

**ANEJO N°18**

**ANCLAJE PANTALLAS ACÚSTICAS**



**NOTA TÉCNICA: PANTALLAS ACÚSTICAS EN LA GI-20 EN EL  
ENTORNO DE LA PARCELA IB.22 EL INFIERNO**

**V1 - Enero 2023**

## **INDICE:**

<b>1. Objeto.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Análisis de la obra .....</b>	<b>1</b>
2.1. Descripción general .....	1
<b>3. Materiales empleados .....</b>	<b>2</b>
3.1. Hormigón .....	2
3.2. Aceros.....	2
<b>4. Acciones consideradas.....</b>	<b>3</b>
4.1. Pesos propios .....	3
4.2. Carga muerta .....	3
4.3. Viento.....	3
4.4. Combinación de acciones.....	6
<b>5. Coeficientes de seguridad .....</b>	<b>7</b>
5.1. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones.....	7
5.2. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales .....	7
5.3. Coeficientes de combinación.....	8
<b>6. Hipótesis generales de cálculo .....</b>	<b>9</b>
<b>7. Dimensionamiento y comprobación del puente.....</b>	<b>10</b>
7.1. Modelo de cálculo .....	10
7.2. Estructura metálica .....	11
7.3. Anclaje en losa de tablero de puente .....	14
7.4. Anclaje en muro de tierra armada .....	16
<b>8. Normativa y recomendaciones empleadas.....</b>	<b>17</b>

## 1. Objeto

La presente nota técnica se engloba dentro del proyecto “*Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada AA.II.13 Infierno*” y tiene como objeto la definición de la implantación estructural de las pantallas acústicas en la GI-20 sobre las estructuras existentes.

## 2. Análisis de la obra

### 2.1. Descripción general

La GI-20 en su tramo anexo a la parcela dispone de dos estructuras bien diferenciadas, la primera un viaducto de 4 vanos de vigas prefabricadas pretensadas doble T, y una segunda de muros de tierra armada de altura variable:



Figura 1. Imagen del viaducto objeto de análisis.



Figura 2. Imagen del alzado del muro de tierra armada.

No se dispone de información específica sobre los elementos que componen las estructuras, no obstante, al ser elementos prefabricados convencionales se han empleado hipótesis de estructuras similares, que deberán confirmarse previa actuación.

### 3. Materiales empleados

Los materiales a emplear se detallan a continuación:

#### 3.1. Hormigón

En consonancia con los ambientes generales y específicos de exposición determinados para la obra, se ha seleccionado el siguiente tipo de hormigón:

<b>Hormigón HA-30/F/20/XS1</b> <b>Macizos de anclaje</b>	Árido	Machacado
	Tamaño árido	20 mm
	Cemento	CEM III/A 42,5R
	Consistencia	Blanda
	Asiento C.A.	10/15 cm.
	Aditivo	Superplastificante
	Compactación	Vibrado
	$f_{ck}$ a los 7 días	> 21 N/mm <sup>2</sup>
	$f_{ck}$ a los 28 días	> 30 N/mm <sup>2</sup>
	Min. Cemento	> 300 kg/m <sup>3</sup>
	Max. a/c	< 0,5
	$f_{nom}$	> 30 mm
<i>Nota: la dosificación concreta del hormigón se propondrá por la contrata, teniendo en cuenta también criterios de ejecución, y se aprobará por la Dirección de Obra.</i>		

Los recubrimientos estarán en consonancia con los ambientes de exposición seleccionados teniendo en cuenta que el **nivel de control será intenso**.

#### 3.2. Aceros

Los aceros, y características a tener en cuenta en el cálculo, para cada uno de los elementos, son los indicados a continuación:

Elemento	Calidad acero	Límite elástico N/mm <sup>2</sup>	Límite rotura N/mm <sup>2</sup>
<b>Acero pasivo</b>	B500SD	500	550
<b>Acero estructural</b>	S275JR	355	470

## 4. Acciones consideradas

### 4.1. Pesos propios

Para evaluar el peso propio de la estructura se ha considerado un peso específico para el hormigón armado de 25 kN/m<sup>3</sup> y para el acero de 78,5 kN/m<sup>3</sup>.

### 4.2. Carga muerta

Las cargas muertas consideradas sobre la estructura son:

- Peso panel fonoabsorbente: 0,2 kN/m<sup>2</sup>

### 4.3. Viento

De acuerdo con la IAP-11, la acción de viento se puede asimilar en general a una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática  $q_e$ , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- **$q_b$ : Presión dinámica del viento**, se obtiene a partir de la velocidad básica del viento y la densidad del aire (1,25 kg/m<sup>3</sup>).

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_b^2$$

- **$c_e$ : Coeficiente de exposición**, variable con la altura del punto considerado y función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.
- **$c_p$ : Coeficientes de presión exterior o eólico**, dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. La velocidad básica del viento se corresponde con 29m/s (104,4km/h), que corregida para un periodo de retorno de 100 años mediante un factor de 1,04 se corresponde con una velocidad de 30,16m/s (108,6km/h) y una presión dinámica de 0,57 kN/m<sup>2</sup>.



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

Figura 3. Velocidades básicas del viento propuestas por la IAP-11.

El coeficiente de exposición depende del grado de aspereza considerado para el entorno y la altura del punto considerado. Se adopta un grado III y una altura de 3,50 metros.

TIPO DE ENTORNO	$k_t$	$z_0$ [m]	$z_{max}$ [m]
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1,00	10

Figura 4. Coeficientes de exposición propuestos por la IAP-11.

La fórmula analítica se obtiene de la IAP-11, función de la cota de análisis:

$$c_e = k_r^2 \cdot \left[ c_0^2 \cdot \ln^2 \left( \frac{z}{z_0} \right) + 7 \cdot k_t \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right]$$

$$c_e = 0,216^2 \cdot \left[ 1 \cdot \ln^2 \left( \frac{3,5}{0,3} \right) + 7 \cdot 1 \cdot \ln \left( \frac{3,5}{0,3} \right) \right] = 1,10$$

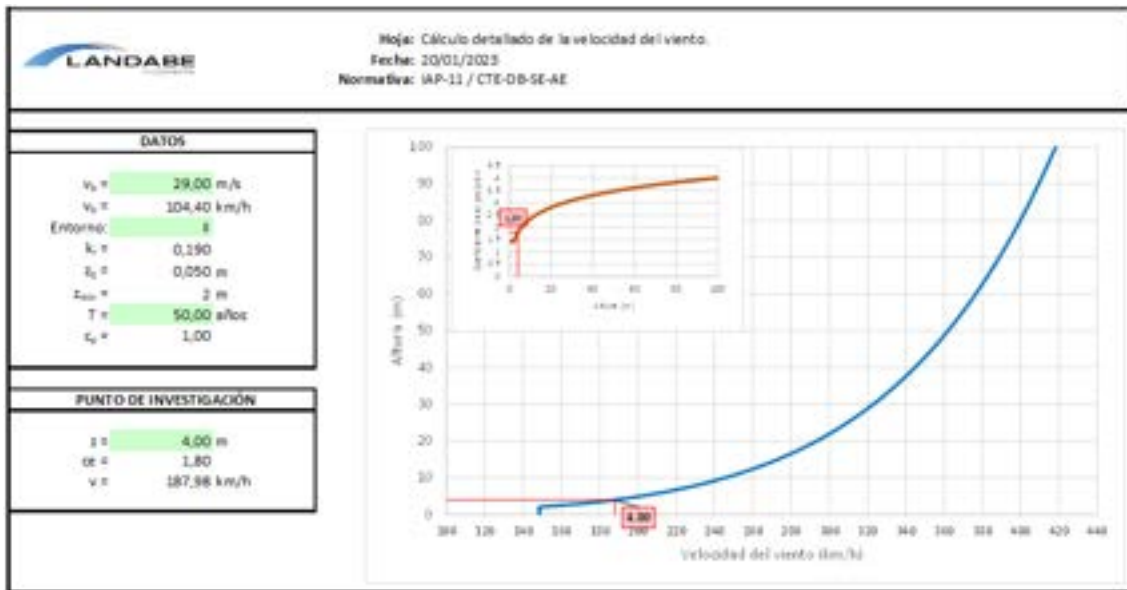


Figura 5. Cálculo del coeficiente de exposición de las pantallas.

Para determinar el coeficiente de presión, las normas de diseño proporcionan prescripciones para construcciones de formas simples, por lo general considerándolas aisladas del entorno, a la vez que advierten sobre los efectos que otras construcciones o características del entorno pueden tener sobre las cargas, los cuales deben ser investigados especialmente para cada caso en particular. En este caso, el EC-1 recoge el caso de muros autoportantes, barandillas, defensas y carteles de señalización.

