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 17.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 17.7**
N15/N20	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 3.3	η = 4.0	x: 4.67 m η = 31.9	x: 4.67 m η = 10.9	x: 0 m η = 1.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.67 m η = 34.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 34.0**
N4/N9	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.4	η = 3.7	x: 0.1 m η = 53.4	x: 0.1 m η = 37.4	x: 4.56 m η = 3.6	x: 2.05 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.1 m η = 63.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 63.7**
N9/N14	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.4	η = 1.5	x: 0.11 m η = 49.5	x: 0.11 m η = 34.5	x: 0.11 m η = 3.4	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 53.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 53.8**
N14/N19	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 2.4	η = 3.7	x: 4.57 m η = 53.4	x: 4.57 m η = 37.5	x: 0.11 m η = 3.6	x: 2.62 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.57 m η = 63.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 63.7**
N21/N25	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.17 m η = 0.2	x: 0 m η = 12.3	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 65.3	η = 1.1	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 79.1	η < 0.1	x: 2.59 m η = 1.5	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.8	**CUMPLE η = 79.1**
N22/N26	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.17 m η = 0.2	x: 0 m η = 12.3	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 65.3	η = 1.1	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 79.1	η < 0.1	x: 2.59 m η = 1.5	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.8	**CUMPLE η = 79.1**
N23/N27	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.48 m η = 0.2	x: 0 m η = 15.5	x: 5.48 m η = 5.7	x: 0 m η = 75.7	η = 1.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 90.3	η < 0.1	η = 1.4	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.9	**CUMPLE η = 90.3**
N24/N28	$\overline{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	x: 5.48 m η = 0.2	x: 0 m η = 15.5	x: 5.48 m η = 5.7	x: 0 m η = 75.7	η = 1.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 90.4	η < 0.1	η = 1.4	x: 5.48 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	**CUMPLE η = 90.4**

Notación:
$\overline{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

7.6.8 PLACAS DE ANCLAJE

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 36 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 18 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 11.16 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 21.54 kN Calculado: 3.26 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 15.82 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 45.2 kN Calculado: 12.38 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 120.41 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 99 kN Calculado: 3.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 59.8229 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 60.6166 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 111.482 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 104.312 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 21154	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 20938.3	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1857.94	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1706.58	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N3 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 36 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 18 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	 Máximo: 30.77 kN Calculado: 12.72 kN Máximo: 21.54 kN Calculado: 3.66 kN Máximo: 30.77 kN Calculado: 17.95 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 45.2 kN Calculado: 14.03 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 135.994 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 99 kN Calculado: 3.4 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 84.2439 MPa Calculado: 84.7647 MPa Calculado: 114.755 MPa Calculado: 108.857 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 14923.1 Calculado: 14844.3 Calculado: 1604.39 Calculado: 1994.82	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N6 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x35x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	 Máximo: 82.06 kN Calculado: 68.91 kN Máximo: 57.44 kN Calculado: 8.29 kN Máximo: 82.06 kN Calculado: 80.75 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 65.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 330.46 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 7.6 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 185.948 MPa Calculado: 185.888 MPa Calculado: 169.885 MPa Calculado: 221.582 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 896.255 Calculado: 886.53 Calculado: 8176.73 Calculado: 6411.23	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x35x5.0)

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 69.22 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 8.3 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 81.07 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 65.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 331.887 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 7.61 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 251.868 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 251.046 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 221.964 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 169.351 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 611.233	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 615.225	Cumple
-Arriba:	Calculado: 6395.65	Cumple
-Abajo:	Calculado: 8204.43	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x35x5.0)

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 68.91 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 8.29 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 80.75 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 65.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 330.46 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 7.6 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 185.889 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 185.946 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 169.885 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 221.582 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 886.47	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 896.324	Cumple
-Arriba:	Calculado: 8176.73	Cumple
-Abajo:	Calculado: 6411.23	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N13 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x35x5.0)

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 69.22 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 8.3 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 81.07 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 65.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 331.887 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 7.61 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 251.103 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 251.872 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 221.964 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 169.351 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 615.106	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 611.164	Cumple
-Arriba:	Calculado: 6395.65	Cumple
-Abajo:	Calculado: 8204.43	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N16 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 36 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 18 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 11.16 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 21.54 kN Calculado: 3.26 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 15.82 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 45.2 kN Calculado: 12.38 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 120.41 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 99 kN Calculado: 3.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 60.6151 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 59.8207 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 111.482 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 104.312 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 20939	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 21154.6	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1857.94	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1706.58	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N18 -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 36 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 18 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 12.72 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 21.54 kN Calculado: 3.66 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 17.95 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 45.2 kN Calculado: 14.03 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 135.994 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 99 kN Calculado: 3.4 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 84.7645 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 84.244 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 114.755 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 108.857 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 14844.3	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 14923.1	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1604.39	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1994.82	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N21 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 60.35 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 5.72 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 68.51 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 59.08 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 298.113 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 5.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 166.952 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 162.392 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 120.672 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 110.853 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 9232.79	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 9156.28	Cumple
-Arriba:	Calculado: 2099	Cumple
-Abajo:	Calculado: 2099	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N22 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 60.35 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 5.72 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 68.51 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 59.08 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 298.113 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 5.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 162.614 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 166.952 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 120.672 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 110.853 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 9143.23	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 9219.5	Cumple
-Arriba:	Calculado: 2099	Cumple
-Abajo:	Calculado: 2099	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N23 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

