

# **ANEJO – 3**

## **PASARELAS**

## 1. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

En el presente anejo se desarrollan los cálculos para las dos pasarelas metálicas definidas para el ámbito en cuestión.

Se desarrollan dos pasarelas con las mismas características y mismos acabados. Las diferencias geométricas entre ambas se deben a la ubicación de las mismas y el desarrollo del entorno.

La primera pasarela (de aquí en adelante PASARELA N°1) se trata de una estructura de 15,5 metros de luz y 4,5 metros de ancho.

La segunda pasarela (de aquí en adelante PASARELA N°2) se trata de una estructura de 19 metros de luz y 2,7 metros de ancho.

Las estructuras se calculan en diferentes fases. Por una parte se calculan las vigas de apoyo para el pavimento de madera tecnológica y por otro lado la estructura metálica donde se apoyan las vigas y el pavimento de madera tecnológica. Finalmente se calculan los estribos donde irán apoyadas las pasarelas peatonales.

## 2. ACCIONES

### CARGAS PERMANENTES

- Peso propio de la estructura metálica
- Peso propio del tablero de madera tecnológica: 28 kp/m<sup>2</sup>
- Peso propio estructura metálica soporte tableros: 10 kp/m<sup>2</sup>

### SOBRECARGAS

- Nieve: 50 kp/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 500 kp/m<sup>2</sup>
- Viento: 83,54 kp/m<sup>2</sup> y cpi 0,7

## 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

	Tipo	Límite elástico	Resistencia Característica	Coeficiente de seguridad	
Acero estructural	S 275 J	275 N/mm <sup>2</sup>	2800 kg/cm <sup>2</sup>	1,15	
Acero armaduras	B500S	500 N/mm <sup>2</sup>	5100 kg/cm <sup>2</sup>	1,15	
Hormigon	HA-25		250 Kg/cm <sup>2</sup>	1,5	
Coeficientes de mayoración				Cargas permanentes	1,35
				Sobrecargas	1,5
Flecha máxima ELS				f/L < 1/500	

#### 4. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE APOYO

El acabado de la pasarela peatonal se ejecuta con madera tecnológica. Dichas tablas de "madera" de dimensiones de hasta 6 metros de longitud, 138 mm ancho, 23 mm grueso se apoyan sobre unas vigas metálicas PHC 40.4.

La unión de la madera tecnológica a las vigas metálicas se realiza mediante Clips y tornillos de fijación al rastrel en acero inoxidable no ferrítico AISI 316L.

##### 4.1. COMPROBACIÓN E.L.U. y E.L.S.

Para el cálculo de las correas de apoyo de la madera tecnológica se han empleado tablas de Excel.

##### DATOS

Peso cubierta (Kp/m <sup>2</sup> )	28
Peso propio correa (Kp/ml)	4,09
Sobrecarga (Kp/m <sup>2</sup> )*	650
Separación entre correas (m)	0,40
Luz (m)**	1,30

\*La sobrecarga es la suma de (Uso 500 kg/m<sup>2</sup>, Nieve 50 kg/m<sup>2</sup> y viento 100 kg/m<sup>2</sup>)

\*\* La luz máxima en ambas pasarelas es inferior a 1,30 metros.

##### BIARTICULADA

###### Estado límite último

M (tm)	0,087
Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	1648

###### Estado límite de servicio

Flecha (cm)	0,258
L/f	504

##### BIEMPOTRADA

###### Estado límite último

M (tm)	0,058
Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	1099

###### Estado límite de servicio

Flecha (cm)	0,052
L/f	2520

##### EMPOTRADA-ARTICULADA

###### Estado límite último

M (tm)	0,049
Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	927

###### Estado límite de servicio

Flecha (cm)	0,107
L/f	1214

Se comprueba que las correas en todas las configuraciones posibles de instalación cumplen los mínimos establecidos, L/f >400 y Tensión < 430 N/mm<sup>2</sup>.

## 5. CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

El pavimento de madera tecnológica que apoya sobre las correas metálicas PHC 40.4, que a su vez se apoya sobre una estructura metálica. Dicha estructura metálica se define a continuación y se ha calculado mediante un programa informático.

### 5.1. GEOMETRÍA

En los planos de acabado se define la composición completa de la estructura metálica así como sus detalles, a continuación se hace una breve descripción de cada pasarela.

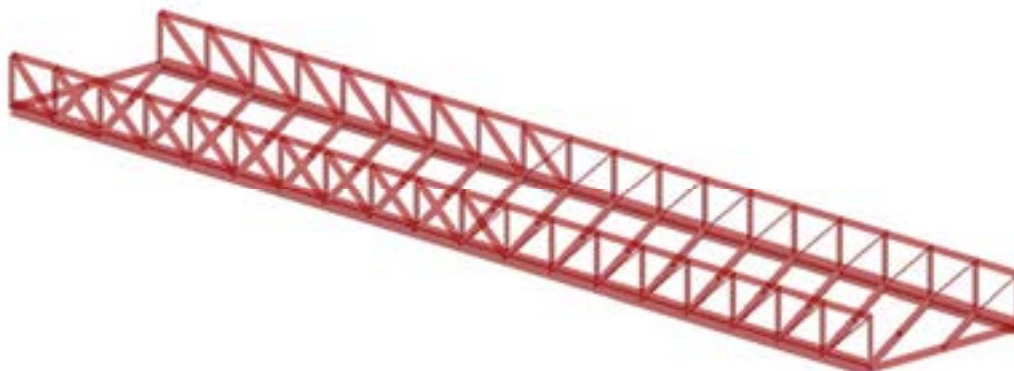
#### 5.1.1. PASARELA Nº1



La estructura, con una luz de 15,5 metros y una anchura total de 4,5 metros se compone de dos celosías laterales unidas entre sí por vigas PHC 120.6 formando un emparrillado con el cordón inferior.

El cordón inferior de la celosía está compuesto por vigas HEB – 240 en ambos lados. El cordón superior se trata de un perfil RS 200\_30 al igual que los montantes y las diagonales.

### 5.1.2. PASARELA Nº2



La estructura, con una luz de unos 19 metros y una anchura total de 2,7 metros se compone de dos celosías laterales unidas entre sí por vigas PHC 120.6 formando un emparrillado con el cordón inferior.

El cordón inferior de la celosía está compuesto por vigas HEB – 240 en ambos lados. El cordón superior se trata de un perfil RS 200\_30 al igual que los montantes y las diagonales.

### 5.2. PROGRAMA EMPLEADO PARA EL CÁLCULO

Para el cálculo de la estructura metálica se ha empleado el programa **Tricalc** en su versión 13.0, programa desarrollado por *Arktec*.

