

ANEJO Nº 2 CÁLCULO ESTRUCTURAL

Contenido	
ANEJO Nº 2 CÁLCULO ESTRUCTURAL	1
1 OBJETO	3
2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	3
3 BASES DE CÁLCULO	4
3.1 NORMATIVA	4
3.2 MATERIALES	4
3.2.1 ACERO ESTRUCTURAL S275JR	4
3.2.2 ACERO ARMADURA PASIVA (BARRAS CORRUGADO B500SD).....	4
3.2.3 HORMIGÓN ARMADO	4
3.2.4 HORMIGÓN DE LIMPIEZA	4
3.2.5 MADERA	4
3.3 ACCIONES	5
3.3.1 ACCIONES PERMANENTES (G)	5
3.3.1.1 PESO PROPIO (PP).....	5
3.3.1.2 CARGAS MUERTAS (CM).....	5
3.3.2 ACCIONES VARIABLES (Q)	5
3.3.2.1 SOBRECARGA DE USO.....	5
3.3.2.2 VIENTO	5
3.3.2.3 ACCIÓN TÉRMICA	9
3.3.2.4 NIEVE	11
3.3.3 ACCIONES ACCIDENTALES	11
3.3.3.1 IMPACTOS.....	11
3.3.3.1 ACCIÓN SISMICA.....	11
3.4 BASE PARA LA COMBINACIÓN DE ACCIONES	12
3.4.1 VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES	12
3.4.1.1 VALOR REPRESENTATIVO DE LAS ACCIONES PERMANENTES.....	12
3.4.1.2 VALOR REPRESENTATIVO DE LAS ACCIONES VARIABLES.....	12
3.4.2 VALOR DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES	12
3.4.2.1 VALOR DE CÁLCULO PARA COMPROBACIONES EN ELU	12
3.4.2.2. VALOR DE CÁLCULO PARA COMPROBACIONES EN ELS	13
3.4.3 COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	13
3.4.3.1 COMBINACIONES PARA COMPROBACIONES EN ELU	13
3.4.3.2 COMBINACIONES PARA COMPROBACIONES EN ELS.....	14
4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	15
4.1 DESCRIPCIÓN MODELO DE CÁLCULO Y GEOMETRÍA.....	15
4.1.1 COORDENADAS NUDOS.....	15
4.1.2 GEOMETRÍA BARRAS	16
4.1.3.1 VIGAS INFERIOR Y SUPERIOR.....	17
4.1.3.2 CELOSÍA INFERIOR Y SUPERIOR	17
4.1.3.3 CELOSÍA LATERAL	17
4.2 CARGAS	18
4.2.1 COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	18
4.2.1.1 COMBINACIONES ELU.....	18
4.2.1.2 COMBINACIONES ELS	20
4.3 COMPROBACIÓN ELU	20
4.4 COMPROBACIÓN ELS.....	23
4.4.1 CRITERIOS RELATIVOS A FLECHAS	23
4.4.1.1 DEFORMACIONES.....	23
4.4.1.2 CONTRAFLECHAS DE EJECUCIÓN	23
5. APARATOS DE APOYO	24
5.1 APOYOS LATERAL	24
5.2 APOYOS CENTRALES.....	24

1 OBJETO

En el siguiente anejo se tratará de describir la estructura y verificar la resistencia de todos los elementos que la componen mediante el estudio de cálculos y comprobaciones.

2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

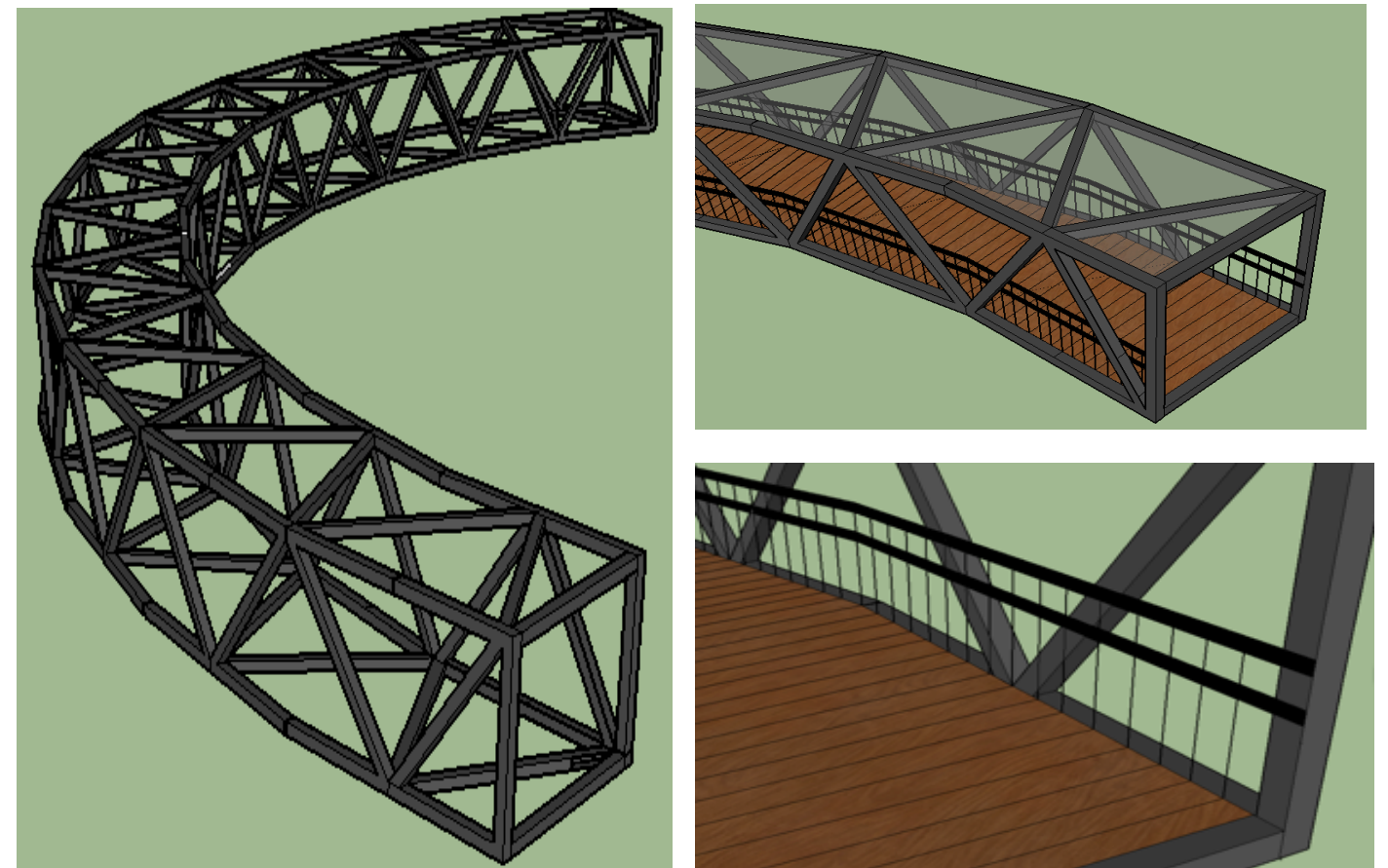
La solución estructural que se ha llevado a cabo para la pasarela el Molino tiene una alineación en planta curva de 28,5m de radio exterior y con un ancho útil en el tablero de 3,15m.

La estructura se divide en dos tramos de 26 metros y forma un arco total de 119°. Está constituida por cuatro celosías (2 en planta a cota $z=0$ y $z=3$, y otras dos a los laterales), de esta manera le permite disponer de cubierta para resguardarse del sol y la lluvia.

El pavimento lo conforman lamas de madera de teca de 3mm de espesor, 3,15m de largo y ancho variable debido al tablero curvo. Las lamas de madera se apoyan sobre largueros metálicos, y estos a su vez soldados a los perfiles de la celosía del tablero. La cara superior de las lamas y las de las vigas longitudinales quedan enrasadas.

Las rampas de hormigón armado son estructuras independientes a la estructura, dando acceso a la isla central y ambos márgenes del barranco

Las barandillas serán de perfiles metálicos para los montantes y tubos de acero para los pasamanos.



3 BASES DE CÁLCULO

3.1 NORMATIVA

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-2011
- Instrucción de acero estructural EAE-11
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08
- Guía de cimentaciones en obras de carretera (2009)
- Norma de construcción sismorresistente: Puentes NCSP-07
- Documento básico SE-M
- CTE Acero Estructural

3.2 MATERIALES

Los materiales empleados en la estructura son los siguientes:

3.2.1 ACERO ESTRUCTURAL S275JR

Empleado en todos los elementos que constituyen la celosía.

- Módulo de elasticidad $E= 210000\text{N/mm}^2$
- Módulo de rigidez $G= 81000\text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson $\nu= 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica $\alpha=1.2\cdot10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Densidad $\rho= 7850\text{ kg/m}^3$

Límite elástico mínimo y resistencia a tracción (N/mm²)

Tipo	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	f _y	f _t	f _y	f _t
S 235	235	360 < f _t < 510	215	360 < f _t < 510
S 275	275	430 < f _t < 580	255	410 < f _t < 560
S 355	355	490 < f _t < 680	335	470 < f _t < 630

3.2.2 ACERO ARMADURA PASIVA (BARRAS CORRUGADO B500SD)

Empleado en los encepados, pilotes y rampas

- Límite elástico $f_y\geq500\text{ MPa}$
- Carga unitaria de rotura $f_s\geq575\text{ MPa}$
- Alargamiento de rotura $\epsilon_{u,5}\geq16\%$
- Alargamiento total bajo carga máxima $\epsilon_{m\acute{a}x}\geq7.5\%$
- Relación f_s/f_y $1.15\geq f_s/f_y \geq1.35$
- Relación $f_{y\text{ real}}/f_{y\text{ nominal}}$ $f_{y\text{ real}}/f_{y\text{ nominal}}\leq1.25$

3.2.3 HORMIGÓN ARMADO

- Módulo de elasticidad secante a 28 días $E_{cm}=27.264\text{ MPa}$
- Módulo de elasticidad tangente a 28 días $E_m=32.035\text{ MPa}$
- Coeficiente de Poisson $\nu=0.2$
- Coeficiente de dilatación térmica $\alpha=1\cdot10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Peso específico 25 kN/m^3
- Resistencia característica 25 MPa
- Hormigón usado en los pilotes HA-25/F/25/IIa+Qa
- Hormigón usado en las rampas y encepados HA-25/B/25/IIb

3.2.4 HORMIGÓN DE LIMPIEZA

Hormigón de 10 cm de espesor, que ofrece rigidez, uniformidad, limpieza y nivelación a la superficie inferior de las rampas y cimentación

3.2.5 MADERA

Empleada para el pavimento madera de teca debido a su resistencia y bajo deterioro.