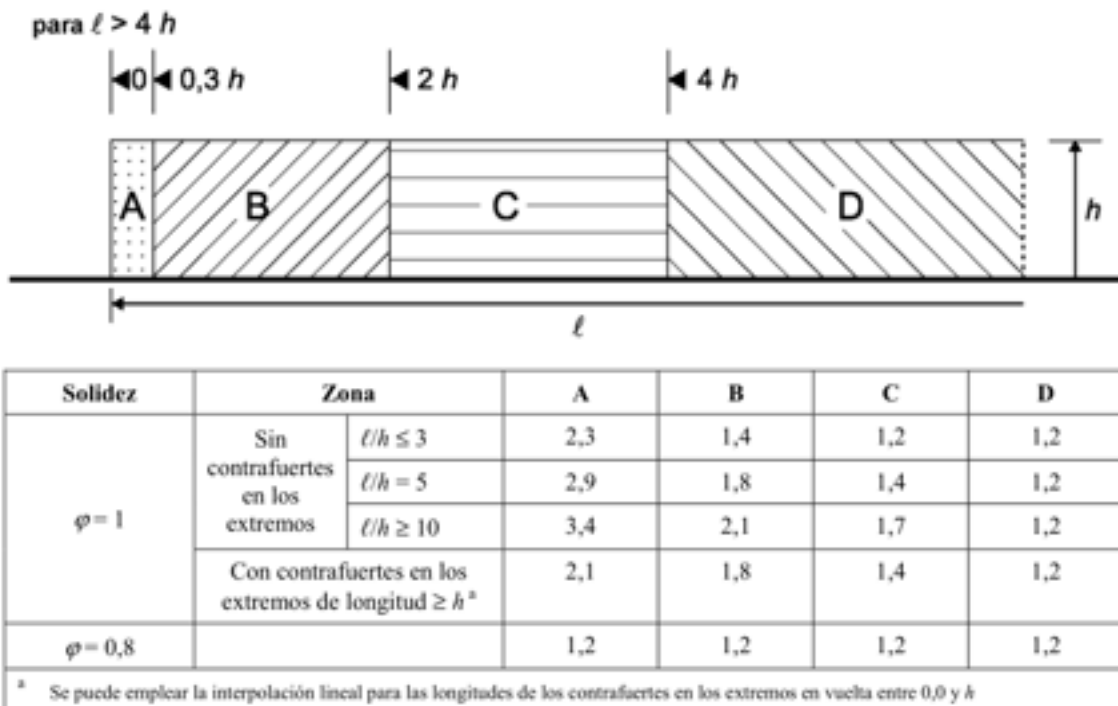


Figura 6. Coeficientes de presión recomendados para muros autoportantes y barandillas.

Los valores son de presión neta, es decir, corresponde al efecto en la cara frontal y trasera de las pantallas.

Al encontrarse la estructura principal bajo rasante y la planta primera a media ladera, no se ha considerado la carga del viento.

En este caso se trata de una pantalla acústica de 3,20 m de alto, 350 metros de longitud, en un vial con una rasante localizada a unos 10,00 m de altura. Por lo tanto, para un grado de solidez de 1, pantalla sin contrafuertes y relación  $l/h > 10$ , los coeficientes son:

A	B	C	D
3,4	2,1	1,7	1,2

#### 4.4. Combinación de acciones

A continuación se presenta la notación correspondiente a las combinaciones para ELU en situaciones persistentes o transitorias, accidentales y sísmicas que contempla la normativa:

$$\begin{aligned} & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i} \end{aligned}$$

A continuación se presentan las notaciones correspondientes a las combinaciones para ELS características, frecuentes y cuasi-permanente de acciones:

$$\begin{aligned} & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i} \end{aligned}$$

## 5. Coeficientes de seguridad

### 5.1. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones

Los coeficientes parciales de seguridad tomados para la combinación de acciones son:

En cálculos relativos a la estabilidad de la estructura (Situación persistente o transitoria):

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Peso propio, peso terreno	$\gamma_G=0,90$	$\gamma_G=1,10$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites últimos:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,35$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites de servicio:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,00$

### 5.2. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales

Se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad para el acero:

a) En cálculos relativos a estados límites últimos.

Situación	Coeficiente	Valor
Plastificación	$\gamma_{M0}$	1,05
Inestabilidad	$\gamma_{M1}$	1,05
Medios de unión	$\gamma_{M2}$	1,25

b) En cálculos relativos a estados límites de servicio se analizan las situaciones de deformaciones, vibraciones y deterioro, adoptando las propiedades medias del material.

Para las estructuras de hormigón armado, se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad:

c) En cálculos relativos a estados límites últimos

Situación de proyecto	Hormigón $\gamma_c$	Acero $\gamma_s$
Persistente o transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,35	1,00

d) En cálculos relativos a estados límites de servicio se toman coeficientes iguales a la unidad tanto para el acero como para el hormigón.

### 5.3. Coeficientes de combinación

Para las verificaciones en ELU y ELS, se han considerado las combinaciones de acciones de acuerdo a la norma IAP-11. La siguiente tabla recoge los valores de los coeficientes parciales y factores de simultaneidad adoptados para las distintas acciones:

Acción	Coef. ELU		Coef. ELS		Factores simultaneidad		
	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{des}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{des}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Peso Propio	1,00	1,35	1,00	1,00	-	-	-
Cargas Muertas	1,00	1,35	1,00	1,00	-	-	-
Viento	0,00	1,50	0,00	1,00	0,3	0,2	0,0
* Cuando se considera el viento predominante no existe concomitancia con la sobrecarga de uso, sin embargo, si existe cuando la sobrecarga de uso es predominante.							

## 6. Hipótesis generales de cálculo

Para el cálculo de los esfuerzos que se generan sobre cada elemento de la estructura se consideran como suficientemente aproximadas las hipótesis clásicas de la teoría de resistencia de materiales y del cálculo de estructuras:

- a) Estructura estáticamente lineal: Los movimientos que se producen en la estructura son muy pequeños en relación con las dimensiones de ésta; el equilibrio se puede entonces plantear en su geometría sin deformar, realizando el cálculo general de esfuerzos en teoría de primer orden.
- b) Estructura cinemáticamente lineal: Los movimientos de segundo orden no son significativos frente a los de primer orden, que serán los que finalmente entren en las ecuaciones de compatibilidad.
- c) Material lineal: Derivada de la ley de Hook, implica que los materiales empleados se comportan de acuerdo a leyes de tensión-deformación elástica y lineal.
- d) Validez de la hipótesis de Navier-Bernouilli: Las secciones transversales de las barras, que eran planas y perpendiculares a su eje antes de la deformación, permanecen planas y normales a este después de ocurrir la deformación.
- e) Deformación nula de cortante: La deformación de los elementos debido a los esfuerzos de cortante son lo suficientemente pequeñas como para ser despreciados en el cálculo, considerando únicamente deformación por axil y por flexión.

Las hipótesis aquí expuestas se refieren al cálculo global de la estructura. Cuando se empleen otras distintas o complementarias en el estudio y dimensionamiento de efectos locales, se reflejarán estas nuevas hipótesis adicionales en el apartado correspondiente de la presente memoria.

## 7. Dimensionamiento y comprobación del puente

### 7.1. Modelo de cálculo

Para el análisis de la estructura se ha realizado un modelo de cálculo con el programa de cálculo CYPE 3D 2022f.

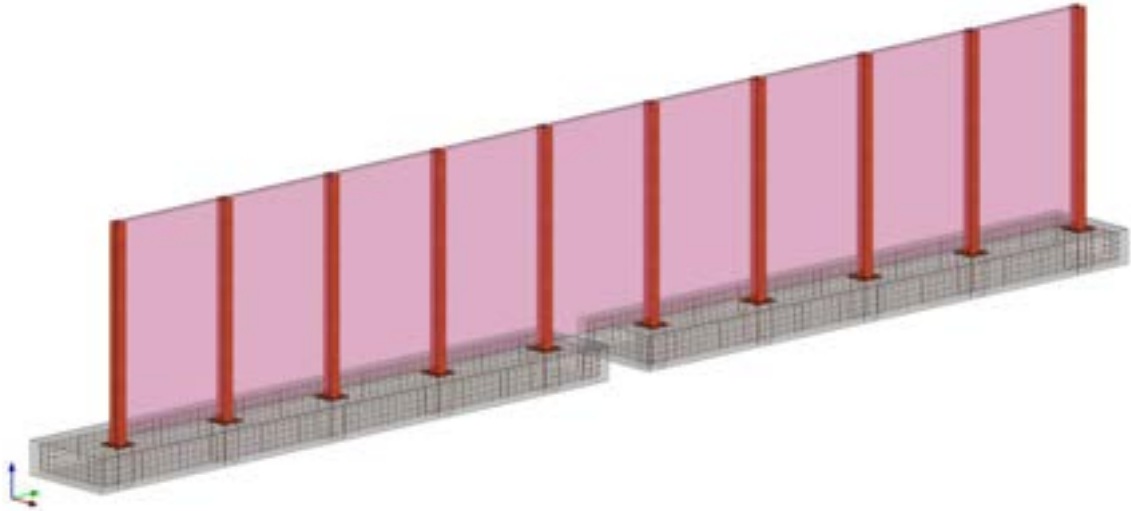


Figura 7. Imagen del modelo de cálculo realizado.

Se han modelizado conjuntamente las cimentaciones a disponer sobre el muro de tierra armada, las cuales no se disponen en el tramo del viaducto.