### 5.3. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones de acciones para los elementos se realizan de acuerdo con el CTE.

Las combinaciones de acciones especificadas en la norma de hormigón EHE, en el Eurocódigo 1 y en el Código Técnico de la Edificación son muy similares, por lo que se tratan en este único epígrafe.

EHE y EC cuentan con combinaciones simplificadas (no así el CTE), que no utiliza el programa. Además, en el programa no existen cargas permanentes de valor no constante ( $G^*$ ), y las sobrecargas ( $Q$ ) se agrupan en las siguientes familias:

### **Familia1**

Sobrecargas alternativas. Corresponden a las hipótesis 1, 2, 7, 8, 9 y 10

### **Familia2**

Cargas móviles. Corresponden a las hipótesis 11 a 20, inclusive.

### **Familia3**

Cargas de viento. Corresponden a las hipótesis 3, 4, 25 y 26 (y a las de signo contrario si se habilita la opción "Sentido  $\pm$ ") Carga de nieve. Corresponde a la hipótesis 22. Carga de temperatura. Corresponde a la hipótesis 21.

En el cálculo sólo hay cargas de las familias 1 y 3, por lo que han sido eliminadas las expresiones correspondientes a la familia 2.

### **Coefficientes de mayoración**

En el caso de CTE, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / CTE'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 0,8 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

### **E.L.U. Situaciones persistentes o transitorias**

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

### **E.L.S. Estados Límite de Servicio**

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes (casi permanentes en CTE):

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

## 5.4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

La comprobación de las estructuras metálicas se realiza de acuerdo las especificaciones del CTE.

### COMPROBACIÓN DE SECCIONES DE ACERO

#### Criterios de comprobación

Se han seguido los criterios indicados en CTE DB SE-A ("Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero") para realizar la comprobación de la estructura, en base al método de los estados límites.

#### Tipos de secciones

Se definen las siguientes clases de secciones:

Clase	Tipo	Descripción
1	Plástica	Permiten la formación de la rótula plástica con la capacidad de rotación suficiente para la redistribución de momentos.
2	Compacta	Permiten el desarrollo del momento plástico con una capacidad de rotación limitada.
3	Semicompacta o Elástica	En la fibra más comprimida se puede alcanzar el límite elástico del acero pero la abolladura impide el desarrollo del momento plástico
4	Esbelta	Los elementos total o parcialmente comprimidos de las secciones esbeltas se abollan antes de alcanzar el límite elástico en la fibra más comprimida.

Téngase en cuenta que una misma barra, puede ser de diferente clase en cada sección (en cada punto) y para cada combinación de solicitaciones.

En función de la clase de las secciones, el tipo de cálculo es:

Clase de sección	Método para la determinación de las solicitaciones	Método para la determinación de la resistencia de las secciones
1 Plástica	Elástico	Plástico
2 Compacta	Elástico	Plástico

3 Semicompacta	Elástico	Elástico
4 Esbelta	Elástico	Elástico con resistencia reducida

La asignación de la clase de sección en cada caso, se realiza de acuerdo con lo indicado en el CTE DB SE-A. En el caso de secciones de clase 4, el cálculo de sus parámetros resistentes reducidos (sección eficaz) se realiza asimilando la sección a un conjunto de rectángulos eficaces, de acuerdo con lo establecido en el CTE DB SE-A.

#### **Estado límite último de equilibrio**

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras. No se realiza la comprobación general de vuelco de la estructura.

#### **Estabilidad lateral global y pandeo**

El programa no realiza un cálculo en segundo orden. Las imperfecciones iniciales no son tenidas en cuenta de forma automática, aunque el usuario puede introducir las acciones equivalentes en las barras que sean necesarias.

La consideración de los efectos del pandeo se realiza de la siguiente forma:

Si la estructura es intraslacional (distorsión de pilares  $r \leq 0,1$ ), basta realizar un análisis elástico y lineal en primer orden y considerar el pandeo de los pilares como intraslacionales.

Si la estructura es traslacional (distorsión de pilares  $r > 0,1$ ), puede realizarse un análisis elástico y lineal considerando el pandeo como estructura traslacional, o bien, realizar un análisis elástico y lineal considerando el pandeo como estructura intraslacional pero habiendo multiplicado todas las acciones horizontales sobre el edificio por el coeficiente de amplificación  $1 / (1 - r)$ .

Se define para cada tipo de barra (vigas, pilares o diagonales) o cada barra individual y en cada uno de sus ejes principales independientemente, si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar manualmente su factor de longitud de pandeo  $\beta$  (factor que al multiplicarlo por la longitud de la barra se obtiene la longitud de pandeo), tal como se recoge en el

LISTADO DE OPCIONES.

Si se deshabilita la comprobación de pandeo en un determinado plano de pandeo de una barra, no se realiza la comprobación especificada anteriormente en dicho plano. El factor reductor de pandeo de una barra,  $\chi$ , será el menor de los factores de pandeo correspondientes a los dos planos principales de la barra.

Si se fija el factor de longitud de pandeo ' $\beta$ ' de una barra, se considerará que para esa barra la estructura es traslacional cuando  $\beta$  sea mayor o igual que 1,0, e intraslacional en caso contrario.

La formulación para el cálculo de los coeficientes de pandeo es la recogida en CTE DB SE-A, y es la siguiente:

El cálculo del factor de pandeo  $\beta$  en cada uno de los planos principales de las barras, en función de los factores de empotramiento  $\eta_1$  (en la base del pilar) y  $\eta_2$  (en su cabeza) es (cuando no es fijado por el usuario).

Estructuras traslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

Estructuras intraslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

Donde ' $\beta$ ' es el factor de pandeo,  $L_k$  la longitud de pandeo y  $L$  la longitud del pilar, o distancia entre sus dos nudos extremos.

Para secciones constantes y axil constante, la esbeltez reducida es

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left( \frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de pandeo de una barra,  $\chi$ , se calcula de acuerdo con CTE DB SE-A.

Estado limite último de rotura

La comprobación a rotura de las barras, sometidas a la acción de las cargas mayoradas, se desarrolla de la siguiente forma:

Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de momentos flectores, cortantes, axil de compresión y axil de tracción.

Cálculo de la tensión combinada en las siguientes secciones:

Sección de máxima compresión

Sección de máxima tracción

Sección de máximo momento flector según el eje Yp

Sección de máximo momento flector según el eje Zp

Sección de mayor tensión tangencial combinada

Sección de mayor tensión combinada, que puede coincidir con alguna de las anteriores, aunque no necesariamente.

Obtención de las seis combinaciones de solicitaciones más desfavorables para otras tantas secciones de la barra.