Resistencia (característica), en N/mm²

- Flexión $f_{m,k}=40$
- Tracción paralela $f_{tr,0,k}=24$
- Tracción perpendicular $f_{t,90,k}=0,6$
- Compresión paralela $f_{c,0,k}=26$
- Compresión perpendicular $f_{c,90,k}=8,3$
- Cortante $f_{v,k}=4,0$

Rigidez, kN/mm²

- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio}=13$
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentíl $E_{0,k}=10,9$
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio}=0,86$
- Módulo transversal medio $G_{medio}=0,81$

Densidad, kg/m3

- Densidad característica $\rho_k=550$
- Densidad media $\rho_{medio}=660$

3.3 ACCIONES

3.3.1 ACCIONES PERMANENTES (G)

3.3.1.1 PESO PROPIO (PP)

Corresponde al peso de los elementos de la pasarela.

Valor característico	
Acero	78.5 kN/m ³
Hormigón	25 kN/m ³

3.3.1.2 CARGAS MUERTAS (CM)

Corresponde a los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales

En nuestro caso comprende el pavimento, las barandillas, alumbrado, conductos de servicio

Redondeamos a 1kN/m2 para quedarnos del lado de la seguridad.

3.3.2 ACCIONES VARIABLES (Q)

3.3.2.1 SOBRECARGA DE USO

3.3.2.1.1 EMPUJES SOBRE BARANDILLAS

Se adoptará un fuerza horizontal perpendicular al elemento superior de la barandilla, como mínimo de 1,5kN/m

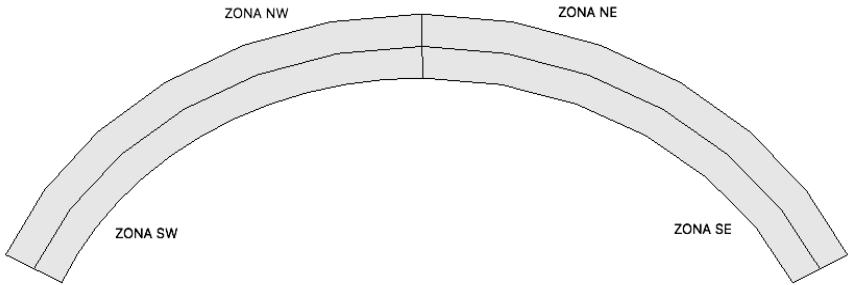
Esta fuerza horizontal se considerará actuando simultáneamente con la sobrecarga uniforme

3.3.2.1.2 SOBRECARGA DE USO ES PASARELAS

Se considerará la acción simultanea de las cargas siguientes:

- A. Carga vertical uniformemente distribuida de 5kN/m2
- B. Fuerza horizontal longitudinal del 10% del total de la carga vertical uniformemente distribuida, actuando en el eje del tablero a nivel de la superficie del pavimento

A priori no se puede definir que parte de la superficie cargada produce esfuerzos más desfavorables, por tanto se ha dividido la superficie total en cuatro zonas distintas, de modo que dispondremos de cuatro sobrecargas de uso en el modelo de cálculo.



3.3.2.2 VIENTO

La acción del viento se asimilará a una carga estática .

3.3.2.2.1 VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO

La velocidad básica fundamental del viento es la velocidad media a lo largo de un período de 10 minutos, con un periodo de retorno T de 50 años, medida con independencia de la dirección del viento y de la época del año en una zona plana y desprotegida frente al viento, equivalente a un entorno de puente tipo II, a una altura de 10 m sobre el suelo.

A partir de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$, se obtendrá la velocidad básica v_b mediante la expresión:

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0}$$

- v_b velocidad básica del viento para un periodo de retorno de 50 años [m/s]
- c_{dir} factor direccional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede tomarse igual a 1,0
- c_{season} factor estacional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede tomarse igual a 1,0
- $v_{b,0}$ velocidad básica fundamental del viento igual a 26[m/s] como indica el mapa de isostacas:



3.3.2.2.2 VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO

La velocidad media del viento $v_m(z)$ a una altura z sobre el terreno dependerá de la rugosidad del terreno, de la topografía y de la velocidad básica del viento v_b , y se determinará según la expresión siguiente:

$$v_m(z) = c_r(z) \, c_o \, v_b(T)$$

donde:

- $v_b(T)$ velocidad básica del viento [m/s]para un período de retorno T
- c_o factor de topografía que se toma igual a 1.0
- $c_r(z)$ factor de rugosidad obtenido de la siguiente fórmula: $c_r(z)=k_r \ln (z/z_o)$
- z altura del punto de aplicación del empuje de viento respecto del terreno
- z_o longitud de la rugosidad
- z_{min} altura mínima
- k_r factor del terreno

El entorno es Tipo II por tratarse de zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados, por tanto lo coeficientes serán:

TIPO DE ENTORNO	k_r	z_o [m]	z_{min} [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

3.3.2.2.3 EMPUJE DEL VIENTO

El empuje producido por el viento se calculará por separado para cada elemento de la pasarela, y se aplicará sobre el centro de gravedad del área de referencia del elemento en cuestión mediante la siguiente fórmula:

$$F_w = [1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2(T)] \, c_e(z) \, c_f \, A_{ref}$$

Donde:

- F_w empuje horizontal del viento [N]
- $1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2(T)$ presión de la velocidad básica del viento q_b [N/mm²]
- ρ Densidad del aire, que se tomará igual a 1.25 kg/m³
- $v_b(T)$ velocidad básica del viento [m/s]para un período de retorno T
- A_{ref} área de referencia
- $c_e(z)$ coeficiente de exposición igual a: $c_e(z) = k_r^2 \left[c_o^2 \ln^2 \left(\frac{z}{z_o} \right) + 7 \, k_r \, c_o \ln \left(\frac{z}{z_o} \right) \right]$

- k_l factor de turbulencia igual a 1,0
- c_f coeficiente de fuerza del elemento considerado según tabla siguiente:

	$\frac{B}{h}$	$\leq 0,2$	0,4	0,6	0,7	1,0	2,0	5,0	$\geq 10,0$
	c_f	2,0	2,2	2,35	2,4	2,1	1,65	1,0	0,9
	$c_f = 1,4$			sección circular con superficie lisa y tal que: $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 0,7$		sección circular con superficie rugosa ¹⁾ , o lisa tal que: $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 1,2$			
	$c_f = 1,8$		$c_f = 1,6$		$c_f = 1,45$		$c_f = 1,3$		
	$c_f = 1,6$		$c_f = 2,2$				$c_f = 2,0$		

3.3.2.2.4 DIRECCIÓN DEL VIENTO

La acción del viento sobre la estructura se considerará en dos direcciones:

- Dirección longitudinal (Y) coincidente con la cuerda que une los dos extremos del puente
- Dirección transversal (X) perpendicular a dicha cuerda. Esta componente podrá ir acompañada de una componente asociada en dirección vertical (Z)

3.3.2.2.5 EMPUJE DEL VIENTO SOBRE TABLEROS

3.3.2.2.5.1 EMPUJE HORIZONTAL (DIRECCIÓN X)

El empuje se calculará de forma independiente para cada celosía en función del área sólida expuesta al viento.

Se supondrá que el efecto de la sobrecarga de uso equivale a un área expuesta cuya altura se considerará igual a 1,25m en pasarelas.

3.3.2.2.5.2 EMPUJE VERTICAL (DIRECCIÓN Z)

Se considerará un empuje vertical dirección Z sobre el tablero actuando en el sentido más desfavorable

3.3.2.2.5.3 MOMENTO DE VUELCO SOBRE EL TABLERO

A falta de datos precisos sobre el momento del vuelco ejercido por la acción combinada de los empujes transversal y vertical de viento sobre tablero, se supondrá que:

- El empuje transversal está aplicado en la media ponderada de las alturas de los centros de gravedad de las diferentes áreas que compongan el primer frente máximo adoptado en el cálculo del área expuesta a la componente horizontal del viento transversal, incluyendo en su caso, el área correspondiente a la sobrecarga de uso.
- El empuje vertical está aplicado a una distancia del borde de barlovento igual a un cuarto de la anchura del tablero.

3.3.2.2.5.4 EMPUJE PROVOCADO POR EL VIENTO LONGITUDINAL (DIRECCIÓN Y)

Se considerará un empuje horizontal paralelo a la cuerda que une los dos extremos del tablero sobre los elementos de desarrollo longitudinal.

Este empuje será una fracción del empuje transversal producido por el viento transversal (dirección X), multiplicado por un coeficiente reductor del 50% por ser elementos que presenten huecos.

3.3.2.2.5.5 EFECTOS AEROELÁSTICOS

A efectos de aplicación de la IAP-11, no será necesario comprobar los efectos aeroelásticos en la pasarela, ya que cumple simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- Luz inferior a 150 m en pasarelas.
- Luz efectiva (máxima distancia entre puntos de momento flector nulo bajo la acción del peso propio) menor que 30 veces el canto.
- Anchura del tablero superior a 1/10 de la distancia entre puntos de momento transversal nulo bajo la acción del viento transversal.