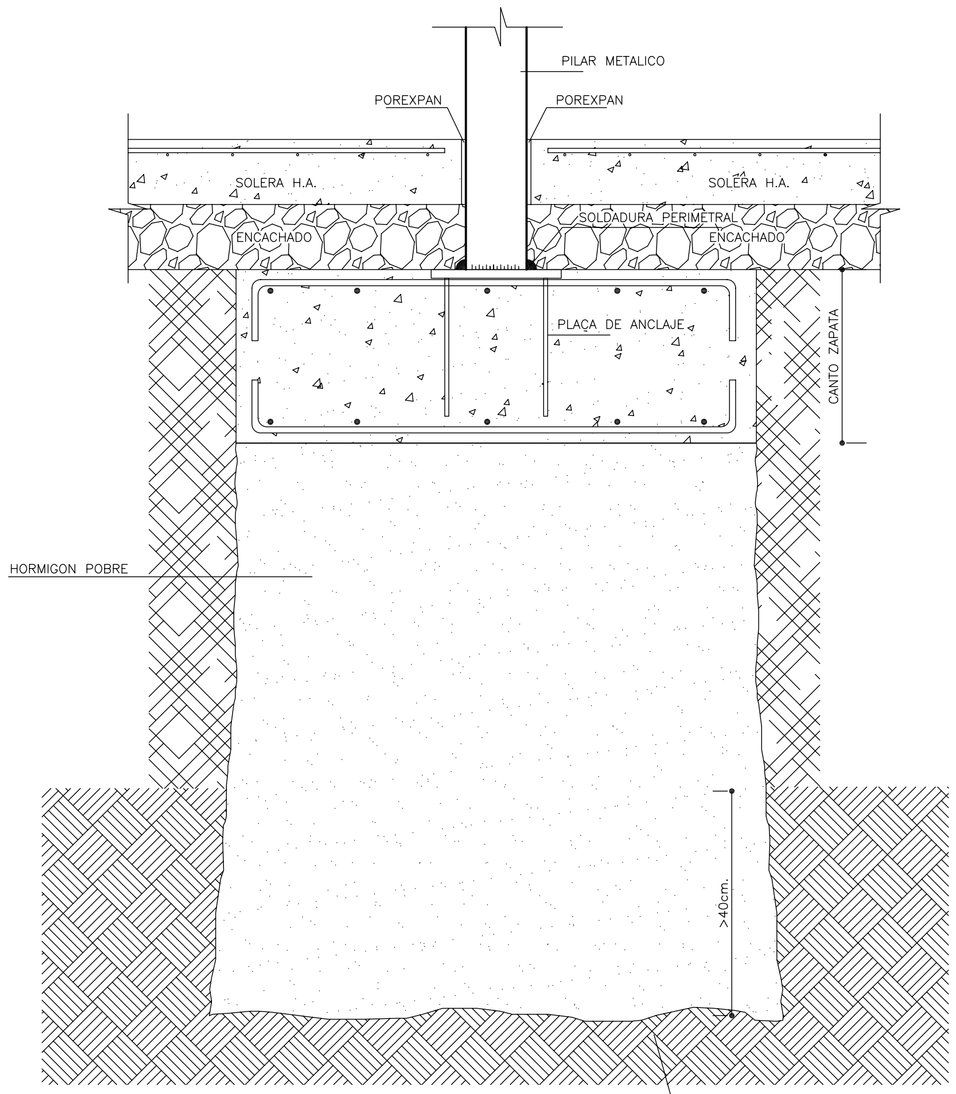
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 64.57 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 6.27 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 73.54 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 63.52 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 320.924 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 5.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 195.781 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 197.052 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 109.833 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 128.224 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 7615.63	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 7557.34	Cumple
-Arriba:	Calculado: 2027.43	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1359.07	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N24 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=60 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 42.3	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 64.57 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 57.44 kN Calculado: 6.27 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 82.06 kN Calculado: 73.54 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 63.52 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 320.924 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 5.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 197.133 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 195.862 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 109.93 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 128.224 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 7554.12	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 7612.36	Cumple
-Arriba:	Calculado: 2027.43	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1359.07	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

APÉNDICE III
PLANOS.

CROQUIS DE EMPOTRAMIENTO DE ZAPATA EN EL FIRME MEDIANTE RELLENO DE HORMIGON POBRE



NOTA: SE COMPROBARA QUE EL HORMIGON POBRE DE RELLENO, QUEDE EMPOTRADO UNA PROFUNDIDAD MAYOR DE 40 cm SOBRE EL FIRME

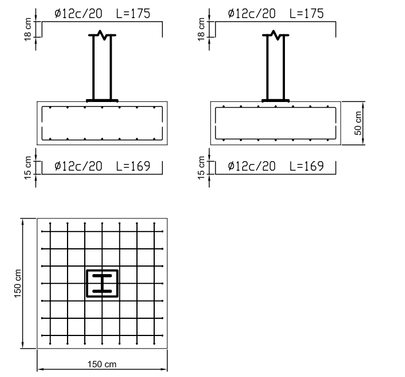
Sin Escala

NOTAS CIMENTACION

1- LA CIMENTACION SE HA CALCULADO CON UNA TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE 1,00 Kp/cm^2, AMBIENTE IIa Y SIN PRESENCIA DE SULFATOS SEGUN RECOMENDACIONES DEL INFORME GEOTECNICO. NO OBSTANTE, SE DEBERA COMPROBAR, UNA VEZ REALIZADA LA EXCAVACION QUE SE CUMPLEN LOS PARAMETROS DEL INFORME GEOTECNICO. SI NO CUMPLIERA EL TERRENO ESTAS CONDICIONES SE DEBE ESTUDIAR DE NUEVO LA CIMENTACION CON LOS NUEVOS PARAMETROS.