Resistencia de las secciones

La capacidad resistente de las secciones depende de su clase. Para secciones de clase 1 y 2 la distribución de tensiones se escogerá atendiendo a criterios plásticos (en flexión se alcanza el límite elástico en todas las fibras de la sección). Para las secciones de clase 3 la distribución seguirá un criterio elástico (en flexión se alcanza el límite elástico sólo en las fibras extremas de la sección) y para secciones de clase 4 este mismo criterio se establecerá sobre la sección eficaz.

Resistencia de las secciones a tracción. Se cumplirá, con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ :

$$N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Resistencia de las secciones a corte. En ausencia de torsión, se considera la resistencia plástica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo  $A_v$  el área resistente a cortante, que el programa toma de la base de datos de perfiles, con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ .

Resistencia de las secciones a compresión sin pandeo. Se cumplirá

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

La resistencia de la sección, será, para secciones clase 1, 2 o 3 (con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ ):

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Para secciones clase 4 (con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ ):

$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

Resistencia de las secciones a flexión. Se cumplirá

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

La resistencia plástica de la sección bruta, para secciones de clase 1 o 2 (con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ ), será

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección bruta, para secciones de clase 3 (con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ ), será

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección eficaz, para secciones de clase 4 (con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ ) será

$$M_{c,Rd} = M_{0,Rd} = W_{ef} \cdot f_{yd}$$

## Resistencia de las secciones a torsión

Deberán considerarse las tensiones tangenciales debidas al torsor uniforme,  $\tau_{t,Ed}$ , así como las tensiones normales  $\sigma_{w,Ed}$  y tangenciales  $\tau_{w,Ed}$  debidas al bimomento y al esfuerzo torsor de torsión de alabeo.

En ausencia de cortante, se considera:

$$T_{Ed} \leq T_{c,Rd}$$

$$T_{c,Rd} = W_T \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo  $W_T$  el módulo resistente a torsión, que el programa toma de la base de datos de perfiles, con  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$ .

## Interacción de esfuerzos en secciones

Normalmente, en una misma sección y combinación de acciones, se dan varias solicitaciones simultáneamente. Este DB considera los siguientes casos:

Flexión compuesta sin cortante ni pandeo. Puede usarse, conservadoramente:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 1 y 2})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 3})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 4})$$

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

Flexión y cortante. Si  $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd}$ , se comprobará que:

$$M_{Ed} \leq M_{V,Rd}$$

$$M_{V,Rd} = \left( W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd}$$

para secciones I o H con flexión y cortante en el plano del alma

$$M_{V,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd}$$

para el resto de casos

$$\rho = \left( 2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Flexión, axil y cortante sin pandeo. Si  $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$ , basta considerar el caso 'Flexión compuesta sin cortante ni pandeo'. En caso contrario, se utilizará también dicho caso, pero el área de cortante se multiplicará por  $(1 - \rho)$ , tomando  $\rho$  del caso anterior.

Cortante y torsión. En la resistencia a cortante se empleará la resistencia plástica a cortante reducida por la existencia de tensiones tangenciales de torsión uniforme:

$$V_{c,Rd} \leq V_{pl,T,Rd}$$

En secciones huecas cerradas:

$$V_{pl,T,Rd} = \left( 1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_{yd} / \sqrt{3}} \right) \cdot V_{pl,Rd}$$

Resistencia de las barras

Compresión y pandeo. Se cumplirá que

$$N_{c,Rd} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{c,Rd} \leq N_{b,Rd}$$

La resistencia a pandeo por flexión en compresión centrada puede calcularse con:

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

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

## Compresión y flexión con pandeo

Las expresiones aquí reproducidas corresponden al criterio de ejes del CTE DB SE-A, cuya correspondencia con los ejes principales de Tricalc es:

Eje	DB	Tricalc
Longitudinal de la barra	X	Xp
Paralelo a las alas	Y	Zp
Paralelo al alma	Z	Yp

Para toda pieza se comprobará:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si no hay pandeo por torsión (secciones cerradas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si hay pandeo por torsión (secciones abiertas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Ver el apartado 6.3.4.2 de CTE DB SE-A para más información.

Estado límite de servicio de deformación

De acuerdo con el CTE DB SE, se comprueba la máxima deformación vertical (flecha) de vigas y diagonales referente a:

Flecha producida por las sobrecargas con las combinaciones características.

Flecha producida por toda la carga con las combinaciones casi permanentes.

Estado limite último de abolladura del alma

Se realiza la comprobación de abolladura del alma por cortante de acuerdo con el artículo 6.3.3.3 de la norma CTE DB SE-A, considerando la pieza de alma llena. El programa indica, caso de ser necesario, la distancia y espesor de los rigidizadores transversales a disponer para así cumplir esta comprobación.

Estado limite último de pandeo lateral de vigas

Esta comprobación es opcional en Tricalc y sólo se realiza en vigas y diagonales.

Se comprobará que  $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$ . En el caso de barras traccionadas y flectadas, el momento  $M_{Ed}$  podrá sustituirse por  $M_{ef,Ed}$  para esta comprobación de acuerdo con la expresión:

$$M_{ef,Ed} = W \cdot [ M_{Ed}/W - N_{t,Ed}/A ]$$

El momento resistente de pandeo lateral será:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_z \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

siendo  $W_z$  el módulo resistente de la sección, según su clase y  $\chi_{LT}$  el factor reductor por pandeo lateral. El programa calcula e indica el coeficiente de seguridad a pandeo lateral ( $M_{Ed} / M_{b,Rd}$ ).

## 5.5. RESULTADOS DE CÁLCULO

En el presente Anejo se adjuntan los listados con resultados del cálculo. Se incluyen las reacciones en los apoyos y el porcentaje de aprovechamiento del acero.

- PASARELA Nº1 Reacciones en apoyos
- PASARELA Nº1 Aprovechamiento del acero
- PASARELA Nº2 Reacciones en apoyos
- PASARELA Nº2 Aprovechamiento del acero

## 6. FLECHAS MÁXIMAS Y VIBRACIONES

### 6.1. PASARELA Nº1

#### 6.1.1. FLECHAS MÁXIMAS EN EL E.L.S.

Para el caso de la estructura, con la sobrecarga de 500 Kp/m<sup>2</sup>, la sobrecarga de nieve de 50 Kp/m<sup>2</sup> y el viento establecido, la flecha máxima que se obtiene en la pasarela es:

$$f_{\max} = 1,187 \text{ cm}$$

Esta flecha da una relación  $L / f = 1305$  lo que es superior a  $L / f = 500$

#### 6.1.2. FLECHAS MÁXIMAS POR VIBRACIÓN

La frecuencia natural de vibración de la estructura se puede estimar con gran aproximación, según la siguiente expresión:

$$f_u = \frac{18}{\sqrt{V_{\text{perm}}}}$$

siendo:  $f_u$  frecuencia natural (Hz)

$V_{\text{perm}}$  la flecha máxima producida por la carga permanente (mm)

La frecuencia natural tiene que alejarse de la del paso humano o sus múltiplos ( 2 Hz ó 4 Hz), por lo que los rangos no recomendables son 1,6 – 2,4 Hz y 3,5 – 4,5 Hz.