3.3.2.2.5.6 RESULTADOS OBTENIDOS

1. EMPUJE HORIZONTAL CELOSÍA

VELOCIDAD BÁSICA		VELOCIDAD MEDIA		EMPUJE	
Cdir	1	Vb(T)	27,04	p	1,25
Cseason	1	Co	1	kl	1
Vbo	26	Ambiente	II	ce(z)	2
Vb	26	z	5,5	Vb(T)	27,04
k	2	kr	0,19	B	0,25
n	0,5	z0	0,05	h	0,12
T	100	zmin	2	L	106,69
Cprob	1,04	z'	5,5	Cf	1,63
Vb(T)	27,04	cr(z)	0,893	Área	12,803
		Vm(z,T)	24,149	B/h	2,083
				1/2*p*Vb(T)^2	456,98
				Fw (N)	19073,2
				Fw (KN)	19,0732

2. EMPUJE HORIZONTAL TABLERO CON SCU

VELOCIDAD BÁSICA		VELOCIDAD MEDIA		EMPUJE	
Cdir	1	Vb(T)	27,04	p	1,25
Cseason	1	Co	1	kl	1
Vbo	26	Ambiente	II	ce(z)	2
Vb	26	z	4,6	Vb(T)	27,04
k	2	kr	0,19	B	3,5
n	0,5	z0	0,05	h	1,65
T	100	zmin	2	L	52
Cprob	1,04	z'	4,6	Cf	1,63
Vb(T)	27,04	cr(z)	0,859	Área	85,8
		Vm(z,T)	23,231	B/h	2,1212
				1/2*p*Vb(T)^2	456,976
				Fw (N)	127819,84
				Fw (KN)	127,81984

3. EMPUJE HORIZONTAL VIGA SUPERIOR

VELOCIDAD BÁSICA	
Cdir	1
Cseason	1
Vbo	26
Vb	26
k	2
n	0,5
T	100
Cprob	1,04
Vb(T)	27,04

VELOCIDAD MEDIA	
Vb(T)	27,04
Co	1
Ambiente	II
z	7
kr	0,19
z0	0,05
zmin	2
z'	7
cr(z)	0,9389
Vm(z,T)	25,3882

EMPUJE	
p	1,25
kl	1
ce(z)	2
Vb(T)	27,04
B	0,25
h	0,3
L	52
Cf	2,27
Área	15,6
B/h	0,833
$1/2 \cdot p \cdot Vb(T)^2$	456,976
Fw (N)	32364,868
Fw (KN)	32,364868

4. EMPUJE VERTICAL

VELOCIDAD BÁSICA	
Cdir	1
Cseason	1
Vbo	26
Vb	26
k	2
n	0,5
T	59
Cprob	1
Vb(T)	26

VELOCIDAD MEDIA	
Vb(T)	26
Co	1
Ambiente	II
z	4
kr	0,19
z0	0,05
zmin	2
z'	4
cr(z)	0,8326
Vm(z,T)	21,6476

EMPUJE	
p	1,25
kl	1
ce(z)	1,8
$1/2 \cdot p \cdot vb(T)^2$	422,5
cfz	0,9
b	3,5
l	59
área	195,328
Fw(N)	133693
Fw (kN)	133,693

5. EMPUJE LONGITUDINAL

EMPUJE	
Viento Y (KN)	179,258
reducción	50%
z	4
z0	0,05
L	59
L(z)	39,2335
alfa	0,52
roz.	304
Viento X (kN)	64,4079

3.3.2.3 ACCIÓN TÉRMICA

Para evaluar el efecto de la acción térmica se considerará tablero de tipo 1 (tablero de acero /celosía)

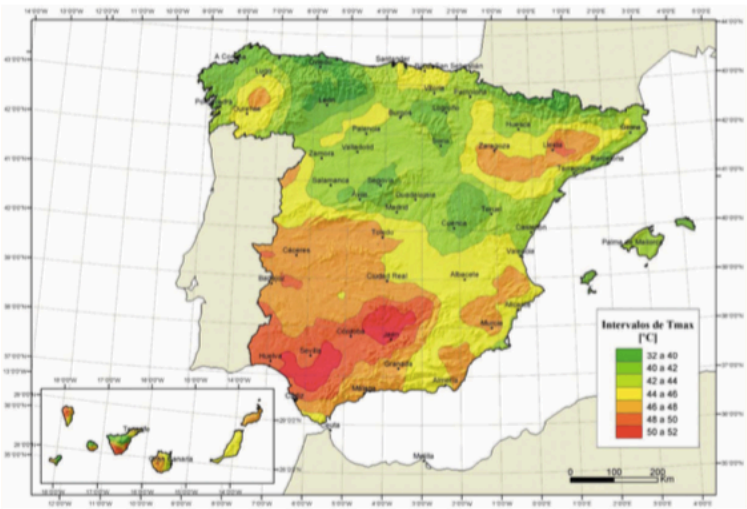
Los valores representativos de la acción térmica se evaluarán considerando la componente uniforme de temperatura y las componentes de la diferencia de temperatura vertical y horizontal.

3.3.2.3.1 COMPONENTE UNIFORME DE LA TEMPERATURA DEL TABLERO

3.3.2.3.1.1 TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA DEL AIRE

Para calcular los efectos de la componente uniforme de temperatura se partirá del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento de la pasarela.

El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra depende del clima y de la altitud y para un periodo de retorno de 50 años será el que se indica en el mapa de isotermas siguiente:



Como valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra, se tomará para un periodo de retorno de 50 años, lo deducido en la siguiente tabla, en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática invern



ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Para periodos de retorno diferentes de 50 años, se deben de ajustar los valores $T_{max,p}$ y $T_{min,p}$ según las expresiones siguientes:

$T_{max,p} = T_{max} \{0.781 - 0.056 \ln[-\ln(1-p)]\}$

$T_{min,p} = T_{min} \{0.393 - 0.156 \ln[-\ln(1-p)]\}$

Siendo p el inverso del período de retorno.

Para situaciones persistentes, se tomará un período de retorno de 100 años.

3.3.2.3.1.2 COMPONENTE UNIFORME DE TEMPERATURA

También denominada temperatura efectiva, tendrá un valor mínimo $T_{e,min}$ y un valor máximo $T_{e,max}$ que se determinarán a partir de la temperatura del aire, mediante las expresiones siguientes:

$T_{e,min} = T_{min} + DT_{e,min}$

$T_{e,max} = T_{max} + DT_{e,max}$

Donde:

TIPO DE TABLERO	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

3.3.2.3.1.3 RANGO DE LA COMPONENTE UNIFORME DE TEMPERATURA

El rango de variación de la componente uniforme de temperatura será:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min}$$

A partir de los valores característicos máximo y mínimo de la componente uniforme de temperatura y a partir de la temperatura inicial T₀ (temperatura media del tablero en el momento en que se coacciona su movimiento de valor 15°C a falta de más información), se obtendrán los rangos de variación térmica que permitan determinar la contracción y la dilatación máxima del tablero, según lo indicado en los párrafos siguientes:

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en dilatación será:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

3.3.2.3.1.4 COMPONENTE DE LA DIFERENCIA VERTICAL DE TEMPERATURA

A lo largo de un periodo de tiempo determinado, el calentamiento y enfriamiento de la cara superior del tablero da lugar a una variación de temperatura en la altura de la sección transversal que tendrá un valor de máximo calentamiento (cara superior más caliente) y un valor de máximo enfriamiento (cara superior más fría).

El efecto de la diferencia vertical de temperatura se debe considerar mediante el empleo de una componente lineal equivalente de la diferencia de temperatura con ΔT_{M,heat} y ΔT_{M,cool}. Estos valores son diferencias de temperatura entre las fibras superior e inferior del tablero.

En nuestro caso, tablero tipo 1, los valores ΔT_{M,heat} y ΔT_{M,cool} serán:

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	ΔT _{M,heat} [°C]	ΔT _{M,cool} [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

El valor de la componente uniforme de temperatura producido por ΔT_{M,heat} o ΔT_{M,cool} no se debe tener en cuenta en ninguna comprobación, al haberse incluido ya en el rango de variación de la acción definida en el apartado anterior, por lo que sólo se considerará el efecto de la diferencia vertical de temperatura lineal equivalente.

3.3.2.3.1.5 RESULTADOS

Componente uniforme		Diferencia vertical	
Tmax	44	ATM,heat	18
Tmin	-5	ATM,cool	13
Periodo ret	100	Ksur,heat	0.7
p	0.01	Ksur,cool	0.9
Tmax,p	46	ATM,heat	13
Tmin,p	-6	ATM,cool	12
ΔTmax	16		
ΔTmin	-3		
Te,max	62		
Te,min	-9		
T0	15		
ΔTN	71		
ATN,exp	47		
ATN,con	24		

3.3.2.4 NIEVE

En general solo será necesario considerar la sobrecarga de nieve en puntos situados en zonas de alta montaña o durante la construcción.

Al estar nuestra obra situada en zona de altitud 0, despreciaremos esta sobrecarga.

3.3.3 ACCIONES ACCIDENTALES

3.3.3.1 IMPACTOS

No se considera ninguna acción ya que no circularán en los alrededores de la pasarela ni vehículos ni embarcaciones.

3.3.3.1 ACCIÓN SISMICA

La acción sísmica se considerará en el proyecto de acuerdo con las prescripciones recogidas en la vigente Norma de construcción sismorresistente de puente (NCSP-07).

Consideramos que la pasarela se encuentra en el grupo de Puentes de importancia moderada ya que no es una estructura crítica para mantener las comunicaciones y por tanto se tomará un factor de importancia de valor igual a 0.

Según la NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando:

- La aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b sea menor a 0.04g.
- La aceleración sísmica horizontal de cálculo a_c sea menor a 0.04g

La aceleración de cálculo se define como el siguiente producto:

$$a_c = S \gamma_I \gamma_{II} a_b$$

En el caso de la pasarela, al ser $\gamma_I = 0$, la aceleración de cálculo es igual a cero y por tanto no es necesario considerar esta acción.

3.4 BASE PARA LA COMBINACIÓN DE ACCIONES

3.4.1 VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

El valor representativo de una acción es el valor de la misma utilizado para la verificación de los estados límite.

3.4.1.1 VALOR REPRESENTATIVO DE LAS ACCIONES PERMANENTES

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k

3.4.1.2 VALOR REPRESENTATIVO DE LAS ACCIONES VARIABLES

Para cada una de las acciones variables, además de su valor característico, se considerarán los siguientes valores representativos según la comprobación de que se trate:

- Valor de combinación $\psi_0 Q_k$ (para ELU en situación persistente o transitoria y en ELS irreversibles)
- Valor frecuente $\psi_1 Q_k$ (para ELU en situaciones accidentales y en ELS reversibles)
- Valor casi-permanente $\psi_2 Q_k$ (para ELU en situación accidental y en ELS reversible, además de en la evaluación de efectos diferidos)

ACCIÓN			ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	gr 1, Cargas verticales	Vehículos pesados	0,75	0,75	0
		Sobrecarga uniforme	0,4	0,4	0 / 0,2 ⁽¹⁾
		Carga en aceras	0,4	0,4	0
	gr 2, Fuerzas horizontales	0	0	0	
	gr 3, Peatones	0	0	0	
	gr 4, Aglomeraciones	0	0	0	
	Sobrecarga de uso en pasarelas	0,4	0,4	0	
Viento	F_{sk}	En situación persistente	0,6	0,2	0
		En construcción	0,8	0	0
		En pasarelas	0,3	0,2	0
Acción térmica	T_k	0,6	0,6	0,5	
Nieve	Q_{Sk}	En construcción	0,8	0	0
Acción del agua	W_k	Empuje hidrostático	1,0	1,0	1,0
		Empuje hidrodinámico	1,0	1,0	1,0
Sobrecargas de construcción	Q_c		1,0	0	1,0

3.4.2 VALOR DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

El valor de cálculo de una acción se obtiene multiplicando su valor representativo por el correspondiente coeficiente parcial γ_F .