El programa informático realiza todas las comprobaciones sobre los elementos en base a unos criterios de comportamiento establecidos por el usuario. En los apartados siguientes se especifican los criterios establecidos para cada elemento en particular.

Además de los criterios resistentes, al tratarse de una estructura metálica de luces moderadas se han estudiado especialmente las deformaciones de la misma, limitándolas según los siguientes criterios:

Estados Límite	Irreversibles	Reversibles	Reversibles
	Exigencias a cumplir		
	Característica	Frecuente	Casi-permanente
<b>Correcto funcionamiento de:</b>			
·Elementos dañables de carácter frágil (tabiques rígidos)	$u_p \leq H_p/500^{(1)}$		
·Elementos dañables de carácter dúctil		$u_p \leq H_p/200^{(1)}$	
·Equipos o instalaciones <sup>(2)</sup>		$u \leq H/300$	
·Puentes grúa (apoyo de las vías) <sup>(3)</sup>	$u \leq H/300$		
<b>Apariencia de la obra:</b>			$u_p \leq H_p/250^{(1)}$
<sup>(1)</sup> Desplazamientos horizontales debidos a las acciones variables. <sup>(2)</sup> Salvo que se establezcan otras indicaciones por parte del proveedor. <sup>(3)</sup> A la altura de los apoyos de las vías de un puente grúa debidos a las fuerzas horizontales que actúan perpendicularmente a las vías. La diferencia entre los desplazamientos horizontales de dos apoyos enfrentados no sobrepasará los 20 mm.			

Figura 8. Valores límite de desplomes.

Sobre el modelo se han introducido las cargas de viento conforme a la normativa:

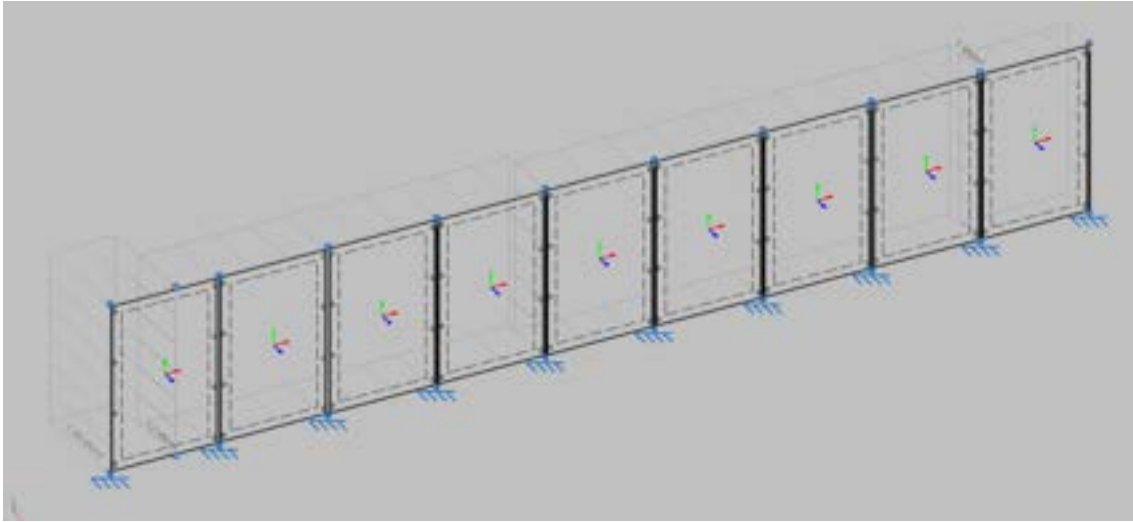


Figura 9. Cargas de viento introducidas sobre la estructura.

## 7.2. Estructura metálica

Se han dispuesto postes metálicos tipo HEA160 cada 2,00 m, entre los que se dispone el panel fonoabsorbente, el cual recibe las cargas de viento principales y las transmite a los postes.

Se comienza comprobando el del nivel tensional ELU de los perfiles metálicos, verificando que el ratio máximo de aprovechamiento es:

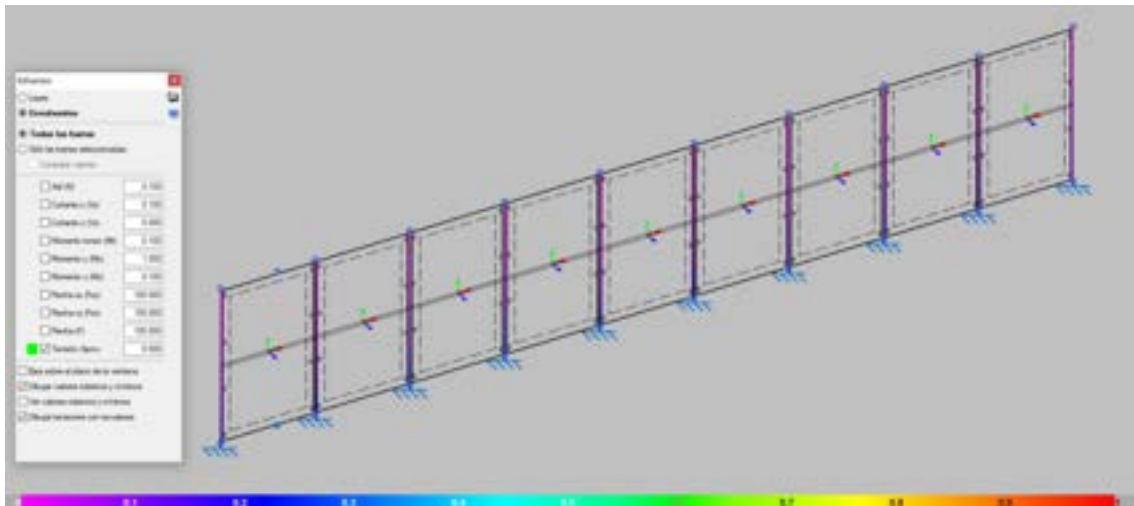


Figura 10. Ratio de aprovechamiento de los perfiles de los postes en ELU.

A continuación se verifica la deformación de los postes de tal forma que cumpla con los requisitos de desplome:

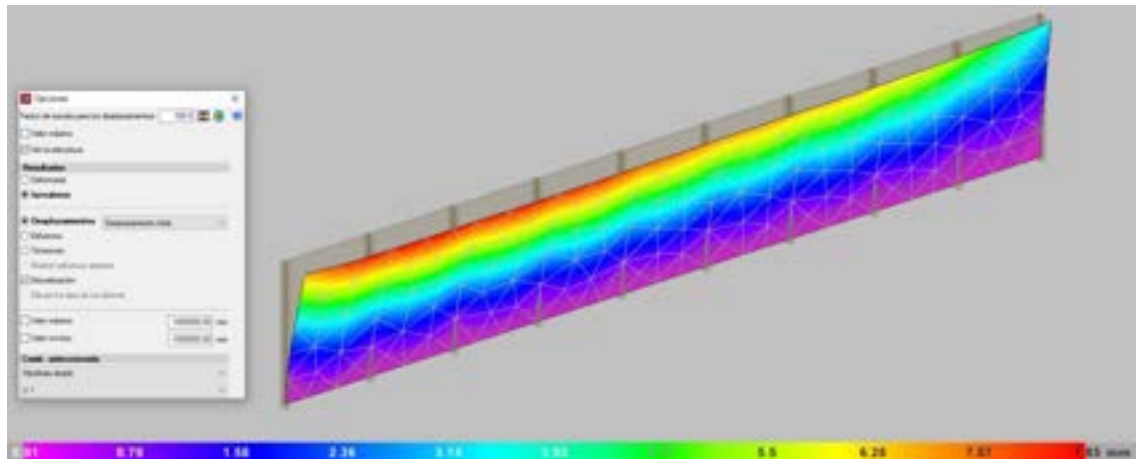


Figura 11. Deformación para carga de viento característica.

$$\frac{u}{H} = \frac{7,85}{3.200} = \frac{1}{400} < \frac{1}{200}$$

Para el dimensionamiento de las fijaciones se obtienen las envolventes de esfuerzos en la base de los postes

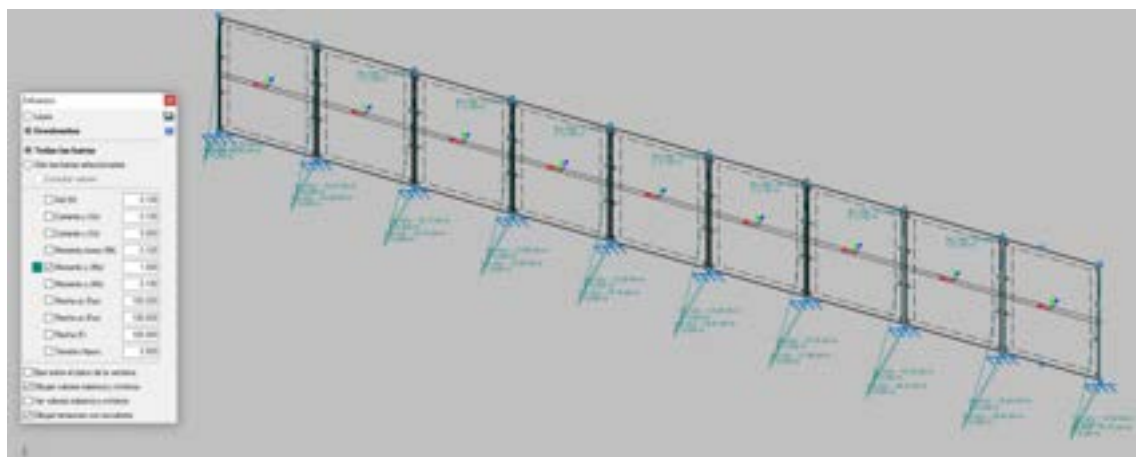


Figura 12. Envolvente momentos ELU.