Lo ideal sería que la frecuencia sea como mínimo 5 Hz.

La flecha máxima en toda la pasarela es de 0,367 cm. Lo que genera una frecuencia de 9,4 Hz, la cual se encuentra en el margen establecido.

## **6.2. PASARELA Nº2**

### **6.2.1. FLECHAS MÁXIMAS EN EL E.L.S.**

Para el caso de la estructura, con la sobrecarga de 500 Kp/m<sup>2</sup>, la sobrecarga de nieve de 50 Kp/m<sup>2</sup> y el viento establecido, la flecha máxima que se obtiene en la pasarela es:

$$f_{\max} = 1,808 \text{ cm}$$

Esta flecha da una relación  $L / f = 1050$ , lo que es superior a  $L / f = 500$

### **6.2.2. FLECHAS MÁXIMAS POR VIBRACIÓN**

La frecuencia natural de vibración de la estructura se puede estimar con gran aproximación, según la siguiente expresión:

$$f_u = \frac{18}{\sqrt{V_{\text{perm}}}}$$

siendo:  $f_u$  frecuencia natural (Hz)

$V_{\text{perm}}$  la flecha máxima producida por la carga permanente (mm)

La frecuencia natural tiene que alejarse de la del paso humano o sus múltiplos ( 2 Hz ó 4 Hz), por lo que los rangos no recomendables son 1,6 – 2,4 Hz y 3,5 – 4,5 Hz.

Lo ideal sería que la frecuencia sea como mínimo 5 Hz.

La flecha máxima en toda la pasarela es de 0,682 cm. Lo que genera una frecuencia de 6,89 Hz, la cual se encuentra en el margen establecido.

## **7. ESTRIBOS**

El diseño de los estribos se ha realizado con las mismas características para los 4 estribos, variando la altura de muro dependiendo de las necesidades. La geometría de los estribos se define en los planos correspondientes del presente proyecto.

El estribo con mayor altura de muro es de 115 centímetros, por lo que se calcula el estribo para una altura máxima de 115 centímetros medido desde el apoyo de la pasarela hasta la cota alta de la zapata.

Al final del Anejo se incluye el cálculo de muros con sus armaduras.

# **RESULTADOS ESTRUCTURA METÁLICA “TRICALC”**

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela N°1

### 1. VIGAS

VIGA	7	(	PHC-120.6	)	225,0cm	17,6%
VIGA	8	(	PHC-120.6	)	225,0cm	17,2%
VIGA	9	(	PHC-120.6	)	225,0cm	17,6%
VIGA	10	(	PHC-120.6	)	225,0cm	16,5%
VIGA	11	(	PHC-120.6	)	225,0cm	14,5%
VIGA	12	(	PHC-120.6	)	225,0cm	11,9%
VIGA	13	(	PHC-120.6	)	225,0cm	9,1%
VIGA	14	(	PHC-120.6	)	225,0cm	6,8%
VIGA	15	(	PHC-120.6	)	225,0cm	6,7%
VIGA	16	(	PHC-120.6	)	225,0cm	9,2%
VIGA	17	(	PHC-120.6	)	225,0cm	11,9%
VIGA	18	(	PHC-120.6	)	225,0cm	14,4%
VIGA	19	(	PHC-120.6	)	225,0cm	16,6%
VIGA	20	(	PHC-120.6	)	225,0cm	18,0%
VIGA	23	(	PHC-120.6	)	225,0cm	12,8%
VIGA	24	(	PHC-120.6	)	225,0cm	11,1%
VIGA	25	(	PHC-120.6	)	225,0cm	9,0%
VIGA	26	(	PHC-120.6	)	225,0cm	7,2%
VIGA	27	(	PHC-120.6	)	225,0cm	6,6%
VIGA	28	(	PHC-120.6	)	225,0cm	6,3%
VIGA	29	(	PHC-120.6	)	225,0cm	6,3%
VIGA	30	(	PHC-120.6	)	225,0cm	7,4%
VIGA	31	(	PHC-120.6	)	225,0cm	9,3%
VIGA	32	(	PHC-120.6	)	225,0cm	10,8%
VIGA	33	(	PHC-120.6	)	225,0cm	12,6%
VIGA	34	(	PHC-120.6	)	225,0cm	13,4%
VIGA	35	(	PHC-120.6	)	225,0cm	12,1%
VIGA	36	(	PHC-120.6	)	225,0cm	17,1%
VIGA	38	(	PHC-120.6	)	218,0cm	18,8%
VIGA	40	(	PHC-120.6	)	218,0cm	15,2%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela N°1

## 2. PILARES

PILAR 21	(	RS-200_30	)	122,8cm	23,4%
PILAR 22	(	RS-200_30	)	122,8cm	19,9%
PILAR 41	(	RS-200_30	)	122,8cm	19,2%
PILAR 42	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,2%
PILAR 43	(	RS-200_30	)	122,8cm	13,3%
PILAR 44	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,5%
PILAR 45	(	RS-200_30	)	122,8cm	6,9%
PILAR 46	(	RS-200_30	)	122,8cm	1,9%
PILAR 47	(	RS-200_30	)	122,8cm	3,5%
PILAR 48	(	RS-200_30	)	122,8cm	1,8%
PILAR 49	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,7%
PILAR 50	(	RS-200_30	)	122,8cm	5,2%
PILAR 51	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,2%
PILAR 52	(	RS-200_30	)	122,8cm	11,2%
PILAR 53	(	RS-200_30	)	122,8cm	14,3%
PILAR 54	(	RS-200_30	)	122,8cm	17,7%
PILAR 56	(	RS-200_30	)	122,8cm	19,6%
PILAR 57	(	RS-200_30	)	122,8cm	23,7%
PILAR 58	(	RS-200_30	)	122,8cm	14,5%
PILAR 59	(	RS-200_30	)	122,8cm	18,9%
PILAR 60	(	RS-200_30	)	122,8cm	11,2%
PILAR 61	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,4%
PILAR 62	(	RS-200_30	)	122,8cm	5,5%
PILAR 63	(	RS-200_30	)	122,8cm	3,7%
PILAR 64	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,6%
PILAR 65	(	RS-200_30	)	122,8cm	3,8%
PILAR 66	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,5%
PILAR 67	(	RS-200_30	)	122,8cm	7,2%
PILAR 68	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,7%
PILAR 69	(	RS-200_30	)	122,8cm	13,4%
PILAR 70	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,3%
PILAR 71	(	RS-200_30	)	122,8cm	19,5%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela Nº1