Los coeficientes γ_F tendrán valores diferentes según la situación de proyecto de que se trate (persistente o transitoria, accidental o sísmica) y según el estado límite objeto de comprobación (equilibrio de la estructura o comprobaciones resistentes).

Los valores de coeficientes, tienen en cuenta las incertidumbres tanto en la estimación del valor representativo de las acciones como en la modelización del efecto de las acciones.

3.4.2.1 VALOR DE CÁLCULO PARA COMPROBACIONES EN ELU

Para comprobaciones resistentes (STR) se adoptarán los valores de los coeficientes parciales γ_F indicados en la tabla:

ACCIÓN		EFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado P_1	1,0	1,0 / 1,2 ⁽¹⁾ / 1,3 ⁽²⁾
	Pretensado P_2	1,0	1,35
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35
	Empuje del terreno	1,0	1,5
	Asientos	0	1,2 / 1,35 ⁽³⁾
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

3.4.2.2. VALOR DE CÁLCULO PARA COMPROBACIONES EN ELS

ACCIÓN		EFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado P ₁	0,9 ⁽¹⁾	1,1 ⁽¹⁾
	Pretensado P ₂	1,0	1,0
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,0
	Empuje del terreno	1,0	1,0
	Asientos	0	1,0
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

3.4.3 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Para cada situación de proyecto se identificarán las hipótesis de carga críticas y para cada una de ellas, el valor de cálculo del efecto de las acciones se obtendrá combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente, según los criterios generales que se indican a continuación:

3.4.3.1 COMBINACIONES PARA COMPROBACIONES EN ELU

3.4.3.1.1 SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA

La combinación de acciones se hará de acuerdo con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{ki}$ valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante
- γ_G, γ_Q coeficientes parciales

Deberán realizarse tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando en cada una de ellas, una de las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

Cuando se combinen las diferentes acciones variables, se tendrán en cuenta las prescripciones siguientes reflejadas en la IAP-11:

- La sobrecarga de uso estará representada, para su combinación con el resto de acciones, mediante los grupos de cargas definidos en la Tabla 4.1-c, que son excluyentes entre sí.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso como predominante, se considerará el viento concomitante correspondiente, con las indicaciones que figuran en el apartado 4.2.3.
- Cuando se considere el viento transversal sobre el tablero, se considerará la actuación simultánea de la componente vertical del viento y el momento de vuelco correspondiente, definidos en al apartado 4.2.5.1.
- Cuando se considere el viento longitudinal sobre el tablero, según el apartado 4.2.5.2, no se considerará la actuación simultánea del viento transversal, ni el empuje vertical, ni el momento de vuelco correspondiente.
- Cuando se considere la acción del viento como predominante, no se tendrá en cuenta la actuación de la sobrecarga de uso.
- La concomitancia de la componente uniforme de temperatura y de la componente de diferencia de temperatura se regirá por lo expuesto en el apartado 4.3.1.3.
- No se considerará la acción simultánea del viento y de la acción térmica.
- Cuando se considere el grupo de cargas de tráfico gr 2 (fuerzas horizontales con su valor característico), no se considerará la actuación del viento ni de la nieve.
- En general, no se considerará la acción simultánea de la carga de nieve y la sobrecarga de uso salvo en zonas de alta montaña, en cuyo caso se estudiará para el proyecto concreto la distribución espacial y la concomitancia de ambas acciones.

3.4.3.2 COMBINACIONES PARA COMPROBACIONES EN ELS

Según el estado límite que se vaya a verificar, se adoptará uno de los tres tipos de combinación de acciones indicadas a continuación:

3.4.3.2.1 COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA (POCO PROBABLE)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

3.4.3.2.2 COMBINACIÓN FRECUENTE

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.4.3.2.3 COMBINACIÓN CASI PERMANENTE

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

4.1 DESCRIPCIÓN MODELO DE CÁLCULO Y GEOMETRÍA

Este apartado se ha llevado a cabo mediante el uso del programa de estructuras SAP2000, el cual permite crear un modelo de lo que sería la estructura real donde todos los elementos estructurales principales se encuentran en su situación real.

La estructura se ha modelado mediante elementos tipo barra con las rigideces adecuadas correspondientes a esfuerzos axiales, cortantes, flectores y torsores.

Una vez tenemos definida la geometría, aplicamos los casos de carga y combinaciones y estudiamos el comportamiento que presenta la estructura. El estudio consiste en un proceso iterativo, en el cual se modificarán aquellos elementos que no cumplan las exigencias necesarias o tengan un aprovechamiento demasiado bajo, de modo que se obtenga al final la solución más óptima para la estructura.

4.1.1 COORDENADAS NUDOS

NUDO	X	Y	Z	NUDO	X	Y	Z	NUDO	X	Y	Z
Sup-N01	0	0	3	Sup-N18	-28,25	25,7	3	Inf-S11	-19,03	12,3	0
Sup-N03	-4,908	0,43	3	Sup-N20	-28,32	30,6	3	Inf-S13	-21,54	15,8	0
Sup-N05	-9,67	1,69	3	Sup-N22	-27,53	35,4	3	Inf-S15	-23,4	19,7	0
Sup-N07	-14,14	3,76	3	Sup-N24	-25,93	40,1	3	Inf-S17	-24,57	23,9	0
Sup-N09	-18,19	6,56	3	Sup-S02	-2,153	3,69	3	Inf-S19	-25	28,2	0
Sup-N11	-21,7	10	3	Sup-S04	-6,394	4,43	3	Inf-S21	-24,68	32,5	0
Sup-N13	-24,56	14	3	Sup-S06	-10,44	5,89	3	Inf-S23	-23,63	36,7	0
Sup-N15	-26,68	18,5	3	Sup-S08	-14,18	8,03	3	Inf-S25	-21,87	40,6	0
Sup-N17	-28,01	23,2	3	Sup-S10	-17,5	10,8	3	Inf-N02	-2,454	0,21	0
Sup-N19	-28,5	28,1	3	Sup-S12	-20,29	14,1	3	Inf-N04	-7,289	1,06	0
Sup-N21	-28,14	33	3	Sup-S14	-22,47	17,8	3	Inf-N06	-11,91	2,72	0
Sup-N23	-26,93	37,8	3	Sup-S16	-23,99	21,8	3	Inf-N08	-16,17	5,16	0
Sup-N25	-24,93	42,3	3	Sup-S18	-24,78	26	3	Inf-N10	-19,95	8,29	0
Sup-S01	0	3,5	3	Sup-S20	-24,84	30,3	3	Inf-N12	-23,13	12	0
Sup-S03	-4,305	3,87	3	Sup-S22	-24,15	34,6	3	Inf-N14	-25,62	16,3	0
Sup-S05	-8,482	4,98	3	Sup-S24	-22,75	38,6	3	Inf-N16	-27,34	20,9	0
Sup-S07	-12,41	6,8	3	Inf-N01	0	0	0	Inf-N18	-28,25	25,7	0
Sup-S09	-15,96	9,26	3	Inf-N03	-4,908	0,43	0	Inf-N20	-28,32	30,6	0
Sup-S11	-19,03	12,3	3	Inf-N05	-9,67	1,69	0	Inf-N22	-27,53	35,4	0
Sup-S13	-21,54	15,8	3	Inf-N07	-14,14	3,76	0	Inf-N24	-25,93	40,1	0
Sup-S15	-23,4	19,7	3	Inf-N09	-18,19	6,56	0	Inf-S02	-2,153	3,69	0
Sup-S17	-24,57	23,9	3	Inf-N11	-21,7	10	0	Inf-S04	-6,394	4,43	0
Sup-S19	-25	28,2	3	Inf-N13	-24,56	14	0	Inf-S06	-10,44	5,89	0
Sup-S21	-24,68	32,5	3	Inf-N15	-26,68	18,5	0	Inf-S08	-14,18	8,03	0
Sup-S23	-23,63	36,7	3	Inf-N17	-28,01	23,2	0	Inf-S10	-17,5	10,8	0
Sup-S25	-21,87	40,6	3	Inf-N19	-28,5	28,1	0	Inf-S12	-20,29	14,1	0
Sup-N02	-2,454	0,21	3	Inf-N21	-28,14	33	0	Inf-S14	-22,47	17,8	0
Sup-N04	-7,289	1,06	3	Inf-N23	-26,93	37,8	0	Inf-S16	-23,99	21,8	0
Sup-N06	-11,91	2,72	3	Inf-N25	-24,93	42,3	0	Inf-S18	-24,78	26	0
Sup-N08	-16,17	5,16	3	Inf-S01	0	3,5	0	Inf-S20	-24,84	30,3	0
Sup-N10	-19,95	8,29	3	Inf-S03	-4,305	3,87	0	Inf-S22	-24,15	34,6	0
Sup-N12	-23,13	12	3	Inf-S05	-8,482	4,98	0	Inf-S24	-22,75	38,6	0
Sup-N14	-25,62	16,3	3	Inf-S07	-12,41	6,8	0				
Sup-N16	-27,34	20,9	3	Inf-S09	-15,96	9,26	0				