2- SE COMPROBARA QUE LAS ZAPATAS O EN SU DEFECTO EL HORMIGON POBRE DE RELLENO, QUEDEN EMPOTRADAS A UNA PROFUNDIDAD >40cm EN EL ESTRATO RESISTENTE.

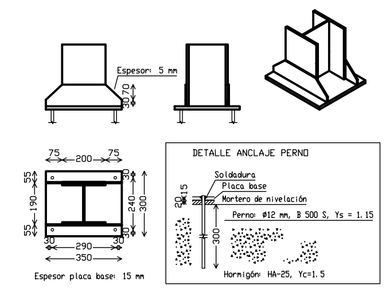
ZAPATA Z-1
150x150x50
PILAR HEA 200



Escala 1: 50

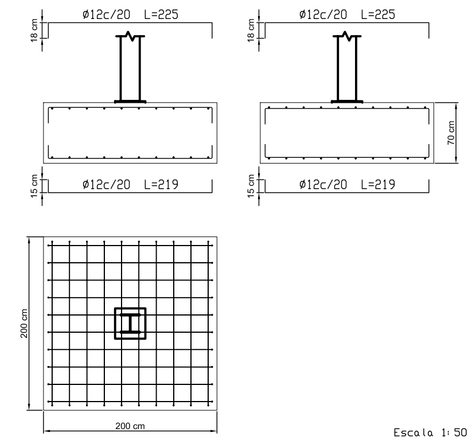
PLACA ANCLAJE
PILAR HEA 200

Dimensiones Placa 350x300x15 mm (Acero S275)
Pernos 4Ø12 mm, B500-S, Ys=1.15



Escala 1: 20

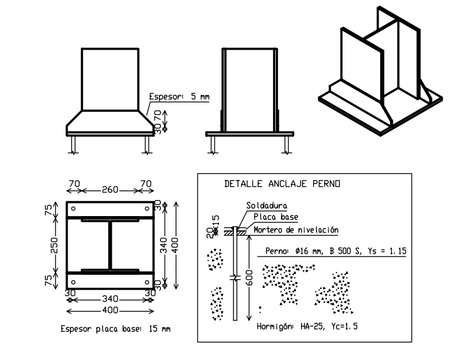
ZAPATA Z-2
200x200x70
PILAR HEA 260



Escala 1: 50

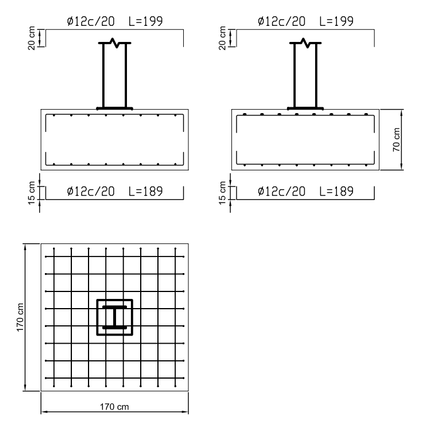
PLACA ANCLAJE
PILAR HEA 260

Dimensiones Placa 400x400x15 mm (Acero S275)
Pernos 4Ø16 mm, B500-S, Ys=1.15



Escala 1: 20

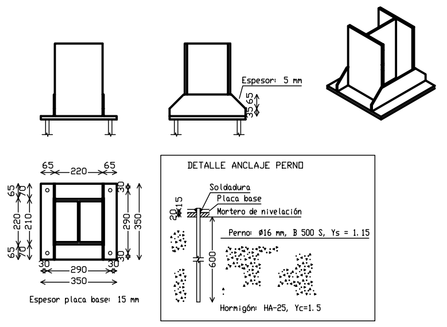
ZAPATA Z-3
170x170x70
PILAR HEA 220



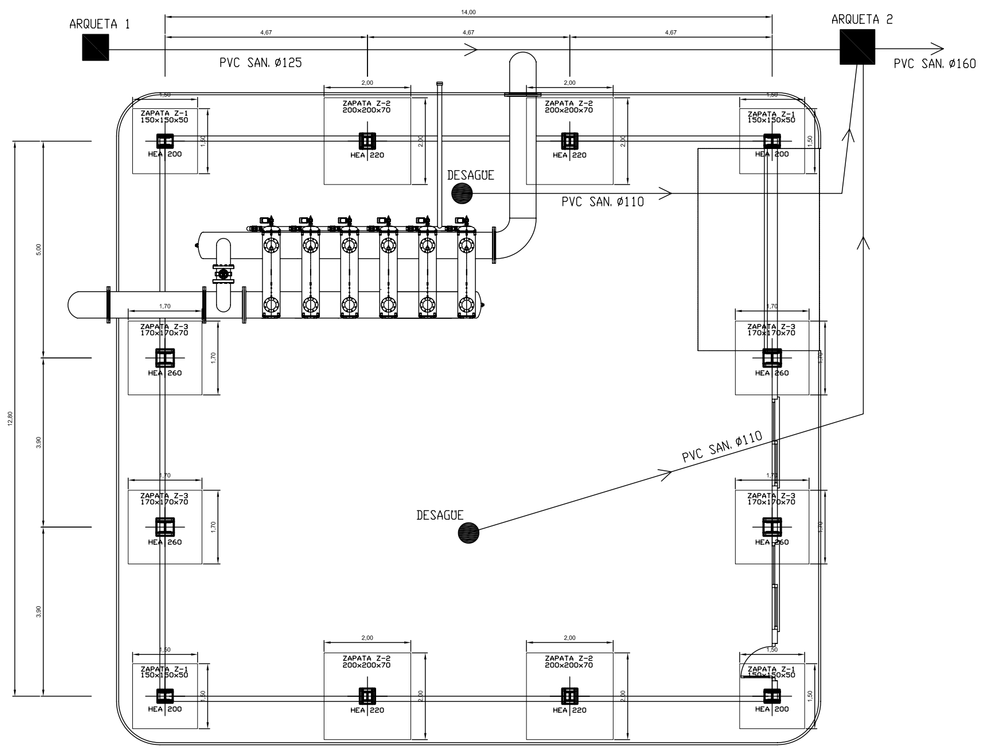
Escala 1: 50

PLACA ANCLAJE
PILAR HEA 220

Dimensiones Placa 350x350x15 mm (Acero S275)
Pernos 4Ø16 mm, B500-S, Ys=1.15

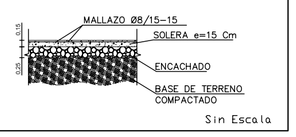


Escala 1: 20



Escala 1: 100

CROQUIS DE SOLERA



Sin Escala

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN LA NORMA EHE

		TIPO	RESISTENCIA DE PROYECTO fck (N/mm²)	CONSISTENCIA	TAMAÑO MAX. DEL ARIDO (mm)	AMBIENTE	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD yc	ys	yf	yg	ya	RECUBRIMIENTOS NOMINALES (mm)