### 3. DIAGONALES

DIAG. 1	(	HEB-240	)	96,0cm	5,5%
DIAG. 2	(	HEB-240	)	96,0cm	5,7%
DIAG. 3	(	PHC-120.6	)	8,1cm	36,3%
DIAG. 4	(	PHC-120.6	)	259,4cm	17,5%
DIAG. 5	(	PHC-120.6	)	251,3cm	38,5%
DIAG. 6	(	PHC-120.6	)	259,4cm	16,5%
DIAG. 37	(	PHC-120.6	)	8,1cm	39,2%
DIAG. 39	(	PHC-120.6	)	251,3cm	38,1%
DIAG. 55	(	RS-200_30	)	129,1cm	71,8%
DIAG. 72	(	RS-200_30	)	125,1cm	55,0%
DIAG. 73	(	RS-200_30	)	100,0cm	49,3%
DIAG. 74	(	RS-200_30	)	100,0cm	59,0%
DIAG. 75	(	RS-200_30	)	100,0cm	65,7%
DIAG. 76	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,1%
DIAG. 77	(	RS-200_30	)	100,0cm	71,9%
DIAG. 78	(	RS-200_30	)	100,0cm	68,7%
DIAG. 79	(	RS-200_30	)	100,0cm	62,7%
DIAG. 80	(	RS-200_30	)	100,0cm	65,8%
DIAG. 81	(	RS-200_30	)	100,0cm	63,1%
DIAG. 82	(	RS-200_30	)	100,0cm	55,2%
DIAG. 83	(	RS-200_30	)	100,0cm	45,0%
DIAG. 84	(	RS-200_30	)	100,0cm	32,6%
DIAG. 85	(	RS-200_30	)	96,0cm	15,9%
DIAG. 86	(	RS-200_30	)	129,1cm	30,4%
DIAG. 87	(	RS-200_30	)	125,1cm	48,8%
DIAG. 88	(	RS-200_30	)	100,0cm	50,7%
DIAG. 89	(	RS-200_30	)	100,0cm	60,0%
DIAG. 90	(	RS-200_30	)	100,0cm	66,6%
DIAG. 91	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,8%
DIAG. 92	(	RS-200_30	)	100,0cm	72,6%
DIAG. 93	(	RS-200_30	)	100,0cm	69,3%
DIAG. 94	(	RS-200_30	)	100,0cm	63,3%
DIAG. 95	(	RS-200_30	)	100,0cm	66,5%
DIAG. 96	(	RS-200_30	)	100,0cm	63,8%
DIAG. 97	(	RS-200_30	)	100,0cm	55,8%
DIAG. 98	(	RS-200_30	)	100,0cm	45,5%
DIAG. 99	(	RS-200_30	)	100,0cm	32,9%
DIAG. 100	(	RS-200_30	)	96,0cm	15,8%
DIAG. 101	(	HEB-240	)	100,0cm	9,1%
DIAG. 102	(	HEB-240	)	100,0cm	15,0%
DIAG. 103	(	HEB-240	)	100,0cm	19,6%
DIAG. 104	(	HEB-240	)	100,0cm	23,1%
DIAG. 105	(	HEB-240	)	100,0cm	27,4%
DIAG. 106	(	HEB-240	)	100,0cm	30,7%
DIAG. 107	(	HEB-240	)	100,0cm	30,4%
DIAG. 108	(	HEB-240	)	100,0cm	29,3%
DIAG. 109	(	HEB-240	)	100,0cm	27,5%
DIAG. 110	(	HEB-240	)	100,0cm	24,7%
DIAG. 111	(	HEB-240	)	100,0cm	20,7%
DIAG. 112	(	HEB-240	)	100,0cm	19,8%
DIAG. 113	(	HEB-240	)	125,1cm	14,9%
DIAG. 114	(	HEB-240	)	129,1cm	3,6%
DIAG. 115	(	HEB-240	)	100,0cm	9,1%
DIAG. 116	(	HEB-240	)	100,0cm	15,0%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela N°1

DIAG. 117	(	HEB-240	)	100,0cm	19,7%
DIAG. 118	(	HEB-240	)	100,0cm	23,4%
DIAG. 119	(	HEB-240	)	100,0cm	27,9%
DIAG. 120	(	HEB-240	)	100,0cm	31,1%
DIAG. 121	(	HEB-240	)	100,0cm	30,7%
DIAG. 122	(	HEB-240	)	100,0cm	29,7%
DIAG. 123	(	HEB-240	)	100,0cm	27,9%
DIAG. 124	(	HEB-240	)	100,0cm	25,1%
DIAG. 125	(	HEB-240	)	100,0cm	21,1%
DIAG. 126	(	HEB-240	)	100,0cm	20,3%
DIAG. 127	(	HEB-240	)	125,1cm	15,5%
DIAG. 128	(	HEB-240	)	129,1cm	5,4%
DIAG. 129	(	RS-200_30	)	157,9cm	21,1%
DIAG. 130	(	RS-200_30	)	160,7cm	18,9%
DIAG. 131	(	RS-200_30	)	160,6cm	15,9%
DIAG. 132	(	RS-200_30	)	160,7cm	13,1%
DIAG. 133	(	RS-200_30	)	160,6cm	10,4%
DIAG. 134	(	RS-200_30	)	160,7cm	7,4%
DIAG. 135	(	RS-200_30	)	78,1cm	6,2%
DIAG. 136	(	RS-200_30	)	80,4cm	3,4%
DIAG. 137	(	RS-200_30	)	156,1cm	2,3%
DIAG. 138	(	RS-200_30	)	156,1cm	2,4%
DIAG. 139	(	RS-200_30	)	156,1cm	4,4%
DIAG. 140	(	RS-200_30	)	156,1cm	7,2%
DIAG. 141	(	RS-200_30	)	156,1cm	10,7%
DIAG. 142	(	RS-200_30	)	156,1cm	14,2%
DIAG. 143	(	RS-200_30	)	86,4cm	19,3%
DIAG. 144	(	RS-200_30	)	87,7cm	19,4%
DIAG. 145	(	RS-200_30	)	80,4cm	5,9%
DIAG. 146	(	RS-200_30	)	78,1cm	3,4%
DIAG. 147	(	RS-200_30	)	156,1cm	7,2%
DIAG. 148	(	RS-200_30	)	156,1cm	10,0%
DIAG. 149	(	RS-200_30	)	156,1cm	12,6%
DIAG. 150	(	RS-200_30	)	156,1cm	15,4%
DIAG. 151	(	RS-200_30	)	156,1cm	18,5%
DIAG. 152	(	RS-200_30	)	153,8cm	20,9%
DIAG. 153	(	RS-200_30	)	160,7cm	2,3%
DIAG. 154	(	RS-200_30	)	160,6cm	2,6%
DIAG. 155	(	RS-200_30	)	160,7cm	4,6%
DIAG. 156	(	RS-200_30	)	160,6cm	7,7%
DIAG. 157	(	RS-200_30	)	160,7cm	11,3%
DIAG. 158	(	RS-200_30	)	160,6cm	14,9%
DIAG. 159	(	RS-200_30	)	89,0cm	19,2%
DIAG. 160	(	RS-200_30	)	90,4cm	18,9%
DIAG. 161	(	RS-200_30	)	87,7cm	18,7%
DIAG. 162	(	RS-200_30	)	86,3cm	17,0%
DIAG. 163	(	RS-200_30	)	78,0cm	6,2%
DIAG. 164	(	RS-200_30	)	80,3cm	3,3%
DIAG. 165	(	RS-200_30	)	78,0cm	3,5%
DIAG. 166	(	RS-200_30	)	80,3cm	6,0%
DIAG. 167	(	RS-200_30	)	90,4cm	18,4%
DIAG. 168	(	RS-200_30	)	88,9cm	16,7%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela Nº2