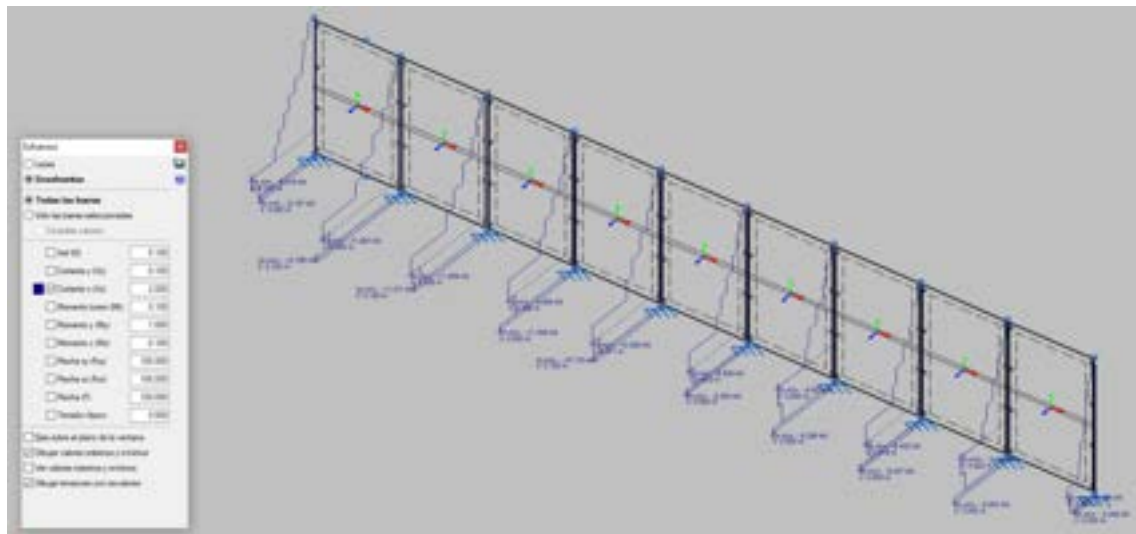


Figura 13. Envolvente cortantes ELU.

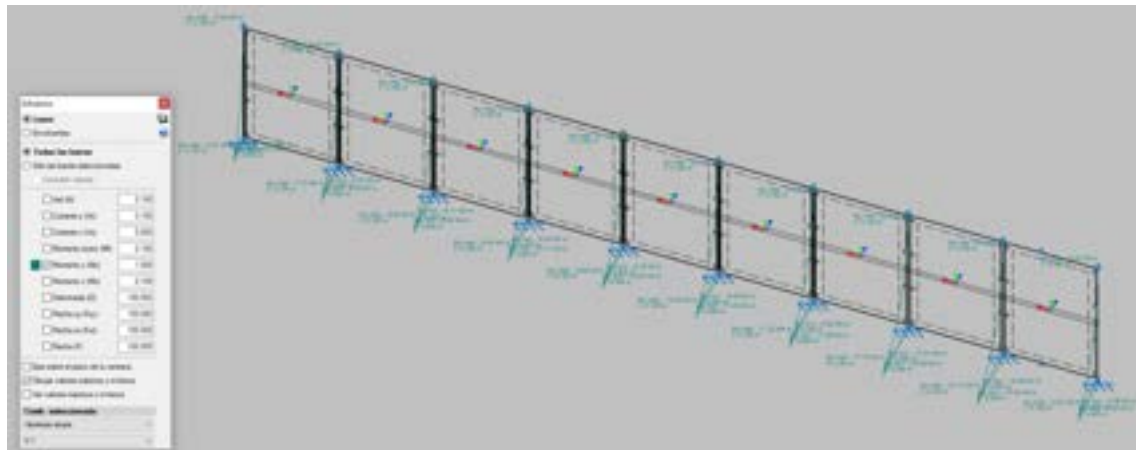


Figura 14. Envolvente momentos ELS.

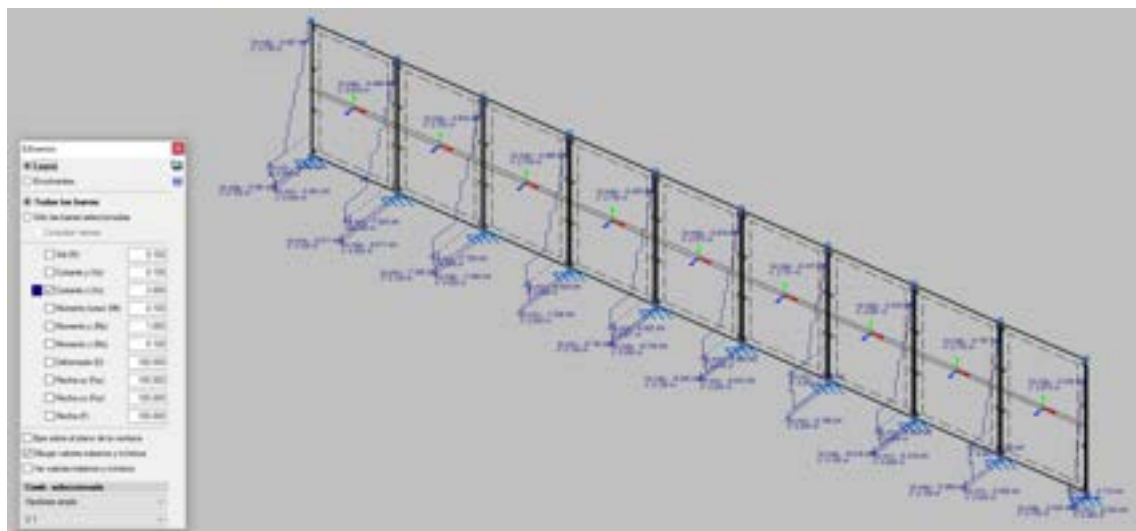


Figura 15. Envolvente cortantes ELS.

Se diseña una placa de anclaje sin rigidizadores y 4 pernos. Dado el reducido espesor de la losa, los pernos se deben anclar en la parte inferior de la losa mediante una arandela.

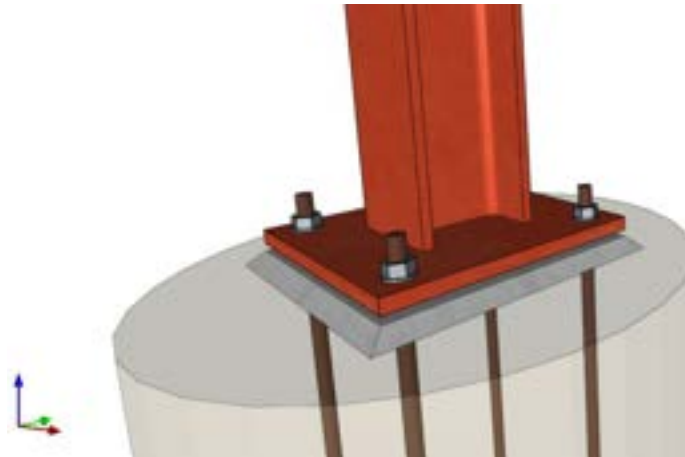


Figura 16. Esquema de diseño de placa de anclaje de postes.


### 7.3. Anclaje en losa de tablero de puente

De experiencias similares sobre viaductos existentes en la red de carreteras gipuzkoanas, se asume un espesor de losa de 25 cm con una armadura #15x15φ12, condiciones que deberán comprobarse in situ previa actuación.