HORMIGONES	LIMPIEZA	HL-150/B/20	15	BLANDA	40								
	CIMENTACIONES	HA-25/B/20/IIa	25	BLANDA	40	IIa	ESTADISTICO	1.5					50
		DESIGNACION	LIMITE ELASTICO fyk (N/mm²)										
ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA	B 500 S	500				NORMAL	1.15					
	CIMENTACIONES,MUROS												
	SOPORTES												
	VIGAS												
	LOSAS Y FORJADOS												

		NIVEL DE CONTROL			
CONTROL DE LA EJECUCION	IGUAL TODA LA OBRA	NORMAL		1.5	1.60
	CIMENTACIONES,MUROS				
	SOPORTES				
	VIGAS				
	LOSAS Y FORJADOS				

OBSERVACIONES: ACERO ESTRUCTURAL S275
LOS DATOS Y VALORES RELATIVOS A LA GEOMETRIA QUE FIGURAN EN LOS PLANOS DE ESTRUCTURA SE VERIFICARAN CON LOS PLANOS DE REPLANTEO, QUEDANDO A JUICIO DEL DIRECTOR DE OBRA EL RECALCULO DE ZONAS NO COINCIDENTES

Tragsatec Grupo Tragsa

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO DE LAS VEGAS DEL GUADALQUIVIR. VEGAS ALTAS. S-IV. (JAÉN)

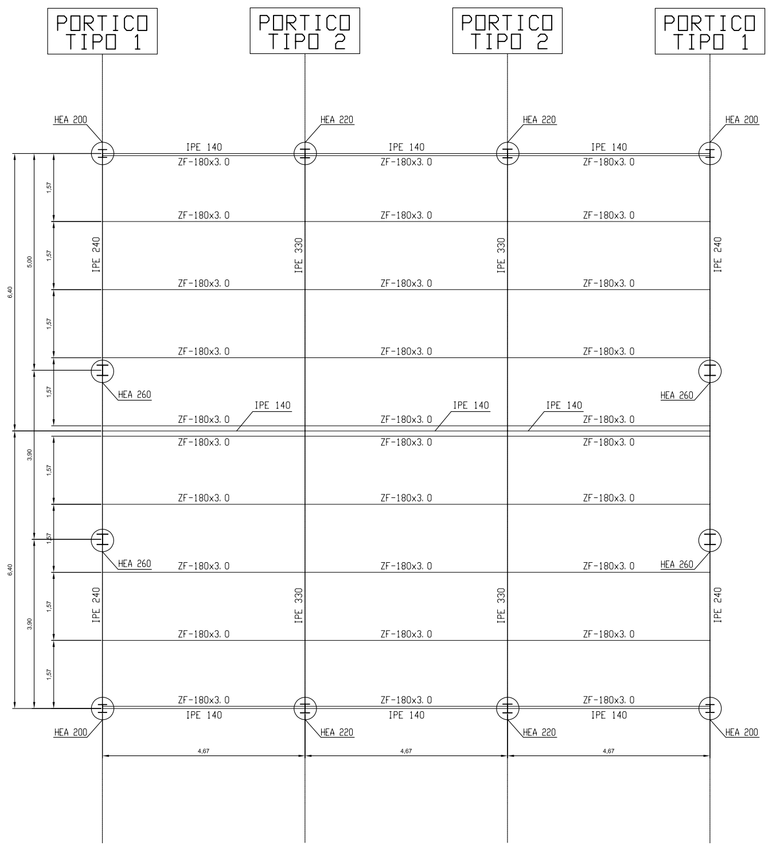
Fecha: Septiembre 2012

Escala: INDICADAS
FORMATO ORIGINAL DIN A-1

Ingeniero Autor del Anejo por TRAGSATEC:
D. José Alejandro Mayordomo Martínez
Ingeniero Agrónomo

Título del plano: ESTACIÓN DE FILTRADO
Croquis de estructuras.
Cimentación.