### 1. VIGAS

VIGA	4	(	PHC-120.6	)	135,0cm	8,8%
VIGA	9	(	RS-200_30	)	5,0cm	21,0%
VIGA	11	(	PHC-120.6	)	135,0cm	21,1%
VIGA	15	(	PHC-120.6	)	135,0cm	15,7%
VIGA	17	(	PHC-120.6	)	135,0cm	23,1%
VIGA	21	(	PHC-120.6	)	135,0cm	17,3%
VIGA	25	(	PHC-120.6	)	135,0cm	22,4%
VIGA	29	(	PHC-120.6	)	135,0cm	17,1%
VIGA	33	(	PHC-120.6	)	135,0cm	20,5%
VIGA	37	(	PHC-120.6	)	135,0cm	15,6%
VIGA	41	(	PHC-120.6	)	135,0cm	18,0%
VIGA	45	(	PHC-120.6	)	135,0cm	13,7%
VIGA	49	(	PHC-120.6	)	135,0cm	15,2%
VIGA	53	(	PHC-120.6	)	135,0cm	11,6%
VIGA	57	(	PHC-120.6	)	135,0cm	12,1%
VIGA	61	(	PHC-120.6	)	135,0cm	9,0%
VIGA	65	(	PHC-120.6	)	135,0cm	8,9%
VIGA	69	(	PHC-120.6	)	135,0cm	6,0%
VIGA	73	(	PHC-120.6	)	135,0cm	5,9%
VIGA	78	(	PHC-120.6	)	135,0cm	3,8%
VIGA	83	(	PHC-120.6	)	135,0cm	6,3%
VIGA	88	(	PHC-120.6	)	135,0cm	3,7%
VIGA	93	(	PHC-120.6	)	135,0cm	9,1%
VIGA	97	(	PHC-120.6	)	135,0cm	7,0%
VIGA	101	(	PHC-120.6	)	135,0cm	12,1%
VIGA	105	(	PHC-120.6	)	135,0cm	10,1%
VIGA	109	(	PHC-120.6	)	135,0cm	14,9%
VIGA	113	(	PHC-120.6	)	135,0cm	13,0%
VIGA	117	(	PHC-120.6	)	135,0cm	17,5%
VIGA	121	(	PHC-120.6	)	135,0cm	15,3%
VIGA	125	(	PHC-120.6	)	135,0cm	19,6%
VIGA	129	(	PHC-120.6	)	135,0cm	16,9%
VIGA	133	(	PHC-120.6	)	135,0cm	21,0%
VIGA	137	(	PHC-120.6	)	135,0cm	18,2%
VIGA	141	(	PHC-120.6	)	135,0cm	21,0%
VIGA	145	(	PHC-120.6	)	135,0cm	19,4%
VIGA	149	(	PHC-120.6	)	135,0cm	16,9%
VIGA	150	(	RS-200_30	)	5,0cm	19,0%
VIGA	151	(	PHC-120.6	)	135,0cm	16,2%
VIGA	157	(	PHC-120.6	)	135,0cm	5,9%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela N°2

## 2. PILARES

PILAR	3	(	RS-200_30	)	122,8cm	17,9%
PILAR	7	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,0%
PILAR	10	(	RS-200_30	)	122,8cm	20,0%
PILAR	14	(	RS-200_30	)	122,8cm	13,7%
PILAR	20	(	RS-200_30	)	122,8cm	11,8%
PILAR	24	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,4%
PILAR	28	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,3%
PILAR	32	(	RS-200_30	)	122,8cm	14,3%
PILAR	36	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,7%
PILAR	40	(	RS-200_30	)	122,8cm	12,4%
PILAR	44	(	RS-200_30	)	122,8cm	7,1%
PILAR	48	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,6%
PILAR	52	(	RS-200_30	)	122,8cm	5,6%
PILAR	56	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,7%
PILAR	60	(	RS-200_30	)	122,8cm	4,4%
PILAR	64	(	RS-200_30	)	122,8cm	6,9%
PILAR	68	(	RS-200_30	)	122,8cm	3,1%
PILAR	72	(	RS-200_30	)	122,8cm	4,5%
PILAR	76	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,9%
PILAR	81	(	RS-200_30	)	122,8cm	1,8%
PILAR	86	(	RS-200_30	)	122,8cm	1,9%
PILAR	91	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,9%
PILAR	95	(	RS-200_30	)	122,8cm	4,8%
PILAR	99	(	RS-200_30	)	122,8cm	2,3%
PILAR	103	(	RS-200_30	)	122,8cm	6,9%
PILAR	107	(	RS-200_30	)	122,8cm	3,8%
PILAR	111	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,7%
PILAR	115	(	RS-200_30	)	122,8cm	5,1%
PILAR	119	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,6%
PILAR	123	(	RS-200_30	)	122,8cm	6,8%
PILAR	127	(	RS-200_30	)	122,8cm	12,5%
PILAR	131	(	RS-200_30	)	122,8cm	8,4%
PILAR	135	(	RS-200_30	)	122,8cm	14,3%
PILAR	139	(	RS-200_30	)	122,8cm	10,1%
PILAR	143	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,4%
PILAR	147	(	RS-200_30	)	122,8cm	12,0%
PILAR	153	(	RS-200_30	)	122,8cm	13,6%
PILAR	156	(	RS-200_30	)	122,8cm	20,1%
PILAR	160	(	RS-200_30	)	122,8cm	16,2%
PILAR	162	(	RS-200_30	)	122,8cm	18,2%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela Nº2