4.1.2 GEOMETRÍA BARRAS

BARRA	NUDO	NUDO	BARRA	NUDO	NUDO	BARRA	NUDO	NUDO	BARRA	NUDO	NUDO	BARRA	NUDO	NUDO
B.Sup-N01	Sup-N01	Sup-N02	B.Sup-S18	Sup-S18	Sup-S19	B.Inf-S09	Inf-S09	Inf-S10	C.Inf-24	Inf-N24	Inf-S25	C.S17	Sup-S16	Inf-S17
B.Sup-N02	Sup-N02	Sup-N03	B.Sup-S19	Sup-S19	Sup-S20	B.Inf-S10	Inf-S10	Inf-S11	C.Sup-01	Sup-N01	Sup-S02	C.S18	Inf-S17	Sup-S18
B.Sup-N03	Sup-N03	Sup-N04	B.Sup-S20	Sup-S20	Sup-S21	B.Inf-S11	Inf-S11	Inf-S12	C.Sup-02	Sup-S02	Sup-N03	C.S19	Sup-S18	Inf-S19
B.Sup-N04	Sup-N04	Sup-N05	B.Sup-S21	Sup-S21	Sup-S22	B.Inf-S12	Inf-S12	Inf-S13	C.Sup-03	Sup-N03	Sup-S04	C.S20	Inf-S19	Sup-S20
B.Sup-N05	Sup-N05	Sup-N06	B.Sup-S22	Sup-S22	Sup-S23	B.Inf-S13	Inf-S13	Inf-S14	C.Sup-04	Sup-S04	Sup-N05	C.S21	Sup-S20	Inf-S21
B.Sup-N06	Sup-N06	Sup-N07	B.Sup-S23	Sup-S23	Sup-S24	B.Inf-S14	Inf-S14	Inf-S15	C.Sup-05	Sup-N05	Sup-S06	C.S22	Inf-S21	Sup-S22
B.Sup-N07	Sup-N07	Sup-N08	B.Sup-S24	Sup-S24	Sup-S25	B.Inf-S15	Inf-S15	Inf-S16	C.Sup-06	Sup-S06	Sup-N07	C.S23	Sup-S22	Inf-S23
B.Sup-N08	Sup-N08	Sup-N09	B.Sup-E01	Sup-N25	Sup-S25	B.Inf-S16	Inf-S16	Inf-S17	C.Sup-07	Sup-N07	Sup-S08	C.S24	Inf-S23	Sup-S24
B.Sup-N09	Sup-N09	Sup-N10	B.Sup-W01	Sup-N01	Sup-S01	B.Inf-S17	Inf-S17	Inf-S18	C.Sup-08	Sup-S08	Sup-N09	C.S25	Sup-S24	Inf-S25
B.Sup-N10	Sup-N10	Sup-N11	B.Inf-N01	Inf-N01	Inf-N02	B.Inf-S18	Inf-S18	Inf-S19	C.Sup-09	Sup-N09	Sup-S10	C.S26	Inf-S25	Sup-S25
B.Sup-N11	Sup-N11	Sup-N12	B.Inf-N02	Inf-N02	Inf-N03	B.Inf-S19	Inf-S19	Inf-S20	C.Sup-10	Sup-S10	Sup-N11	C.N01	Inf-N01	Sup-N01
B.Sup-N12	Sup-N12	Sup-N13	B.Inf-N03	Inf-N03	Inf-N04	B.Inf-S20	Inf-S20	Inf-S21	C.Sup-11	Sup-N11	Sup-S12	C.N02	Sup-N01	Inf-N02
B.Sup-N13	Sup-N13	Sup-N14	B.Inf-N04	Inf-N04	Inf-N05	B.Inf-S21	Inf-S21	Inf-S22	C.Sup-12	Sup-S12	Sup-N13	C.N03	Inf-N02	Sup-N03
B.Sup-N14	Sup-N14	Sup-N15	B.Inf-N05	Inf-N05	Inf-N06	B.Inf-S22	Inf-S22	Inf-S23	C.Sup-13	Sup-N13	Sup-S14	C.N04	Sup-N03	Inf-N04
B.Sup-N15	Sup-N15	Sup-N16	B.Inf-N06	Inf-N06	Inf-N07	B.Inf-S23	Inf-S23	Inf-S24	C.Sup-14	Sup-S14	Sup-N15	C.N05	Inf-N04	Sup-N05
B.Sup-N16	Sup-N16	Sup-N17	B.Inf-N07	Inf-N07	Inf-N08	B.Inf-S24	Inf-S24	Inf-S25	C.Sup-15	Sup-N15	Sup-S16	C.N06	Sup-N05	Inf-N06
B.Sup-N17	Sup-N17	Sup-N18	B.Inf-N08	Inf-N08	Inf-N09	B.Inf-E01	Inf-N25	Inf-S25	C.Sup-16	Sup-S16	Sup-N17	C.N07	Inf-N06	Sup-N07
B.Sup-N18	Sup-N18	Sup-N19	B.Inf-N09	Inf-N09	Inf-N10	B.Inf-W01	Inf-N01	Inf-S01	C.Sup-17	Sup-N17	Sup-S18	C.N08	Sup-N07	Inf-N08
B.Sup-N19	Sup-N19	Sup-N20	B.Inf-N10	Inf-N10	Inf-N11	C.Inf-01	Inf-S01	Inf-N02	C.Sup-18	Sup-S18	Sup-N19	C.N09	Inf-N08	Sup-N09
B.Sup-N20	Sup-N20	Sup-N21	B.Inf-N11	Inf-N11	Inf-N12	C.Inf-02	Inf-N02	Inf-S03	C.Sup-19	Sup-N19	Sup-S20	C.N10	Sup-N09	Inf-N10
B.Sup-N21	Sup-N21	Sup-N22	B.Inf-N12	Inf-N12	Inf-N13	C.Inf-03	Inf-S03	Inf-N04	C.Sup-20	Sup-S20	Sup-N21	C.N11	Inf-N10	Sup-N11
B.Sup-N22	Sup-N22	Sup-N23	B.Inf-N13	Inf-N13	Inf-N14	C.Inf-04	Inf-N04	Inf-S05	C.Sup-21	Sup-N21	Sup-S22	C.N12	Sup-N11	Inf-N12
B.Sup-N23	Sup-N23	Sup-N24	B.Inf-N14	Inf-N14	Inf-N15	C.Inf-05	Inf-S05	Inf-N06	C.Sup-22	Sup-S22	Sup-N23	C.N13	Inf-N12	Sup-N13
B.Sup-N24	Sup-N24	Sup-N25	B.Inf-N15	Inf-N15	Inf-N16	C.Inf-06	Inf-N06	Inf-S07	C.Sup-23	Sup-N23	Sup-S24	C.N14	Sup-N13	Inf-N14
B.Sup-S01	Sup-S01	Sup-S02	B.Inf-N16	Inf-N16	Inf-N17	C.Inf-07	Inf-S07	Inf-N08	C.Sup-24	Sup-S24	Sup-N25	C.N15	Inf-N14	Sup-N15
B.Sup-S02	Sup-S02	Sup-S03	B.Inf-N17	Inf-N17	Inf-N18	C.Inf-08	Inf-N08	Inf-S09	C.S01	Inf-S01	Sup-S01	C.N16	Sup-N15	Inf-N16
B.Sup-S03	Sup-S03	Sup-S04	B.Inf-N18	Inf-N18	Inf-N19	C.Inf-09	Inf-S09	Inf-N10	C.S02	Inf-S01	Sup-S02	C.N17	Inf-N16	Sup-N17
B.Sup-S04	Sup-S04	Sup-S05	B.Inf-N19	Inf-N19	Inf-N20	C.Inf-10	Inf-N10	Inf-S11	C.S03	Sup-S02	Inf-S03	C.N18	Sup-N17	Inf-N18
B.Sup-S05	Sup-S05	Sup-S06	B.Inf-N20	Inf-N20	Inf-N21	C.Inf-11	Inf-S11	Inf-N12	C.S04	Inf-S03	Sup-S04	C.N19	Inf-N18	Sup-N19
B.Sup-S06	Sup-S06	Sup-S07	B.Inf-N21	Inf-N21	Inf-N22	C.Inf-12	Inf-N12	Inf-S13	C.S05	Sup-S04	Inf-S05	C.N20	Sup-N19	Inf-N20
B.Sup-S07	Sup-S07	Sup-S08	B.Inf-N22	Inf-N22	Inf-N23	C.Inf-13	Inf-S13	Inf-N14	C.S06	Inf-S05	Sup-S06	C.N21	Inf-N20	Sup-N21
B.Sup-S08	Sup-S08	Sup-S09	B.Inf-N23	Inf-N23	Inf-N24	C.Inf-14	Inf-N14	Inf-S15	C.S07	Sup-S06	Inf-S07	C.N22	Sup-N21	Inf-N22
B.Sup-S09	Sup-S09	Sup-S10	B.Inf-N24	Inf-N24	Inf-N25	C.Inf-15	Inf-S15	Inf-N16	C.S08	Inf-S07	Sup-S08	C.N23	Inf-N22	Sup-N23
B.Sup-S10	Sup-S10	Sup-S11	B.Inf-S01	Inf-S01	Inf-S02	C.Inf-16	Inf-N16	Inf-S17	C.S09	Sup-S08	Inf-S09	C.N24	Sup-N23	Inf-N24
B.Sup-S11	Sup-S11	Sup-S12	B.Inf-S02	Inf-S02	Inf-S03	C.Inf-17	Inf-S17	Inf-N18	C.S10	Inf-S09	Sup-S10	C.N25	Inf-N24	Sup-N25
B.Sup-S12	Sup-S12	Sup-S13	B.Inf-S03	Inf-S03	Inf-S04	C.Inf-18	Inf-N18	Inf-S19	C.S11	Sup-S10	Inf-S11	C.N26	Sup-N25	Inf-N25
B.Sup-S13	Sup-S13	Sup-S14	B.Inf-S04	Inf-S04	Inf-S05	C.Inf-19	Inf-S19	Inf-N20	C.S12	Inf-S11	Sup-S12			
B.Sup-S14	Sup-S14	Sup-S15	B.Inf-S05	Inf-S05	Inf-S06	C.Inf-20	Inf-N20	Inf-S21	C.S13	Sup-S12	Inf-S13			
B.Sup-S15	Sup-S15	Sup-S16	B.Inf-S06	Inf-S06	Inf-S07	C.Inf-21	Inf-S21	Inf-N22	C.S14	Inf-S13	Sup-S14			
B.Sup-S16	Sup-S16	Sup-S17	B.Inf-S07	Inf-S07	Inf-S08	C.Inf-22	Inf-N22	Inf-S23	C.S15	Sup-S14	Inf-S15			
B.Sup-S17	Sup-S17	Sup-S18	B.Inf-S08	Inf-S08	Inf-S09	C.Inf-23	Inf-S23	Inf-N24	C.S16	Inf-S15	Sup-S16			

4.1.3.1 VIGAS INFERIOR Y SUPERIOR

Section Name200x200x8Display Color

Section NotesModify/Show Notes...