Los esfuerzos de diseño, obtenidos del modelo de cálculo, para los cuales tiene que ser anclada la pantalla son:

- $M_d = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $T_d = 13 \text{ kN}$

Inicialmente se comprueba que la sección máxima de ancho de banda de 2,00 m, igual a la separación entre postes, es capaz de resistir estos esfuerzos:



Hoja: Cálculo detallado E.L.U a flexión en secciones rectangulares  
Fecha: 25/01/2023  
Normativa: CodE-21

#### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

$f_{yk} = 15 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_{se} = 1$	$\gamma_{se} = 1,35$
$\gamma_{se} = 1,5$	$f_{td} = 434,78 \text{ N/mm}^2$
$f_{yk} = 16,67 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
$f_{yk} = 2,34 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{se} = 2,37 \gamma_{se}$
$f_{yk} = 3,80 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 30 \gamma_{se}$
$f_{yk} = 3,48 \text{ N/mm}^2$	No compruebo diseño por otro es límite de
$E_{yk} = 31.676 \text{ N/mm}^2$	$M_{yk} = 72,34 \text{ m-kN}$
$\gamma_{se} = 2 \gamma_{se}$	
$\gamma_{se} = 3,5 \gamma_{se}$	

#### CÁLCULO ARMADURA TRACCIONADA

##### Cuanta mínima geométrica:

$$A_s = 4,5 \text{ cm}^2$$

No aplica para el caso

##### Cuanta mínima mecánica:

Fórmula general:  $A_s = 9,30 \text{ cm}^2$

Fórmula simplificada:  $A_s = 7,67 \text{ cm}^2$

Armadura reforzada:  $A_s = 2,87 \text{ cm}^2$

##### Armadura de cálculo:

$$A_s = 2,27 \text{ cm}^2$$

##### Armadura a disponer:

$$A_s = 4,50 \text{ cm}^2$$

#### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Base = 2 m	$A_{geom} = 0,50 \text{ m}^2$
Canto = 0,25 m	$I_{geom} = 0,0026 \text{ m}^4$
$f_{yk} = 0,03 \text{ m}$	$W_{geom} = 0,0208 \text{ m}^3$
Canto útil = 0,22 m	
Área de acero = 1,00 m	

#### DISTRIBUCIÓN DE ARMADURAS

Ø6	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
9	8	8	8	8
separación entre barras				
23,3 cm	26,7 cm	26,3 cm	24,3 cm	25,7 cm

Armadura dispuesta: 16 Ø12 **CUMPLE**

$$A_s = 25,33 \text{ cm}^2$$

$$s = 13,7 \text{ cm}$$


#### ESFUERZOS DE CÁLCULO

$$M_d = 20 \text{ m-kN}$$

$$N_d = -25 \text{ kN}$$

Figura 17. Comprobación de la losa en el ancho de banda de 2,00 m.

A nivel local, se comprueba en el ancho de banda mínimo correspondiente al ancho de la placa y un canto útil a cada lado, lo que se corresponde con una apertura de cargas entre 30° y 45°:



Hoja: Cálculo detallado E.L.U a flexión en secciones rectangulares  
Fecha: 25/01/2023  
Normativa: Code-21

#### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

$f_{yk}$ =	25 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk}$ =	500 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_s$ =	1	$\gamma_s$ =	1,35
$\eta$ =	1,3	$f_{ed}$ =	434,75 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ =	16,67 N/mm <sup>2</sup>	$E_s$ =	200000 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ =	2,56 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_s$ =	2,37 $\cdot 10^{-3}$
$f_{yk}$ =	1,80 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_s$ =	10 $\cdot 10^{-3}$
$f_{yk}$ =	3,86 N/mm <sup>2</sup>	Se comprueba dentro del rango de flexión es	
$f_{yk}$ =	11,476 N/mm <sup>2</sup>	$M_{ed}$ =	26,25 m·kN
$f_{yk}$ =	2 $\cdot 10^{-3}$		
$f_{yk}$ =	3,5 $\cdot 10^{-3}$		

#### CÁLCULO ARMADURA TRACCIONADA

##### Cuanta mínima geométrica:

$$A_s = 1,975 \text{ cm}^2$$

No aplica para comparación

##### Cuanta mínima mecánica:

Fórmula general:  $A_s = 1,90 \text{ cm}^2$

Fórmula simplificada:  $A_s = 1,65 \text{ cm}^2$

Armadura reducida:  $A_s = 1,36 \text{ cm}^2$

##### Armadura de cálculo:

$$A_s = 1,15 \text{ cm}^2$$

##### Armadura a disponer:

$$A_s = 2,36 \text{ cm}^2$$

#### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Base =	0,7 m	$A_{s,cal}$ =	3,38 m <sup>3</sup>
Canto =	0,23 m	$I_{s,cal}$ =	0,0009 m <sup>4</sup>
$f_{s,cal}$ =	0,33 m	$W_{s,cal}$ =	0,0073 m <sup>3</sup>
Canto útil =	0,22 m		
de elemento:	Losa		

#### DISPOSICIÓN DE ARMADURAS

nº Ø8	nº Ø10	nº Ø12	nº Ø16	nº Ø20
5	4	4	4	4
separación entre barras				
15,7 cm	20,3 cm	20,1 cm	19,7 cm	18,3 cm

##### Armadura dispuesta:

5 Ø12 **CUMPLE**

$$A_s = 3,65 \text{ cm}^2$$

$$s = 14,8 \text{ cm}$$

#### ESFUERZOS DE CÁLCULO

$$M_s = 30 \text{ m·kN}$$

$$N_s = -13 \text{ kN}$$

Figura 18. Comprobación de la losa en el ancho de banda de 0,70 m.

#### 7.4. Anclaje en muro de tierra armada

El muro de tierra armada es una estructura con escamas de hormigón en el paramento que incorporan flejes, los cuales dentro del terreno desarrollan la fricción suficiente para anclar las escamas y garantizar un comportamiento suelo-estructura monolítico.

En este tipo de estructuras no es posible anclarse a las escamas, puesto que no disponen de capacidad a flexión, por lo tanto, debe disponerse una zapata superficial que equilibre el momento de vuelco generado por el viento y limite las tensiones sobre el muro de tierra armada.

De acuerdo con el “Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado” del MOPU, el durmiente o cimentaciones en la coronación de los muros de tierra armada no debe ser superior a los  $200 \text{ kPa} = 2 \text{ kg/cm}^2$ :

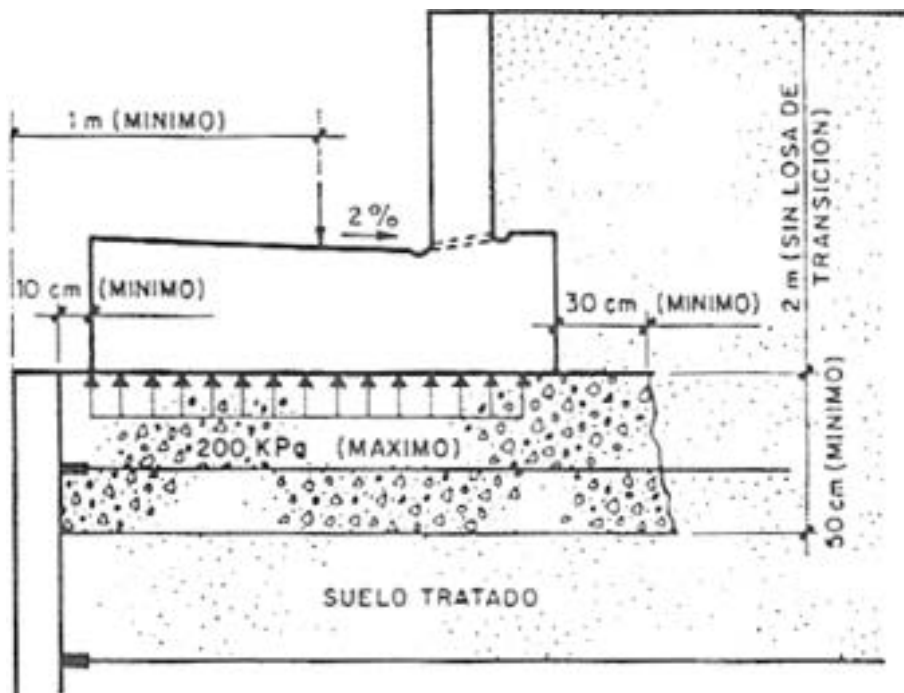


Figura 19. Requisitos de durmientes sobre muros de tierra armada según MOPU.

En base a estos criterios así como los de estabilidad de la cimentación, se han diseñado las cimentaciones, resultando una zapata corrida de 50 cm de canto y 1,50 m de ancho.

## 8. Normativa y recomendaciones empleadas.

- Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales: Acciones de viento. UNE-EN 1991 1-4.
- Código Estructural. CodE-21.
- J. Calavera. Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón. Tomo 1 y 2. INTEMAC. 2008.
- Estructuras de acero. Cálculo y uniones. Tomo I y II. R, Argüelles. 2007.
- Estructuras de acero en edificación. Publicaciones APTA. 2008.