### 3. DIAGONALES

DIAG. 1	(	HEB-240	)	95,0cm	4,8%
DIAG. 2	(	PHC-120.6	)	165,1cm	11,6%
DIAG. 5	(	HEB-240	)	100,0cm	13,0%
DIAG. 6	(	RS-200_30	)	153,7cm	13,8%
DIAG. 8	(	PHC-120.6	)	165,1cm	21,2%
DIAG. 12	(	HEB-240	)	100,0cm	18,7%
DIAG. 13	(	RS-200_30	)	156,7cm	13,3%
DIAG. 16	(	HEB-240	)	100,0cm	4,8%
DIAG. 18	(	HEB-240	)	100,0cm	17,4%
DIAG. 19	(	RS-200_30	)	156,7cm	11,8%
DIAG. 22	(	HEB-240	)	100,0cm	9,1%
DIAG. 23	(	RS-200_30	)	159,9cm	16,1%
DIAG. 26	(	HEB-240	)	100,0cm	21,6%
DIAG. 27	(	RS-200_30	)	156,7cm	9,8%
DIAG. 30	(	HEB-240	)	100,0cm	13,6%
DIAG. 31	(	RS-200_30	)	156,7cm	14,3%
DIAG. 34	(	HEB-240	)	100,0cm	25,0%
DIAG. 35	(	RS-200_30	)	156,7cm	8,5%
DIAG. 38	(	HEB-240	)	100,0cm	18,0%
DIAG. 39	(	RS-200_30	)	156,7cm	12,8%
DIAG. 42	(	HEB-240	)	100,0cm	27,5%
DIAG. 43	(	RS-200_30	)	156,7cm	7,4%
DIAG. 46	(	HEB-240	)	100,0cm	21,8%
DIAG. 47	(	RS-200_30	)	156,7cm	11,5%
DIAG. 50	(	HEB-240	)	100,0cm	29,4%
DIAG. 51	(	RS-200_30	)	156,7cm	6,4%
DIAG. 54	(	HEB-240	)	100,0cm	24,8%
DIAG. 55	(	RS-200_30	)	156,7cm	10,0%
DIAG. 58	(	HEB-240	)	100,0cm	30,6%
DIAG. 59	(	RS-200_30	)	156,7cm	5,3%
DIAG. 62	(	HEB-240	)	100,0cm	27,1%
DIAG. 63	(	RS-200_30	)	156,7cm	8,5%
DIAG. 66	(	HEB-240	)	100,0cm	32,0%
DIAG. 67	(	RS-200_30	)	156,7cm	4,1%
DIAG. 70	(	HEB-240	)	100,0cm	29,4%
DIAG. 71	(	RS-200_30	)	156,7cm	7,0%
DIAG. 74	(	HEB-240	)	100,0cm	32,2%
DIAG. 75	(	RS-200_30	)	156,7cm	2,7%
DIAG. 77	(	RS-200_30	)	76,1cm	4,0%
DIAG. 79	(	HEB-240	)	100,0cm	32,3%
DIAG. 80	(	RS-200_30	)	156,7cm	5,3%
DIAG. 82	(	RS-200_30	)	76,1cm	5,7%
DIAG. 84	(	HEB-240	)	100,0cm	29,3%
DIAG. 85	(	RS-200_30	)	74,6cm	5,5%
DIAG. 87	(	RS-200_30	)	160,0cm	5,2%
DIAG. 89	(	HEB-240	)	100,0cm	32,2%
DIAG. 90	(	RS-200_30	)	74,6cm	4,3%
DIAG. 92	(	RS-200_30	)	160,0cm	2,8%
DIAG. 94	(	HEB-240	)	100,0cm	27,0%
DIAG. 96	(	RS-200_30	)	160,0cm	6,8%
DIAG. 98	(	HEB-240	)	100,0cm	30,7%
DIAG. 100	(	RS-200_30	)	160,0cm	4,1%
DIAG. 102	(	HEB-240	)	100,0cm	24,9%
DIAG. 104	(	RS-200_30	)	160,0cm	8,4%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada "AAI.II.13 INFIERNO"  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela Nº2

DIAG. 106	(	HEB-240	)	100,0cm	29,5%
DIAG. 108	(	RS-200_30	)	160,0cm	5,5%
DIAG. 110	(	HEB-240	)	100,0cm	22,0%
DIAG. 112	(	RS-200_30	)	160,0cm	9,9%
DIAG. 114	(	HEB-240	)	100,0cm	27,6%
DIAG. 116	(	RS-200_30	)	160,0cm	6,7%
DIAG. 118	(	HEB-240	)	100,0cm	18,3%
DIAG. 120	(	RS-200_30	)	160,0cm	11,4%
DIAG. 122	(	HEB-240	)	100,0cm	25,1%
DIAG. 124	(	RS-200_30	)	160,0cm	7,8%
DIAG. 126	(	HEB-240	)	100,0cm	13,9%
DIAG. 128	(	RS-200_30	)	160,0cm	12,8%
DIAG. 130	(	HEB-240	)	100,0cm	21,8%
DIAG. 132	(	RS-200_30	)	160,0cm	8,7%
DIAG. 134	(	HEB-240	)	100,0cm	9,2%
DIAG. 136	(	RS-200_30	)	160,0cm	14,4%
DIAG. 138	(	HEB-240	)	100,0cm	17,6%
DIAG. 140	(	RS-200_30	)	160,0cm	9,6%
DIAG. 142	(	HEB-240	)	100,0cm	4,8%
DIAG. 144	(	RS-200_30	)	163,3cm	16,3%
DIAG. 146	(	HEB-240	)	100,0cm	18,9%
DIAG. 148	(	RS-200_30	)	160,1cm	11,8%
DIAG. 152	(	HEB-240	)	100,0cm	13,2%
DIAG. 154	(	RS-200_30	)	160,0cm	13,6%
DIAG. 155	(	PHC-120.6	)	165,1cm	20,8%
DIAG. 158	(	PHC-120.6	)	165,1cm	9,9%
DIAG. 159	(	HEB-240	)	95,0cm	5,4%
DIAG. 161	(	RS-200_30	)	156,8cm	14,6%
DIAG. 163	(	RS-200_30	)	95,0cm	13,1%
DIAG. 164	(	RS-200_30	)	100,0cm	27,5%
DIAG. 165	(	RS-200_30	)	105,0cm	15,8%
DIAG. 166	(	RS-200_30	)	100,0cm	38,5%
DIAG. 167	(	RS-200_30	)	100,0cm	48,2%
DIAG. 168	(	RS-200_30	)	100,0cm	29,1%
DIAG. 169	(	RS-200_30	)	100,0cm	56,7%
DIAG. 170	(	RS-200_30	)	100,0cm	40,5%
DIAG. 171	(	RS-200_30	)	100,0cm	63,6%
DIAG. 172	(	RS-200_30	)	100,0cm	50,3%
DIAG. 173	(	RS-200_30	)	100,0cm	68,9%
DIAG. 174	(	RS-200_30	)	100,0cm	58,6%
DIAG. 175	(	RS-200_30	)	100,0cm	72,5%
DIAG. 176	(	RS-200_30	)	100,0cm	65,1%
DIAG. 177	(	RS-200_30	)	100,0cm	74,3%
DIAG. 178	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,2%
DIAG. 179	(	RS-200_30	)	100,0cm	71,7%
DIAG. 180	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,7%
DIAG. 181	(	RS-200_30	)	100,0cm	67,5%
DIAG. 182	(	RS-200_30	)	100,0cm	67,7%
DIAG. 183	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,6%
DIAG. 184	(	RS-200_30	)	100,0cm	72,1%
DIAG. 185	(	RS-200_30	)	100,0cm	70,1%
DIAG. 186	(	RS-200_30	)	100,0cm	74,8%
DIAG. 187	(	RS-200_30	)	100,0cm	65,0%
DIAG. 188	(	RS-200_30	)	100,0cm	73,0%
DIAG. 189	(	RS-200_30	)	100,0cm	58,5%
DIAG. 190	(	RS-200_30	)	100,0cm	69,5%
DIAG. 191	(	RS-200_30	)	100,0cm	50,3%