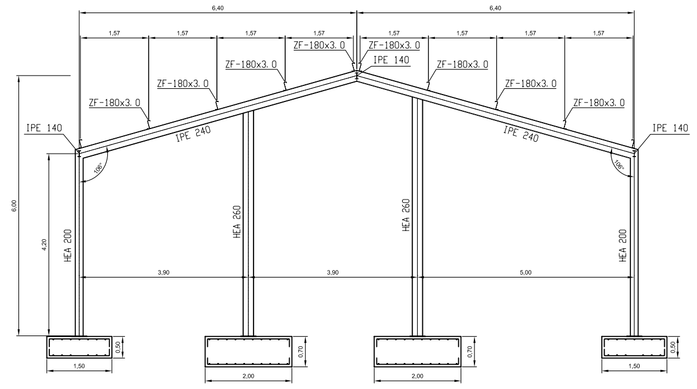
Plano nº: 4.1
Hoja nº: 1 de 2



PLANTA CUBIERTA
Escala 1/100

ALZADOS CUBIERTA
Escala 1/100

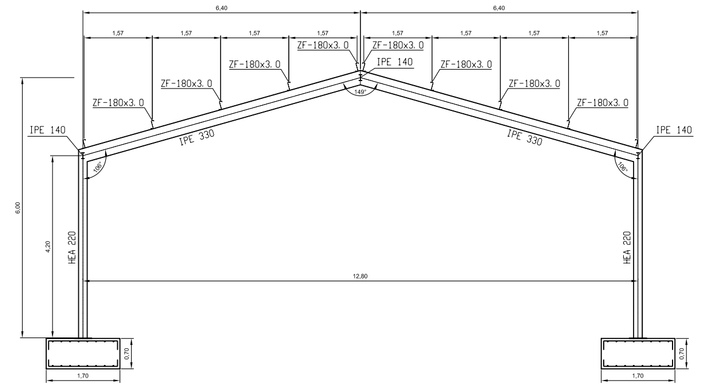
PORTICO TIPO 1



Correas en cubiertas
Tipo de Acero: S275
Tipo de perfil: ZF-180x3.0
Separación: 1.57 m.
Número de correas: 10
Peso lineal: 73.03 kg/m

Escala 1:100

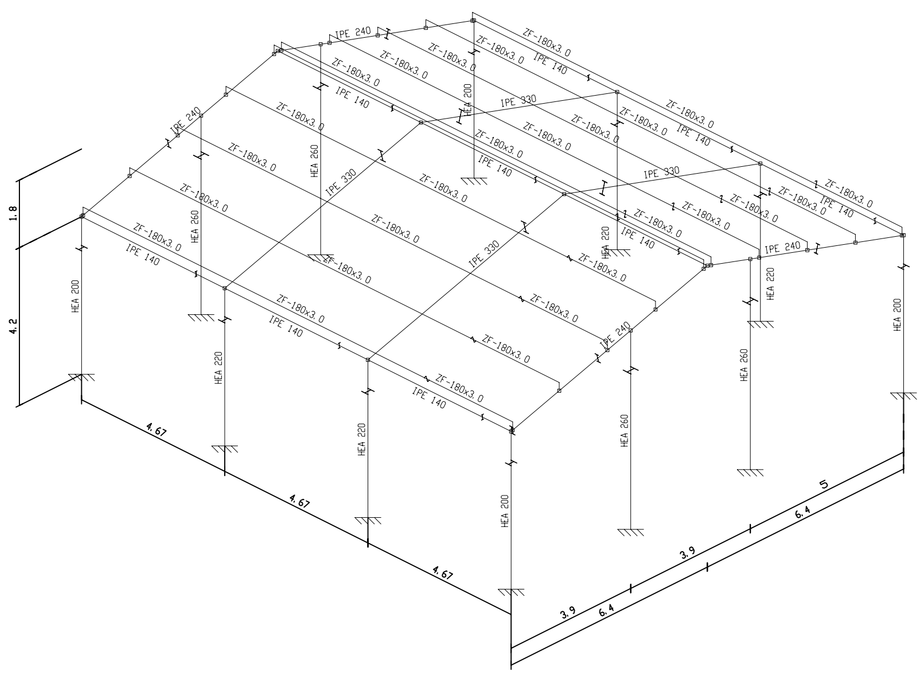
PORTICO TIPO 2

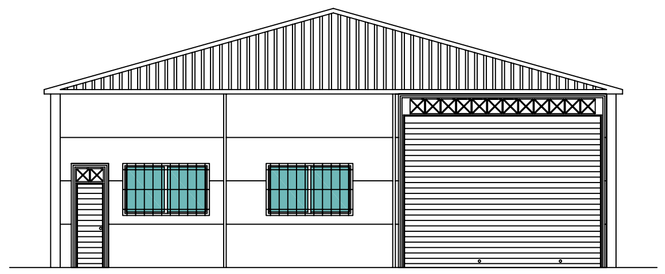


Correas en cubiertas
Tipo de Acero: S275
Tipo de perfil: ZF-180x3.0
Separación: 1.57 m.
Número de correas: 10
Peso lineal: 73.03 kg/m