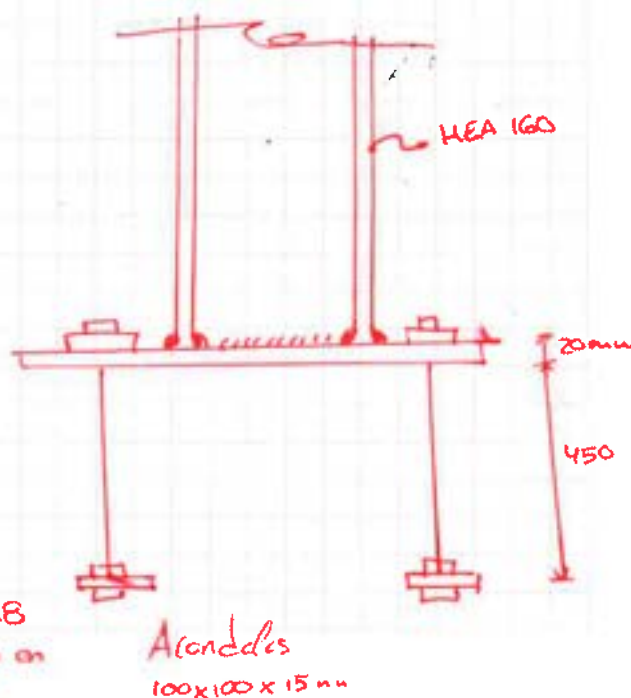
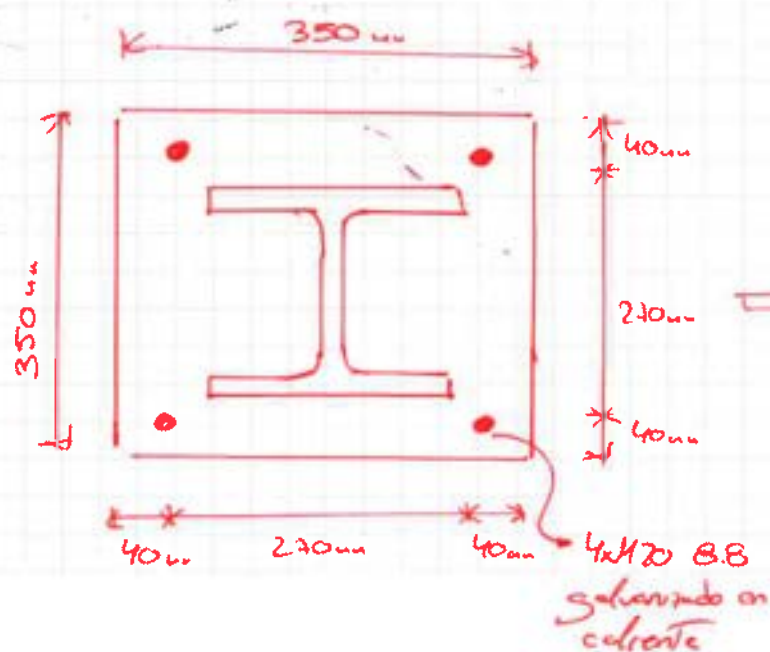
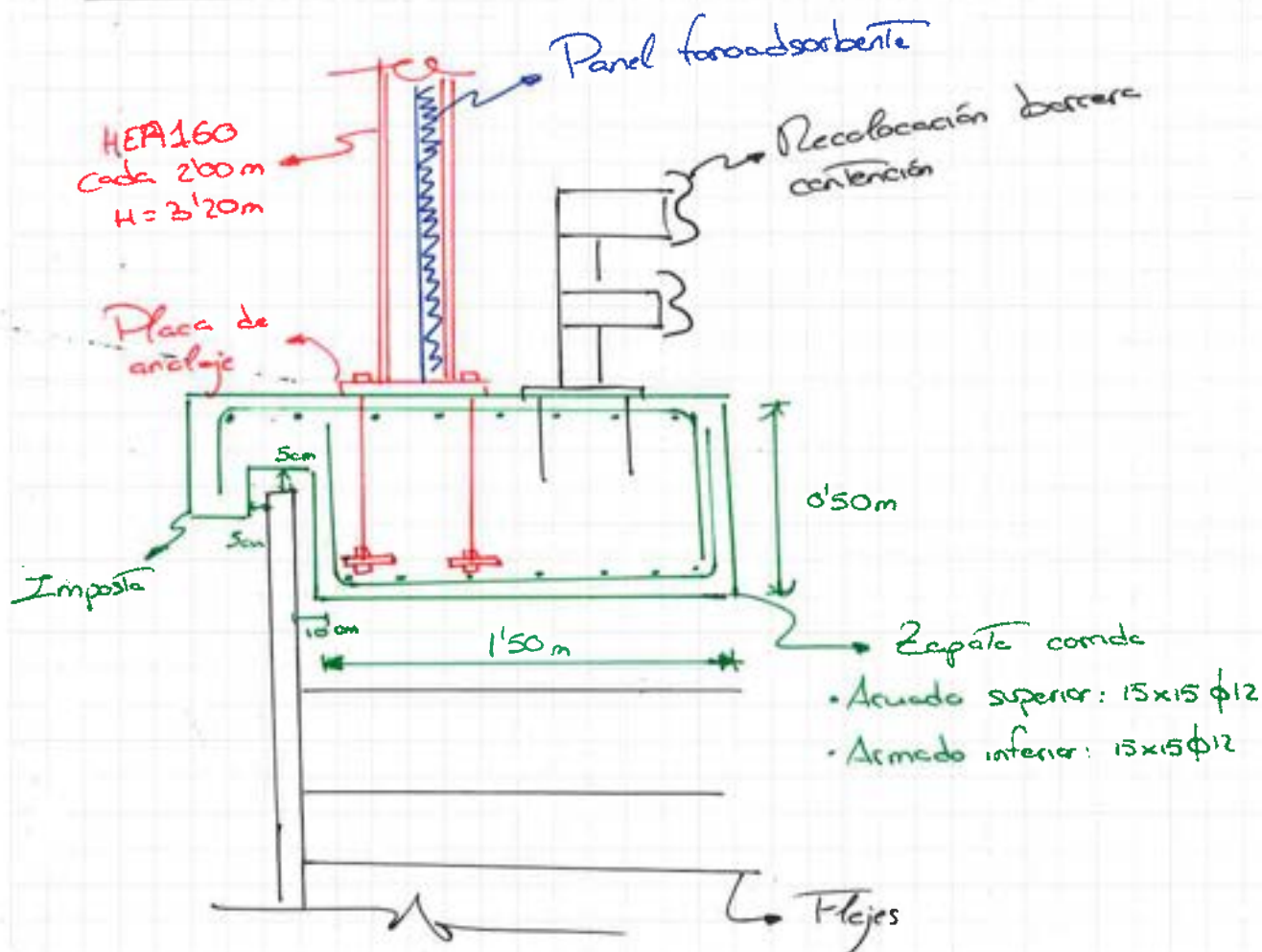
PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN  
INTEGRADA AA.II.13 INFIERNO



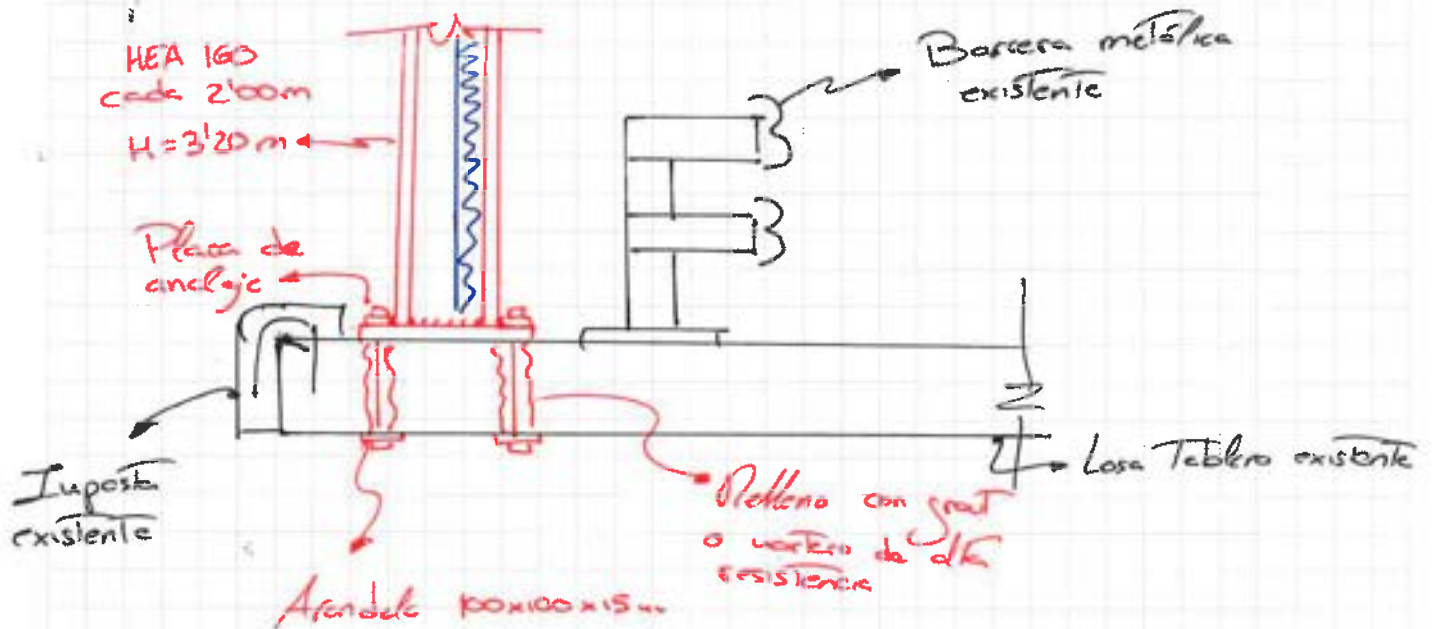
## **ANEJO Nº 1 – CROQUIS**

Esquemas de propuestas

# Pantalla sobre muro de Tierra armada



## Parapeto sobre losa de Tablero de puente



• Usar placa de anclaje que la anterior



PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN  
INTEGRADA AA.II.13 INFIERNO