Dimensions

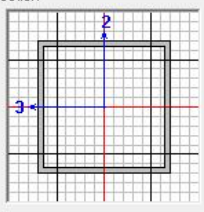
Outside depth (t3)0,2

Outside width (t2)0,2

Flange thickness (tf)8,000E-03

Web thickness (tw)8,000E-03

Section



Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

+ S275

Property Modifiers

Set Modifiers...

Excepto en barras que precisa de un perfil más resistente y por eso hemos aumentado el espesor a 16mm y 10mm:

Barra Inf-N13 y Inf-N12

Section Name200x200x16Display Color

Section NotesModify/Show Notes...

Dimensions

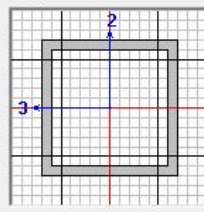
Outside depth (t3)0,2

Outside width (t2)0,2

Flange thickness (tf)0,016

Web thickness (tw)0,016

Section



Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

+ S275

Property Modifiers

Set Modifiers...

Barra Inf-S13 y Inf-S12

Section Name200x200x10Display Color

Section NotesModify/Show Notes...

Dimensions

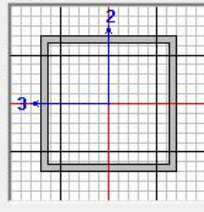
Outside depth (t3)0,2

Outside width (t2)0,2

Flange thickness (tf)0,01

Web thickness (tw)0,01

Section



Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

+ S275

Property Modifiers

Set Modifiers...

4.1.3.2 CELOSÍA INFERIOR Y SUPERIOR

Section Name180x180x8Display Color

Section NotesModify/Show Notes...

Dimensions

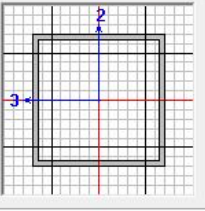
Outside depth (t3)0,18

Outside width (t2)0,18

Flange thickness (tf)8,000E-03

Web thickness (tw)8,000E-03

Section



Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

+ S275

Property Modifiers

Set Modifiers...

4.1.3.3 CELOSÍA LATERAL

Section Name175x9Display Color

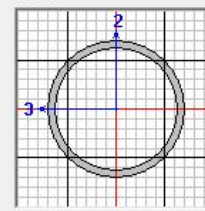
Section NotesModify/Show Notes...

Dimensions

Outside diameter (t3)0,175

Wall thickness (tw)9,000E-03

Section



Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

+ S275

Property Modifiers

Set Modifiers...

4.2 CARGAS

Los casos de carga estudiados con el SAP2000 son los siguientes:

Nombre	Descripción	Método de introducción
DEAD	Peso de la estructura	Automático
CM	Carga muerta	Carga lineal
SCU NW	Sobrecarga en la zona NW	Carga lineal en celosía inferior
SCU SW	Sobrecarga en la zona SW	Carga lineal en celosía inferior
SCU NE	Sobrecarga en la zona NE	Carga lineal en celosía inferior
SCU SE	Sobrecarga en la zona SE	Carga lineal en celosía inferior
VIENTO X	Viento transversal	Carga en la celosía lateral
VIENTO Y	Viento longitudinal	Carga en la celosía lateral
VIENTO Z	Viento vertical	Carga en la celosía inferior y superior
T1	Temperatura máxima	Carga aplicada a cada barra
T2	Temperatura mínima	Carga aplicada a cada barra

4.2.1 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Siguiendo lo establecido en el apartado 3.4.3 del presente anejo, se han combinado los diferentes casos de carga para la comprobación en ELU y ELS.

Así pues se han obtenido 52 combinaciones para ELU y 7 combinaciones para ELS.

4.2.1.1 COMBINACIONES ELU

TODO EL TABLERO CARGADO:

		Comb.1	Comb.2	Comb.3	Comb.4	Comb.5	Comb.6	Comb.7
	yF	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA OESTE (W):

		Comb.8	Comb.9	Comb.10	Comb.11	Comb.12	Comb.13	Comb.14
	yF	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA NORTE (N):

		Comb.15	Comb.16	Comb.17	Comb.18	Comb.19	Comb.20	Comb.21
	yF	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0	ψ0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU NE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA SUR (S):

		Comb.22	Comb.23	Comb.24	Comb.25	Comb.26	Comb.27	Comb.28
	yF	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA NW-SE:

		Comb.29	Comb.30	Comb.31	Comb.32	Comb.33	Comb.34	Comb.35
	yF	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU NE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA SE:

		Comb.36	Comb.37	Comb.38	Comb.39	Comb.40	Comb.41	Comb.42
	yF	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU NE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

CARGADO ZONA NE

		Comb.43	Comb.44	Comb.45	Comb.46	Comb.47	Comb.48	Comb.49
	yF	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0	ψ_0
DEAD	1,35	1	1	1	1	1	1	1
CM	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU SW	1,35	0	0	0	0	0	0	0
SCU NE	1,35	1	1	1	1	1	1	1
SCU SE	1,35	0	0	0	0	0	0	0
VIENTO X	1,5	0,3	-0,3	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1,5	0	0	0,3	-0,3	0	0	0
VIENTO Z	1,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0
T1	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0
T2	1,5	0	0	0	0	0	0,6	0

VIENTO COMO ACCIÓN DOMINANTE:

		Comb.50	Comb.51	Comb.52
	γF	$\psi 0$	$\psi 0$	$\psi 0$
DEAD	1,35	1	1	1
CM	1,35	1	1	1
SCU NW	1,35	0	0	0
SCU SW	1,35	0	0	0
SCU NE	1,35	0	0	0
SCU SE	1,35	0	0	0
VIENTO X	1,5	1	-1	0
VIENTO Y	1,5	0	0	1
VIENTO Z	1,5	1	1	0
T1	1,5	0	0	0
T2	1,5	0	0	0

4.2.1.2 COMBINACIONES ELS

		Comb.1	Comb.2	Comb.3	Comb.4	Comb.5	Comb.6	Comb.7
	γF	$\Psi 1$	$\Psi 1$	$\Psi 1$	$\Psi 1$	$\Psi 1$	$\Psi 1$	$\Psi 1$
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
CM	1	1	1	1	1	1	1	1
SCU NW	1	0,4	0,4	0	0,4	0	0	0,4
SCU SW	1	0,4	0	0,4	0,4	0	0	0
SCU NE	1	0,4	0,4	0	0	0	0,4	0
SCU SE	1	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4
VIENTO X	1	0	0	0	0	0	0	0
VIENTO Y	1	0	0	0	0	0	0	0
VIENTO Z	1	0	0	0	0	0	0	0
T1	1	0	0	0	0	0	0	0
T2	1	0	0	0	0	0	0	0

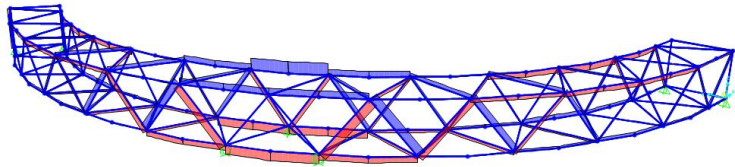
4.3 COMPROBACIÓN ELU

Según lo establecido en los artículos 34 y 35 de la Instrucción de acero estructural EAE.

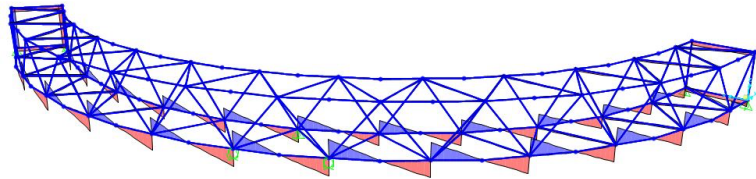
Comprobaremos que el ratio de aprovechamiento sea menor a la unidad.

A continuación estudiaremos que esfuerzos ha de soportar cada elemento a partir de las envolventes de esfuerzos:

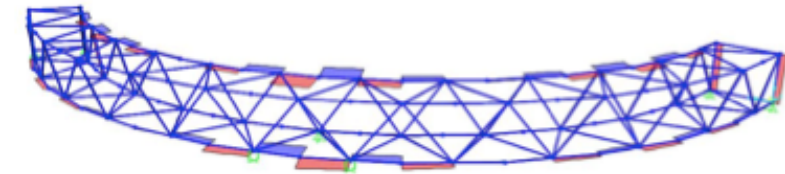
AXIL



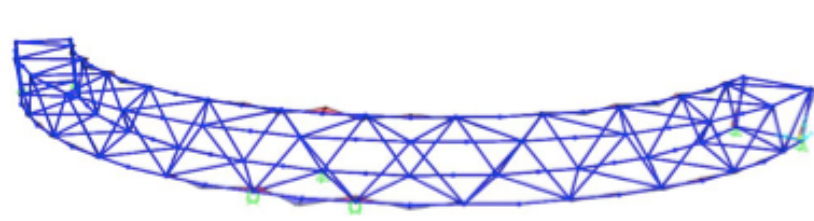
CORTANTE 2-2



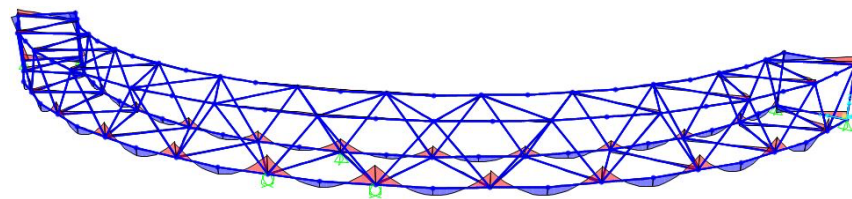
CORTANTE 3-3



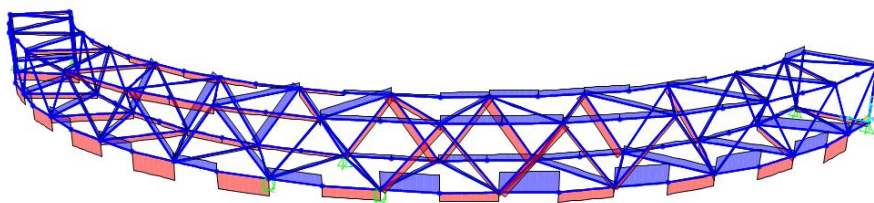
MOMENTO 2-2



MOMENTO 3-3



TORSIÓN

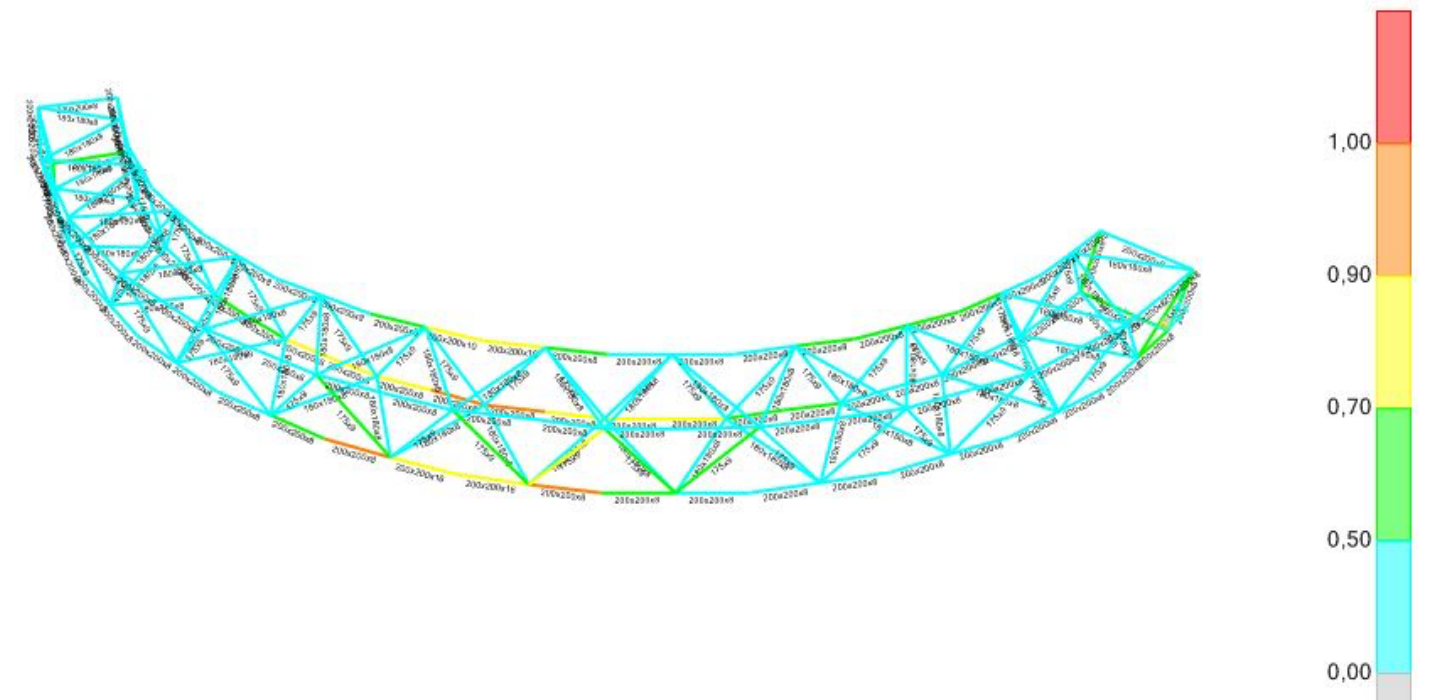


Observamos que la mayoría de las barras trabajan a torsión por lo que se han elegido perfiles cerrados de sección hueca.

Cuando ya se conocen los esfuerzos que debe resistir cada elemento de la estructura, se lleva a cabo un proceso

iterativo, en el cual se quiere encontrar la sección óptima. Se asignará un tipo de sección a los elementos y se comprobará que su ratio de aprovechamiento sea menor a la unidad y que el uso de material sea razonable.

Una vez finalizado este proceso iterativo, se obtuvieron las secciones descritas en el apartado 4.1.3 del presente anejo, con las que obtuvimos un ratio de aprovechamiento del 38%



El ratio de la estructura es de 38% < 50%

BARRA	SECCIÓN	RATIO	COMBO	BARRA	SECCIÓN	RATIO	COMBO	BARRA	SECCIÓN	RATIO	COMBO	BARRA	SECCIÓN	RATIO	COMBO	BARRA	SECCIÓN	RATIO	COMBO
B.Sup-N01	200x200x8	0,19	Comb.12	B.Sup-S18	200x200x8	0,41	Comb.5	B.Inf-S09	200x200x8	0,72	Comb.5	C.Inf-24	180x180x8	0,26	Comb.47	C.S14	175x9	0,35	Comb.33
B.Sup-N02	200x200x8	0,19	Comb.10	B.Sup-S19	200x200x8	0,41	Comb.5	B.Inf-S10	200x200x8	0,75	Comb.5	C.Sup-01	180x180x8	0,24	Comb.12	C.S15	175x9	0,37	Comb.33
B.Sup-N03	200x200x8	0,3	Comb.10	B.Sup-S20	200x200x8	0,5	Comb.5	B.Inf-S11	200x200x8	0,82	Comb.5	C.Sup-02	180x180x8	0,21	Comb.12	C.S16	175x9	0,27	Comb.40
B.Sup-N04	200x200x8	0,31	Comb.10	B.Sup-S21	200x200x8	0,5	Comb.5	B.Inf-S12	200x200x8	0,92	Comb.5	C.Sup-03	180x180x8	0,18	Comb.11	C.S17	175x9	0,31	Comb.40
B.Sup-N05	200x200x8	0,33	Comb.3	B.Sup-S22	200x200x8	0,35	Comb.5	B.Inf-S13	200x200x8	0,92	Comb.5	C.Sup-04	180x180x8	0,17	Comb.11	C.S18	175x9	0,23	Comb.39
B.Sup-N06	200x200x8	0,32	Comb.10	B.Sup-S23	200x200x8	0,34	Comb.5	B.Inf-S14	200x200x8	0,82	Comb.5	C.Sup-05	180x180x8	0,16	Comb.11	C.S19	175x9	0,26	Comb.39
B.Sup-N07	200x200x8	0,29	Comb.3	B.Sup-S24	200x200x8	0,12	Comb.3	B.Inf-S15	200x200x8	0,75	Comb.5	C.Sup-06	180x180x8	0,25	Comb.11	C.S20	175x9	0,27	Comb.38
B.Sup-N08	200x200x8	0,25	Comb.3	B.Sup-E01	200x200x8	0,41	Comb.5	B.Inf-S16	200x200x8	0,72	Comb.5	C.Sup-07	180x180x8	0,16	Comb.4	C.S21	175x9	0,26	Comb.38
B.Sup-N09	200x200x8	0,23	Comb.52	B.Sup-W01	200x200x8	0,44	Comb.12	B.Inf-S17	200x200x8	0,59	Comb.33	C.Sup-08	180x180x8	0,33	Comb.11	C.S22	175x9	0,32	Comb.38
B.Sup-N10	200x200x8	0,21	Comb.52	B.Inf-N01	200x200x8	0,55	Comb.12	B.Inf-S18	200x200x8	0,56	Comb.33	C.Sup-09	180x180x8	0,21	Comb.4	C.S23	175x9	0,3	Comb.5
B.Sup-N11	200x200x8	0,38	Comb.11	B.Inf-N02	200x200x8	0,36	Comb.6	B.Inf-S19	200x200x8	0,49	Comb.33	C.Sup-10	180x180x8	0,31	Comb.11	C.S24	175x9	0,41	Comb.5
B.Sup-N12	200x200x8	0,38	Comb.11	B.Inf-N03	200x200x8	0,46	Comb.6	B.Inf-S20	200x200x8	0,49	Comb.40	C.Sup-11	180x180x8	0,18	Comb.12	C.S25	175x9	0,37	Comb.5
B.Sup-N13	200x200x8	0,29	Comb.46	B.Inf-N04	200x200x8	0,47	Comb.11	B.Inf-S21	200x200x8	0,41	Comb.33	C.Sup-12	180x180x8	0,13	Comb.12	C.N02	175x9	0,53	Comb.12
B.Sup-N14	200x200x8	0,29	Comb.46	B.Inf-N05	200x200x8	0,49	Comb.11	B.Inf-S22	200x200x8	0,43	Comb.40	C.Sup-13	180x180x8	0,12	Comb.47	C.N03	175x9	0,43	Comb.12
B.Sup-N15	200x200x8	0,14	Comb.50	B.Inf-N06	200x200x8	0,46	Comb.11	B.Inf-S23	200x200x8	0,35	Comb.50	C.Sup-14	180x180x8	0,15	Comb.40	C.N04	175x9	0,36	Comb.12
B.Sup-N16	200x200x8	0,16	Comb.52	B.Inf-N07	200x200x8	0,46	Comb.11	B.Inf-S24	200x200x8	0,37	Comb.50	C.Sup-15	180x180x8	0,27	Comb.5	C.N05	175x9	0,33	Comb.11
B.Sup-N17	200x200x8	0,24	Comb.3	B.Inf-N08	200x200x8	0,38	Comb.11	B.Inf-E01	200x200x8	0,63	Comb.47	C.Sup-16	180x180x8	0,19	Comb.6	C.N06	175x9	0,34	Comb.11
B.Sup-N18	200x200x8	0,27	Comb.3	B.Inf-N09	200x200x8	0,39	Comb.4	B.Inf-W01	200x200x8	0,65	Comb.12	C.Sup-17	180x180x8	0,28	Comb.3	C.N07	175x9	0,42	Comb.11
B.Sup-N19	200x200x8	0,29	Comb.3	B.Inf-N10	200x200x8	0,65	Comb.12	C.Inf-01	180x180x8	0,28	Comb.12	C.Sup-18	180x180x8	0,15	Comb.38	C.N08	175x9	0,47	Comb.11
B.Sup-N20	200x200x8	0,31	Comb.3	B.Inf-N11	200x200x8	0,98	Comb.5	C.Inf-02	180x180x8	0,33	Comb.12	C.Sup-19	180x180x8	0,22	Comb.3	C.N09	175x9	0,5	Comb.11
B.Sup-N21	200x200x8	0,27	Comb.3	B.Inf-N12	200x200x16	0,78	Comb.5	C.Inf-03	180x180x8	0,23	Comb.12	C.Sup-20	180x180x8	0,15	Comb.38	C.N10	175x9	0,63	Comb.11
B.Sup-N22	200x200x8	0,27	Comb.3	B.Inf-N13	200x200x16	0,78	Comb.5	C.Inf-04	180x180x8	0,27	Comb.12	C.Sup-21	180x180x8	0,15	Comb.38	C.N11	175x9	0,57	Comb.11
B.Sup-N23	200x200x8	0,17	Comb.4	B.Inf-N14	200x200x8	0,98	Comb.5	C.Inf-05	180x180x8	0,2	Comb.11	C.Sup-22	180x180x8	0,14	Comb.5	C.N12	175x9	0,78	Comb.11
B.Sup-N24	200x200x8	0,17	Comb.5	B.Inf-N15	200x200x8	0,65	Comb.5	C.Inf-06	180x180x8	0,23	Comb.11	C.Sup-23	180x180x8	0,18	Comb.5	C.N13	175x9	0,55	Comb.12
B.Sup-S01	200x200x8	0,12	Comb.12	B.Inf-N16	200x200x8	0,39	Comb.46	C.Inf-07	180x180x8	0,19	Comb.11	C.Sup-24	180x180x8	0,21	Comb.5	C.N14	175x9	0,42	Comb.8
B.Sup-S02	200x200x8	0,36	Comb.12	B.Inf-N17	200x200x8	0,38	Comb.45	C.Inf-08	180x180x8	0,26	Comb.11	C.S01	200x200x8	0,52	Comb.12	C.N15	175x9	0,67	Comb.5
B.Sup-S03	200x200x8	0,38	Comb.12	B.Inf-N18	200x200x8	0,45	Comb.46	C.Inf-09	180x180x8	0,18	Comb.11	C.S26	200x200x8	0,5	Comb.5	C.N16	175x9	0,47	Comb.4
B.Sup-S04	200x200x8	0,55	Comb.12	B.Inf-N19	200x200x8	0,43	Comb.48	C.Inf-10	180x180x8	0,23	Comb.13	C.N01	200x200x8	0,51	Comb.12	C.N17	175x9	0,49	Comb.4
B.Sup-S05	200x200x8	0,55	Comb.12	B.Inf-N20	200x200x8	0,47	Comb.4	C.Inf-11	180x180x8	0,3	Comb.26	C.N26	200x200x8	0,43	Comb.47	C.N18	175x9	0,36	Comb.3
B.Sup-S06	200x200x8	0,52	Comb.12	B.Inf-N21	200x200x8	0,46	Comb.6	C.Inf-12	180x180x8	0,27	Comb.26	C.S02	175x9	0,41	Comb.12	C.N19	175x9	0,33	Comb.39
B.Sup-S07	200x200x8	0,52	Comb.12	B.Inf-N22	200x200x8	0,47	Comb.4	C.Inf-13	180x180x8	0,29	Comb.33	C.S03	175x9	0,47	Comb.11	C.N20	175x9	0,31	Comb.39
B.Sup-S08	200x200x8	0,26	Comb.12	B.Inf-N23	200x200x8	0,36	Comb.6	C.Inf-14	180x180x8	0,33	Comb.33	C.S04	175x9	0,38	Comb.11	C.N21	175x9	0,28	Comb.39
B.Sup-S09	200x200x8	0,24	Comb.12	B.Inf-N24	200x200x8	0,54	Comb.47	C.Inf-15	180x180x8	0,2	Comb.48	C.S05	175x9	0,41	Comb.11	C.N22	175x9	0,25	Comb.40
B.Sup-S10	200x200x8	0,43	Comb.4	B.Inf-S01	200x200x8	0,37	Comb.50	C.Inf-16	180x180x8	0,15	Comb.40	C.S06	175x9	0,33	Comb.11	C.N23	175x9	0,3	Comb.5
B.Sup-S11	200x200x8	0,52	Comb.4	B.Inf-S02	200x200x8	0,35	Comb.50	C.Inf-17	180x180x8	0,22	Comb.4	C.S07	175x9	0,33	Comb.11	C.N24	175x9	0,37	Comb.5
B.Sup-S12	200x200x10	0,89	Comb.4	B.Inf-S03	200x200x8	0,43	Comb.26	C.Inf-18	180x180x8	0,16	Comb.39	C.S08	175x9	0,24	Comb.11	C.N25	175x9	0,48	Comb.5
B.Sup-S13	200x200x10	0,89	Comb.4	B.Inf-S04	200x200x8	0,41	Comb.26	C.Inf-19	180x180x8	0,18	Comb.5	C.S09	175x9	0,21	Comb.11				
B.Sup-S14	200x200x8	0,51	Comb.4	B.Inf-S05	200x200x8	0,48	Comb.26	C.Inf-20	180x180x8	0,17	Comb.39	C.S10	175x9	0,29	Comb.12				
B.Sup-S15	200x200x8	0,42	Comb.4	B.Inf-S06	200x200x8	0,49	Comb.26	C.Inf-21	180x180x8	0,23	Comb.40	C.S11	175x9	0,27	Comb.12				
B.Sup-S16	200x200x8	0,21	Comb.40	B.Inf-S07	200x200x8	0,55	Comb.26	C.Inf-22	180x180x8	0,19	Comb.5	C.S12	175x9	0,37	Comb.12				
B.Sup-S17	200x200x8	0,23	Comb.40	B.Inf-S08	200x200x8	0,58	Comb.26	C.Inf-23	180x180x8	0,32	Comb.40	C.S13	175x9	0,35	Comb.5				