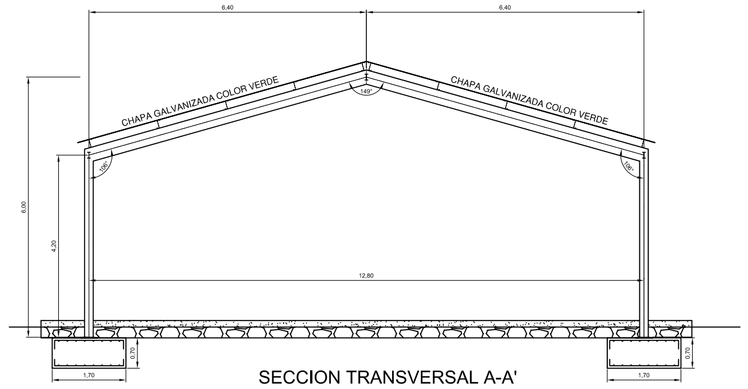
Escala 1:100

ESQUEMA DE BARRAS 3D
Sin escala

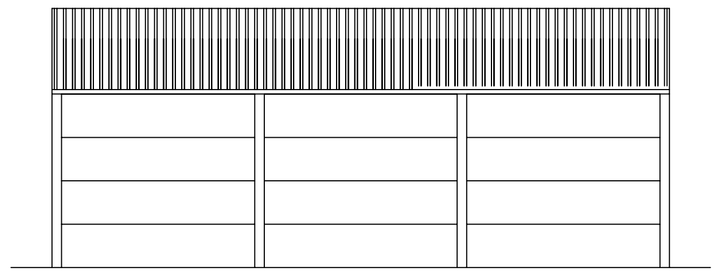




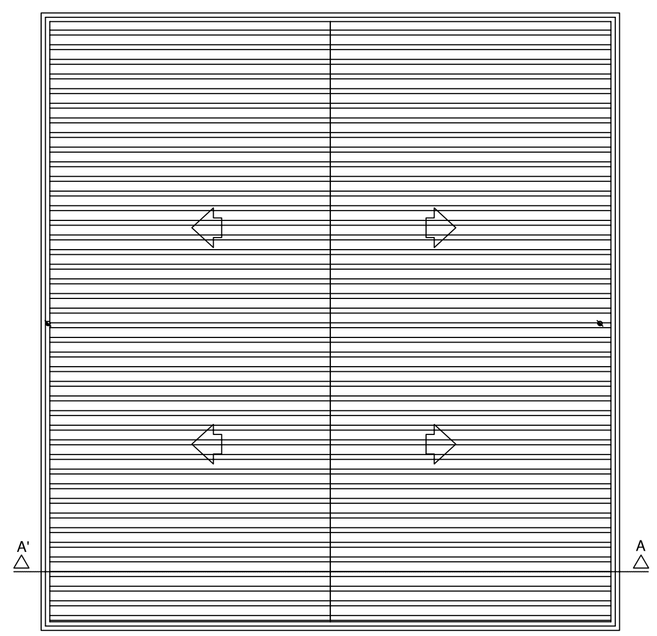
ALZADO PRINCIPAL
Escala 1/100



SECCION TRANSVERSAL A-A'
Escala 1/100



ALZADO LATERAL
Escala 1/100



PLANTA CUBIERTA
Escala 1/100

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN LA NORMA EHE

		TIPO	RESISTENCIA DE PROYECTO fck (N/mm²)	CONSISTENCIA	TAMAÑO MAX. DEL ARIDO (mm)	AMBIENTE	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD yc	ys	yf	yg	yq	RECUBRIMIENTOS NOMINALES (mm)
HORMIGONES	LIMPIEZA	HL-150/B/20	15	BLANDA	40								
	CIMENTACIONES	HA-25/B/20/IIa	25	BLANDA	40	IIa	ESTADISTICO	1.5					50
		DESIGNACION	LIMITE ELASTICO fyk (N/mm²)										
ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA	B 500 S	500				NORMAL	1.15					
	CIMENTACIONES,MUROS												
	SOPORTES												
	VIGAS												
	LOSAS Y FORJADOS												

		NIVEL DE CONTROL				
CONTROL DE LA EJECUCION	IGUAL TODA LA OBRA	NORMAL		1.5	1.60	
	CIMENTACIONES,MUROS					
	SOPORTES					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					

OBSERVACIONES: ACERO ESTRUCTURAL S275
LOS DATOS Y VALORES RELATIVOS A LA GEOMETRIA QUE FIGURAN EN LOS PLANOS DE ESTRUCTURA SE VERIFICARAN CON LOS PLANOS DE REPLANTEO, QUEDANDO A JUICIO DEL DIRECTOR DE OBRA EL RECALCULO DE ZONAS NO COINCIDENTES

Tragsatec Grupo Tragsa

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO DE LAS VEGAS DEL GUADALQUIVIR. VEGAS ALTAS. S-IV. (JAÉN)