## **ANEJO Nº 2 – LISTADOS DE CÁLCULO**

ÍNDICE

- 1. DATOS DE OBRA..... 2
  - 1.1. Normas consideradas..... 2
  - 1.2. Estados límite..... 2
    - 1.2.1. Situaciones de proyecto.....2
- 2. ESTRUCTURA..... 3
  - 2.1. Geometría..... 3
    - 2.1.1. Nudos.....3
    - 2.1.2. Barras.....3
    - 2.1.3. Láminas.....4
  - 2.2. Cargas..... 5
    - 2.2.1. Barras.....5
  - 2.3. Resultados..... 5
    - 2.3.1. Nudos.....5
    - 2.3.2. Barras.....8
  - 2.4. Uniones..... 8
    - 2.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje.....8
    - 2.4.2. Memoria de cálculo.....9
- 3. CIMENTACIÓN..... 10
  - 3.1. Elementos de cimentación aislados..... 10
    - 3.1.1. Descripción.....10
    - 3.1.2. Comprobación.....10



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural  
Aceros laminados y armados: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Qj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Qj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G<sub>k</sub> Acción permanente
- P<sub>k</sub> Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub> Acción variable
- γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- Ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- Ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos



Característica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	2.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	0.000	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	0.000	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	0.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	0.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	0.000	12.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	10.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	8.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	6.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	2.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	4.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	6.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	8.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	10.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	12.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.000	1.200	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.000	14.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	0.000	14.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.000	14.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	0.000	16.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	16.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	18.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	0.000	18.000	0.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.000	18.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	0.000	0.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	1.200	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	0.000	2.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.000	4.000	3.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_1$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad n: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura $f_y$ : Límite elástico $\alpha_1$ : Coeficiente de dilatación g: Peso específico							



2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N5/N15	N5/N12	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N15/N12	N5/N12	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N6/N16	N6/N11	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N16/N11	N6/N11	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N7/N17	N7/N10	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N17/N10	N7/N10	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N8/N18	N8/N9	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N18/N9	N8/N9	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N20/N21	N20/N22	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N21/N22	N20/N22	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N23/N24	N23/N25	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N24/N25	N23/N25	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N26/N27	N26/N28	HEA 160 (HEA)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N27/N28	N26/N28	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N4/N14	N4/N14	HEB 160 (HEB)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N14/N32	N14/N32	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N3/N13	N3/N13	HEB 160 (HEB)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N13/N31	N13/N31	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
		N1/N2	N1/N2	HEB 160 (HEB)	0.100	1.00	1.00	-	-
		N2/N29	N2/N29	HEA 160 (HEA)	3.100	1.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final b <sub>xy</sub> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' b <sub>xz</sub> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb <sup>Sup.</sup> : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb <sup>Inf.</sup> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N12, N6/N11, N7/N10, N8/N9, N20/N22, N23/N25, N26/N28, N14/N32, N13/N31 y N2/N29
2	N4/N14, N3/N13 y N1/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HEA 160, (HEA)	38.80	21.60	7.24	1670.00	616.00	12.19
		2	HEB 160, (HEB)	54.30	31.20	9.65	2490.00	889.00	31.24
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.1.3. Láminas

2.1.3.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Genérico	-	10000.00	0.300	-	-	-
Notación: E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación g: Peso específico						



2.1.3.2. Descripción

Descripción						
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Vinc. interior
Tipo	Designación					
Genérico	E: 10000.00, nu: 0.30	L1	N2, N19, N13, N31, N30 y N29	100.0	6.200	Empotradas: (N2-N19, N19-N13, N31-N30, N30-N29) Articuladas: (N13-N31, N29-N2)
		L2	N13, N14, N32 y N31	100.0	6.200	Empotradas: (N13-N14, N32-N31) Articuladas: (N14-N32, N13-N31)
		L3	N14, N15, N12 y N32	100.0	6.200	Empotradas: (N14-N15, N12-N32) Articuladas: (N15-N12, N14-N32)
		L4	N15, N16, N11 y N12	100.0	6.200	Empotradas: (N15-N16, N11-N12) Articuladas: (N16-N11, N15-N12)
		L5	N16, N17, N10 y N11	100.0	6.200	Empotradas: (N16-N17, N10-N11) Articuladas: (N17-N10, N16-N11)
		L6	N17, N18, N9 y N10	100.0	6.200	Empotradas: (N17-N18, N9-N10) Articuladas: (N18-N9, N17-N10)
		L7	N18, N21, N22 y N9	100.0	6.200	Empotradas: (N18-N21, N22-N9) Articuladas: (N21-N22, N18-N9)
		L8	N21, N24, N25 y N22	100.0	6.200	Empotradas: (N21-N24, N25-N22) Articuladas: (N24-N25, N21-N22)
		L9	N24, N27, N28 y N25	100.0	6.200	Empotradas: (N24-N27, N28-N25) Articuladas: (N27-N28, N24-N25)

2.2. Cargas

2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N5/N15	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N12	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N16	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N11	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N17	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N10	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N18	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N9	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N21	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N24	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N25	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N28	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N14	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N32	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N13	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N31	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N29	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3. Resultados

2.3.1. Nudos

2.3.1.1. Desplazamientos

Referencias:

- Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
- Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1. Envoltentes



Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.415
		Valor máximo de la envolvente	0.016	0.000	0.000	0.000	0.183	0.000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	6.465	0.000	-0.002	0.000	2.583	0.136
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	6.705	0.000	-0.002	0.000	2.685	0.165
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	7.138	0.000	-0.002	0.000	2.852	0.247
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	7.560	0.000	-0.002	0.000	3.013	0.103
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.023	0.000	0.000	0.000	0.241	0.103
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.021	0.000	0.000	0.000	0.232	0.027
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.028
		Valor máximo de la envolvente	0.030	0.000	0.000	0.000	0.331	0.000
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.034
		Valor máximo de la envolvente	0.027	0.000	0.000	0.000	0.310	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.031
		Valor máximo de la envolvente	0.025	0.000	0.000	0.000	0.290	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.037
		Valor máximo de la envolvente	0.025	0.000	0.000	0.000	0.281	0.000
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.198	0.000	-0.002	0.000	1.392	0.270
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.044
		Valor máximo de la envolvente	0.024	0.000	0.000	0.000	0.271	0.000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	6.152	0.000	-0.002	0.000	2.441	0.306
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.014
		Valor máximo de la envolvente	0.021	0.000	0.000	0.000	0.228	0.000
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	5.165	0.000	-0.002	0.000	2.051	0.697
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.010	0.000	0.000	0.000	0.127	0.202
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	3.428	0.000	-0.002	0.000	1.441	1.142
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	-1.297
		Valor máximo de la envolvente	6.640	0.000	-0.002	0.000	2.744	0.000
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	-0.325
		Valor máximo de la envolvente	7.663	0.000	-0.002	0.000	2.972	0.000
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	-0.073
		Valor máximo de la envolvente	7.757	0.000	-0.002	0.000	3.113	0.000
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	7.614	0.000	-0.002	0.000	3.076	0.036

2.3.1.2. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.2.1. Envoltentes



Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-8.737	0.220	1.628	-0.03	-15.71	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.353	2.605	-0.02	0.00	0.17
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-5.461	0.220	1.628	-0.02	-9.82	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.220	1.628	-0.02	0.00	0.10
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-13.617	0.015	2.172	0.00	-20.84	-0.04
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.024	3.475	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-8.511	0.015	2.172	0.00	-13.02	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.015	2.172	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-11.809	0.029	2.222	0.00	-19.97	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.046	3.556	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-7.380	0.029	2.222	0.00	-12.48	-0.01
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.029	2.222	0.00	0.00	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-12.062	0.007	2.173	0.00	-19.16	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.011	3.476	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-7.538	0.007	2.173	0.00	-11.98	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.007	2.173	0.00	0.00	0.00
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-10.784	-0.030	2.199	0.00	-17.93	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.019	3.518	0.00	0.00	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.740	-0.019	2.199	0.00	-11.20	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.019	2.199	0.00	0.00	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-9.989	0.002	2.196	0.00	-16.74	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.003	3.514	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.243	0.002	2.196	0.00	-10.47	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.002	2.196	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-9.916	-0.005	2.197	0.00	-16.28	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.003	3.515	0.00	0.00	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.198	-0.003	2.197	0.00	-10.17	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.003	2.197	0.00	0.00	0.00
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-9.949	-0.015	2.191	0.00	-15.71	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.009	3.506	0.00	0.00	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-6.218	-0.009	2.191	0.00	-9.82	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.009	2.191	0.00	0.00	0.00
N23	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-8.590	-0.034	2.158	0.00	-13.21	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.021	3.453	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-5.369	-0.021	2.158	0.00	-8.26	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.021	2.158	0.00	0.00	0.00
N26	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-3.251	-0.352	1.621	0.02	-7.31	-0.03
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.220	2.594	0.02	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-2.032	-0.220	1.621	0.02	-4.57	-0.02
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.220	1.621	0.02	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.