## Comprobación Secciones Acero

**PROYECTO:** Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada “AAI.II.13 INFIERNO”  
(Donostia)

**ESTRUCTURA:** Pasarela N°2

DIAG. 192	(	RS-200_30	)	100,0cm	64,2%
DIAG. 193	(	RS-200_30	)	100,0cm	40,5%
DIAG. 194	(	RS-200_30	)	100,0cm	57,3%
DIAG. 195	(	RS-200_30	)	100,0cm	29,1%
DIAG. 196	(	RS-200_30	)	100,0cm	48,9%
DIAG. 197	(	RS-200_30	)	105,0cm	15,8%
DIAG. 198	(	RS-200_30	)	100,0cm	39,3%
DIAG. 199	(	RS-200_30	)	100,0cm	28,3%
DIAG. 200	(	RS-200_30	)	95,0cm	13,5%
DIAG. 201	(	RS-200_30	)	84,0cm	5,2%
DIAG. 202	(	RS-200_30	)	82,3cm	3,6%
DIAG. 203	(	RS-200_30	)	82,3cm	5,2%
DIAG. 204	(	RS-200_30	)	84,0cm	3,5%

Listado Reacciones

PROYECTO: Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada “AAI.II.13 INFIERNO”  
(Donostia)

ESTRUCTURA: Pasarela N°1

Reacciones. Ejes generales, Acero, E.L.U., mayoradas

Nudo	Pilar	Tipo	Hip	Id	Mx(mT)	My	Mz	Fx(T)	Fy	Fz
2	56	_yz____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+17,09	+2,12
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	-2,12
3	21	xy____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+20,63	+0,00
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00
4	22	_yz____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+17,65	+1,57
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	-1,57
5	57	_y____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+21,21	+0,00
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00

Listado Reacciones

PROYECTO: Proyecto de urbanización del ámbito de actuación integrada “AAI.II.13 INFIERNO”  
(Donostia)

ESTRUCTURA: Pasarela Nº2

Reacciones. Ejes generales, Acero, E.L.U., mayoradas

Nudo	Pilar	Tipo	Hip	Id	Mx(mT)	My	Mz	Fx(T)	Fy	Fz
1	3	_yz____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+15,08	+2,40
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	-2,40
4	10	_y____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+16,89	+0,00
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00
59	156	xy____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+17,28	+0,00
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00
62	162	_yz____	+	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+15,47	+2,00
			-	A	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	-2,00

# **CÁLCULO DE MUROS “ESTRIBOS”**

### Características geométricas del muro

Altura muro	H	1,15	m
Ancho en coronación	c	0,65	m
Vuelo trasdós	$v_t$	0,50	m
Vuelo intrasdós	$v_i$	0,50	m
Canto zapata	d	0,50	m
Ancho total de la zapata	B	1,65	m

### Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	1,00	t/m <sup>2</sup>
Carga vertical en coronación	$F_v$	9,80	t
Carga horizontal en coronación	$F_h$	2,00	t
Momento en coronación	M	0,50	t.m

### Resultantes

Resultante horizontal	3,555
Resultante vertical	15,098
Momento volcador	4,506
Momento estabilizador	12,858
Momento en centro zapata	4,104

### Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,85
Coef. Seg. al deslizamiento	2,02

### Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm <sup>2</sup> )	1,82
Tensión en B (Kp/cm <sup>2</sup> )	0,01
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,65
Ancho de la zapata (m)	1,65

### Características de los materiales

Resistencia del hormigón	$f_{ck}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	250
Resistencia del acero	$f_{yk}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	5100

### Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	$\gamma_c$	1,5
Coef. minoración del acero	$\gamma_s$	1,15

Coef. cargas desfavorables	$\gamma_{fq}$	1,6
Coef. cargas ctes favorables	$\gamma_{fq}$	0,9

### Cuantías mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantia min vert alzado	0,9
Cuantia min horiz alzado	3,2
Cuantia min long zapata	1,8
Cuantia min transversal zapata	1,8

### FLEXIÓN

Armaduras longitudinales		Md	n	$\phi$	As nec	As total
Armadura vertical trasdos	n1	5,15	6,67	16,00	9,771	13,411
Armadura vertical intrados	n2	-	6,67	16,00	2,745	13,411
Armadura longitudinal en zapata	n3	3,27361	5,00	16,00	7,516	10,053
Armadura longitudinal en zapata	n4	0,46960	5,00	16,00	7,516	10,053
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	6,67	16,00	10,400	13,411
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5'	-	6,67	16,00	10,400	13,411
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	5,00	16,00	4,500	10,053

### CORTANTE

	Canto útil	Vd	$\xi$	$\rho$	Vcu
S1	0,61	3,68	1,57	0,002	20,32
S2	0,61	4,26	1,57	0,002	20,32
S3	0,46	0,83	1,66	0,002	16,13
S4	0,46	0,21	1,66	0,002	16,13