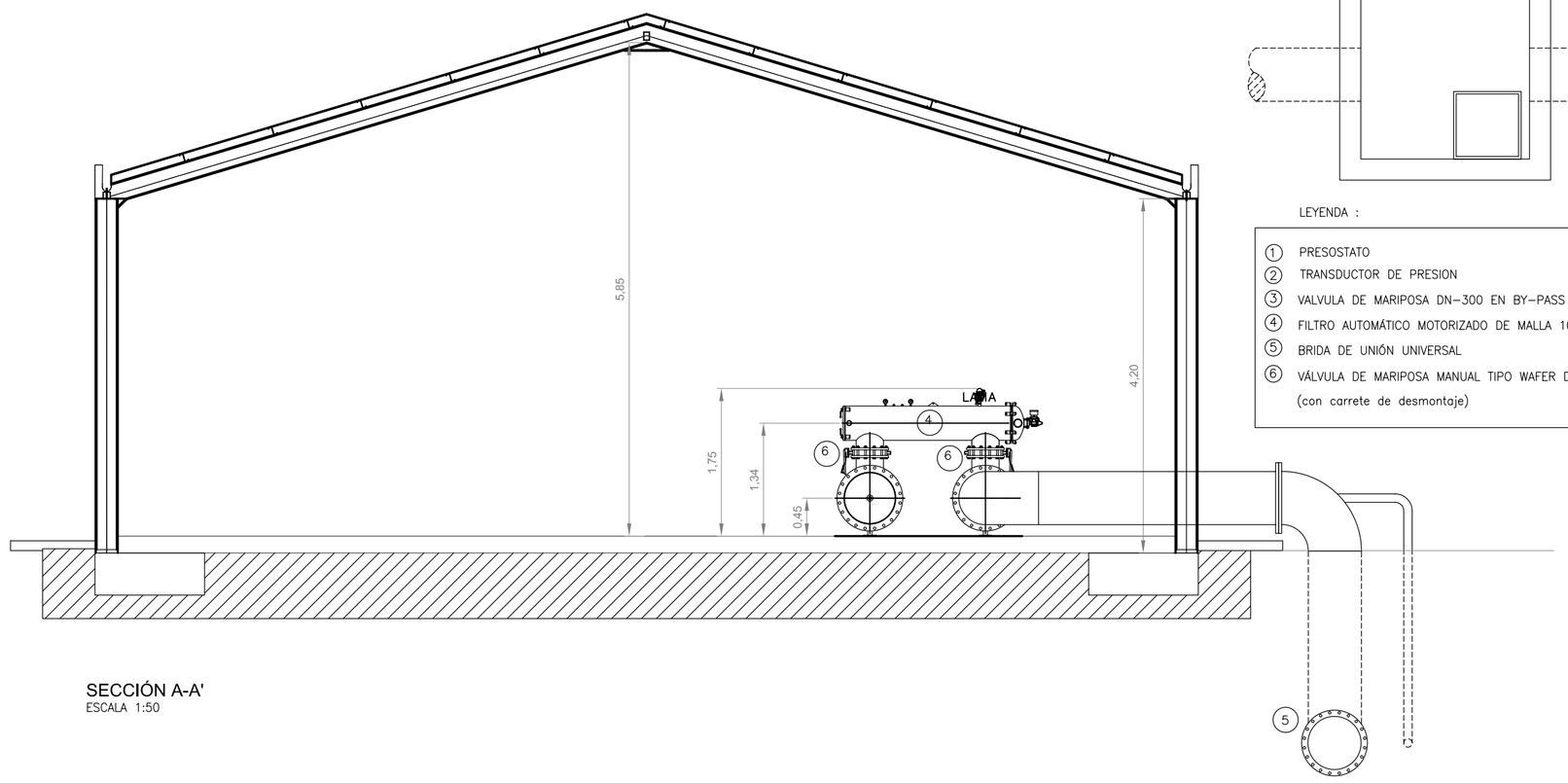
Fecha: Septiembre 2012

Escala: INDICADAS
FORMATO ORIGINAL DIN A-1

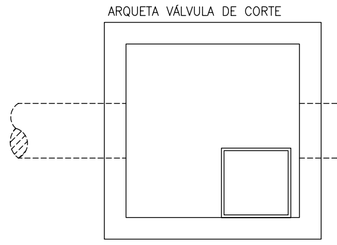
Ingeniero Autor del Anejo por TRAGSATEC:
D. José Alejandro Mayordomo Martínez
Ingeniero Agrónomo

Título del plano:
ESTACIÓN DE FILTRADO
Croquis de estructuras.
Esquema de barras. Planta de cubierta. Alzados.

Plano nº: 4.1
Hoja nº: 1 de 2



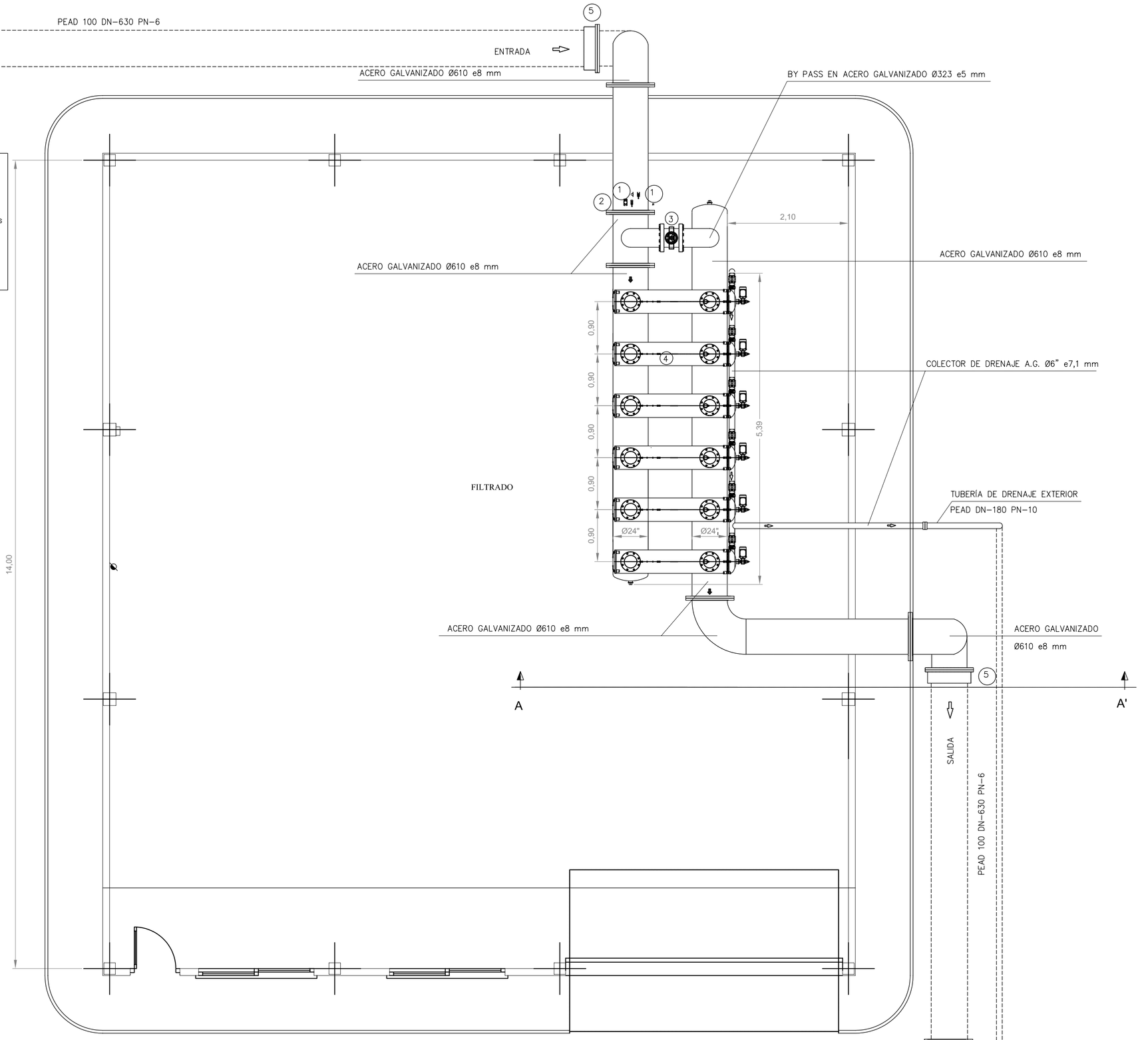
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:50