2.3.2. Barras

2.3.2.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)															Estado
	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>		
N5/N15	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 28.0	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η = 5.6	η < 0.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 28.2	η < 0.1	η = 0.2	η = 5.7	η < 0.1	CUMPLE h = 28.2	
N15/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 22.9	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.438 m η = 5.0	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 23.1	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 23.1	
N6/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 26.2	x: 0.1 m η < 0.1	η = 5.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 26.4	η < 0.1	η = 0.2	η = 5.1	η < 0.1	CUMPLE h = 26.4	
N16/N11	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 22.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0.371 m η = 5.2	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 22.3	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 22.3	
N7/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 24.5	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η = 4.7	η < 0.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 24.7	η < 0.1	η = 0.2	η = 4.7	η < 0.1	CUMPLE h = 24.7	
N17/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 20.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.412 m η = 4.5	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 20.5	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 20.5	
N8/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 23.8	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η = 4.6	η < 0.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 24.0	η < 0.1	η = 0.3	η = 4.6	η < 0.1	CUMPLE h = 24.0	
N18/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 19.7	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.426 m η = 4.3	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 19.9	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 19.9	
N20/N21	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 22.9	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	η = 4.7	η < 0.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 23.2	η < 0.1	η = 0.3	η = 4.7	η < 0.1	CUMPLE h = 23.2	
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 19.0	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.419 m η = 4.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 19.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.419 m η = 4.2	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 19.2	
N23/N24	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 19.3	x: 0 m η < 0.1	η = 4.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 19.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 4.0	η < 0.1	CUMPLE h = 19.6	
N24/N25	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 15.9	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.411 m η = 3.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 16.1	η < 0.1	η = 0.2	x: 0.411 m η = 3.6	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 16.1	
N26/N27	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 10.7	x: 0 m η = 0.1	η = 1.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.9	η < 0.1	η = 1.5	η = 1.5	η = 0.1	CUMPLE h = 10.9	
N27/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 9.8	x: 0 m η < 0.1	x: 0.3 m η = 2.0	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 10.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 0.3 m η = 2.0	x: 0 m η < 0.1	CUMPLE h = 10.0	
N4/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 20.2	x: 0 m η < 0.1	η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 20.4	η < 0.1	η = 0.3	η = 4.2	η < 0.1	CUMPLE h = 20.4	
N14/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 24.6	x: 0 m η < 0.1	x: 0.359 m η = 5.8	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 24.8	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 24.8	
N3/N13	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 21.1	x: 0 m η < 0.1	η = 4.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 21.3	η < 0.1	η = 1.1	η = 4.8	η < 0.1	CUMPLE h = 21.3	
N13/N31	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 25.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.343 m η = 5.9	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 25.5	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 25.5	
N1/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 15.9	x: 0 m η < 0.1	η = 3.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.1	η < 0.1	η = 4.3	η = 3.1	η < 0.1	CUMPLE h = 16.1	
N2/N29	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.1 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 20.7	x: 0 m η < 0.1	x: 0.275 m η = 4.8	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 20.9	η < 0.1	η = 0.2	x: 0.275 m η = 4.8	x: 0 m η < 0.1	CUMPLE h = 20.9	
Notación: I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

2.4. Uniones

2.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

- a) Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

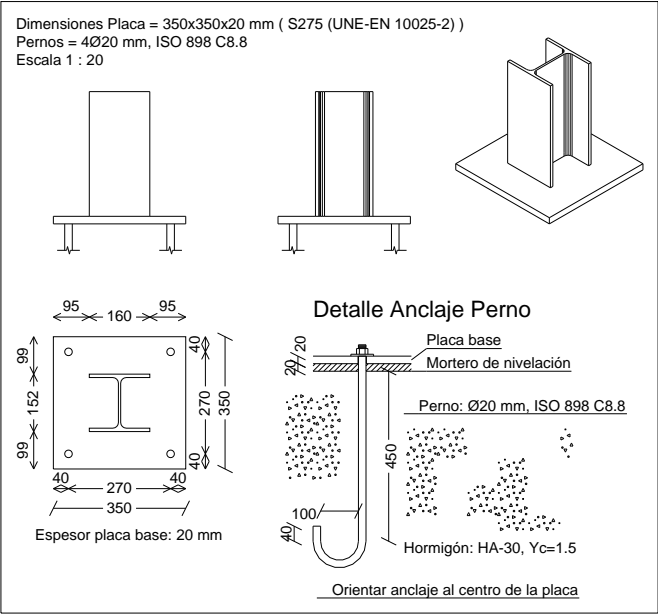


- b) Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

2.4.2. Memoria de cálculo

2.4.2.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 2 diámetros	Mínimo: 40 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 2 diámetros	Mínimo: 40 mm Calculado: 81 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 40 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 62 cm Calculado: 45 cm	No cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:  - Cortante:  - Tracción + Cortante:	Máximo: 48.55 kN Calculado: 33.81 kN  Máximo: 33.99 kN Calculado: 3.02 kN  Máximo: 48.55 kN Calculado: 38.12 kN	Cumple  Cumple  Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 141.71 kN Calculado: 31.76 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 640 MPa Calculado: 102.617 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Limite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 220 kN Calculado: 2.83 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 47.9563 MPa Calculado: 47.9502 MPa Calculado: 186.087 MPa Calculado: 162.358 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 10924.4 Calculado: 10924.4 Calculado: 442.143 Calculado: 553.121	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
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0639		



3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
(N7 - N8 - N20 - N23 - N26)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100 cm Ancho inicial Y: 450 cm Ancho final X: 50 cm Ancho final Y: 450 cm Ancho zapata X: 150 cm Ancho zapata Y: 900 cm Canto: 50 cm	Sup X: 63Ø12c/14 Sup Y: 10Ø12c/14 Inf X: 63Ø12c/14 Inf Y: 10Ø12c/14 Perimetral: 4Ø12
(N1 - N3 - N4 - N5 - N6)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100 cm Ancho inicial Y: 475 cm Ancho final X: 50 cm Ancho final Y: 475 cm Ancho zapata X: 150 cm Ancho zapata Y: 950 cm Canto: 50 cm	Sup X: 67Ø12c/14 Sup Y: 10Ø12c/14 Inf X: 67Ø12c/14 Inf Y: 10Ø12c/14 Perimetral: 4Ø12

3.1.2. Comprobación

Referencia: (N7 - N8 - N20 - N23 - N26) Dimensiones: 150 x 900 x 50 Armados: Xi:Ø12c/14 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø12c/14 Ys:Ø12c/14 Perimetral:4Ø12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE  - Tensión media en situaciones persistentes:  - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:  - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0155979 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0138321 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0314901 MPa	Cumple  Cumple  Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.  - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 42.3 % Reserva seguridad: 35347.3 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata:  - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: -53.11 kN·m Momento: -1.56 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:  - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 70.04 kN Cortante: 1.37 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 6.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 45 cm	
- N7:	Calculado: 44 cm	No cumple
- N8:	Calculado: 44 cm	No cumple
- N20:	Calculado: 44 cm	No cumple
- N23:	Calculado: 44 cm	No cumple
- N26:	Calculado: 44 cm	No cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1  - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016 Calculado: 0.0016 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1  - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE  - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE  - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm Calculado: 14 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: (N7 - N8 - N20 - N23 - N26) Dimensiones: 150 x 900 x 50 Armados: Xi:Ø12c/14 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø12c/14 Ys:Ø12c/14 Perimetral:4Ø12		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 42 cm Calculado: 81 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 81 cm Calculado: 354 cm Calculado: 336 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm Calculado: 42 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.01 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 1665.35 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 277.62 kN		
Referencia: (N1 - N3 - N4 - N5 - N6) Dimensiones: 150 x 950 x 50 Armados: Xi:Ø12c/14 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø12c/14 Ys:Ø12c/14 Perimetral:4Ø12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes:  - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:  - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0200124 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.013734 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.040221 MPa	Cumple  Cumple  Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. - En dirección X: - En dirección Y:	  Reserva seguridad: 11.3 % Reserva seguridad: 41038.7 %	  Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: -66.70 kN·m Momento: 0.00 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 79.17 kN Cortante: 0.98 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 6.5 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1: - N3: - N4: - N5: - N6:	Mínimo: 45 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm Calculado: 44 cm	No cumple No cumple No cumple No cumple No cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016 Calculado: 0.0016 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0015	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 14 cm	Cumple



Referencia: (N1 - N3 - N4 - N5 - N6)		
Dimensiones: 150 x 950 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/14 Yi:Ø12c/14 Xs:Ø12c/14 Ys:Ø12c/14 Perimetral: 4Ø12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 14 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 21 cm Calculado: 51 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 42 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 42 cm	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.00		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 1757.95 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 277.62 kN		