PEAD 100 DN-630 PN-6

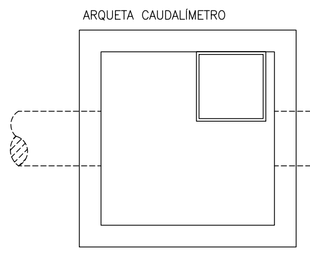
LEYENDA :

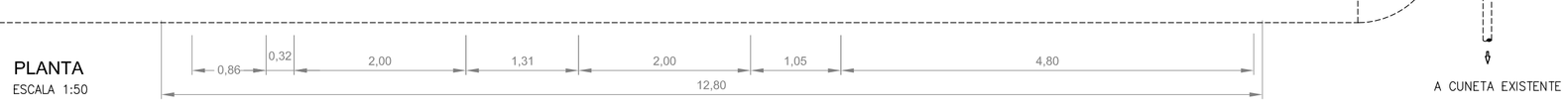
1. PRESOSTATO
2. TRANSDUCTOR DE PRESION
3. VALVULA DE MARIPOSA DN-300 EN BY-PASS
4. FILTRO AUTOMÁTICO MOTORIZADO DE MALLA 10", 115 micras
5. BRIDA DE UNIÓN UNIVERSAL
6. VÁLVULA DE MARIPOSA MANUAL TIPO WAFER DN-300 (con carrete de desmontaje)



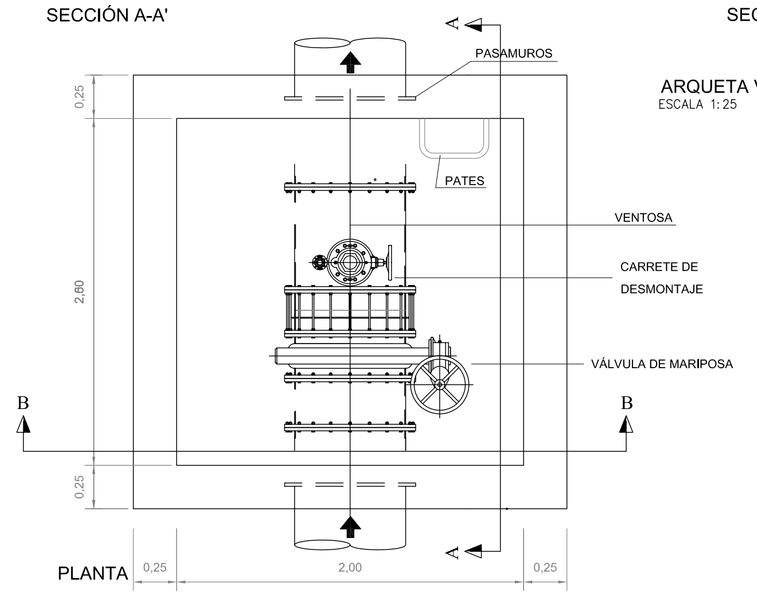
SECCIÓN A-A'

SECCIÓN B-B'





PLANTA
ESCALA 1:50



ARQUETA VÁLVULA DE CORTE
ESCALA 1:25

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD SEGUN NORMAS EHE

LOCALIZACIÓN	MATERIAL	TIPO	CONTROL	CF. SEG.
H.LIMPIEZA	HORMIGON	HM-12.5/B/40/IIa	NORMAL	1.50
MUROS Y LOSAS		HA-25/B/20/IIa	NORMAL	1.50
	ACERO	B500S	NORMAL	1.15
	ACCIONES	PERMANENTE	NORMAL	1.50
		PRETENSADO	NORMAL	1.00
		VARIABLE	NORMAL	1.60

ARQUETA CAUDALÍMETRO
ESCALA 1:25

SECCIÓN A-A'

Tragsatec Grupo Tragsa	PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO DE LAS VEGAS DEL GUADALQUIVIR. VEGAS ALTAS. S-IV. (JAÉN)	Fecha: Septiembre 2012	Escala: INDICADAS FORMATO ORIGINAL DIN A-1	Ingeniero Autor del Anejo por TRAGSATEC: D. José Alejandro Mayordomo Martínez, Ingeniero Agrónomo

Título del plano: ESTACIÓN DE FILTRADO. PLANTA, SECCIÓN Y ARQUETAS

Plano nº: 04.2
Hoja nº: 1 de 1