4.4 COMPROBACIÓN ELS

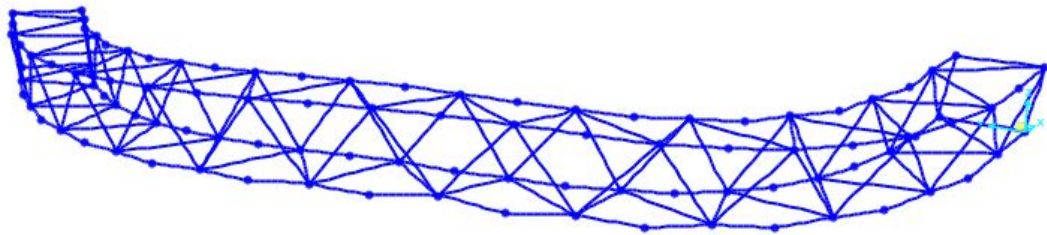
4.4.1 CRITERIOS RELATIVOS A FLECHAS

4.4.1.1 DEFORMACIONES

Se verifica que la flecha vertical máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de uso no supera el valor obtenido de:

$L/1200 = 29,5/1200 = 0,02458\text{m} = 24,58\text{mm}$

La mayor flecha en la estructura se obtiene de la combinación 7 del ELS, siendo de 15,8mm:



4.4.1.2 CONTRAFLECHAS DE EJECUCIÓN

Se deben definir las contraflechas de ejecución, de modo que para las cargas permanentes se consiga que la geometría de la estructura se ajuste al máximo a la rasante teórica de proyecto.

A continuación se definen las contraflechas de ejecución para las cargas permanentes (combinación de peso propio y carga muerta).

NUDO	Z teórica	Z proyecto
Inf-N01	0	0
Inf-N02	0	0,001075
Inf-N03	0	0,002086
Inf-N04	0	0,00258
Inf-N05	0	0,003061
Inf-N06	0	0,003048
Inf-N07	0	0,002998
Inf-N08	0	0,002507
Inf-N09	0	0,002051
Inf-N10	0	0,001278
Inf-N11	0	0,000609
Inf-N12	0	0
Inf-N13	0	-0,000026
Inf-N14	0	0
Inf-N15	0	0,000609
Inf-N16	0	0,001278
Inf-N17	0	0,002051
Inf-N18	0	0,002507
Inf-N19	0	0,002998
Inf-N20	0	0,003048
Inf-N21	0	0,003061
Inf-N22	0	0,00258
Inf-N23	0	0,002086
Inf-N24	0	0,001075
Inf-N25	0	0
Inf-S01	0	0
Inf-S02	0	0,001006
Inf-S03	0	0,001808
Inf-S04	0	0,00244
Inf-S05	0	0,002779
Inf-S06	0	0,002905
Inf-S07	0	0,002734
Inf-S08	0	0,002413

NUDO	Z teórica	Z proyecto
Inf-S09	0	0,001876
Inf-S10	0	0,001355
Inf-S11	0	0,000737
Inf-S12	0	0,000295
Inf-S13	0	0
Inf-S14	0	0,000295
Inf-S15	0	0,000737
Inf-S16	0	0,001355
Inf-S17	0	0,001876
Inf-S18	0	0,002413
Inf-S19	0	0,002734
Inf-S20	0	0,002905
Inf-S21	0	0,002779
Inf-S22	0	0,00244
Inf-S23	0	0,001808
Inf-S24	0	0,001006
Inf-S25	0	0
Sup-N01	0	0,000058
Sup-N02	0	0,001248
Sup-N03	0	0,002014
Sup-N04	0	0,002723
Sup-N05	0	0,003022
Sup-N06	0	0,003195
Sup-N07	0	0,002945
Sup-N08	0	0,002632
Sup-N09	0	0,001963
Sup-N10	0	0,001357
Sup-N11	0	0,000554
Sup-N12	0	0,000195
Sup-N13	0	-0,000116
Sup-N14	0	0,000195
Sup-N15	0	0,000554
Sup-N16	0	0,001357

NUDO	Z teórica	Z proyecto
Sup-N17	0	0,001963
Sup-N18	0	0,002632
Sup-N19	0	0,002945
Sup-N20	0	0,003195
Sup-N21	0	0,003022
Sup-N22	0	0,002723
Sup-N23	0	0,002014
Sup-N24	0	0,001248
Sup-N25	0	0,000058
Sup-S01	0	0,000001217
Sup-S02	0	0,000923
Sup-S03	0	0,001844
Sup-S04	0	0,002342
Sup-S05	0	0,002792
Sup-S06	0	0,00281
Sup-S07	0	0,002762
Sup-S08	0	0,002337
Sup-S09	0	0,001932
Sup-S10	0	0,001296
Sup-S11	0	0,000798
Sup-S12	0	0,000312
Sup-S13	0	0,000247
Sup-S14	0	0,000312
Sup-S15	0	0,000798
Sup-S16	0	0,001296
Sup-S17	0	0,001932
Sup-S18	0	0,002337
Sup-S19	0	0,002762
Sup-S20	0	0,00281
Sup-S21	0	0,002792
Sup-S22	0	0,002342
Sup-S23	0	0,001844
Sup-S24	0	0,000923
Sup-S25	0	0,000001217

5. APARATOS DE APOYO

En la pasarela disponemos de 7 aparatos de apoyo, los cuales son elastómeros de neopreno zunchado y han sido diseñados mediante el software Gumba.

En nuestro caso los movimientos que deben resistir nuestros neoprenos son escasos por lo que se han utilizado los valores mínimos que usa el software.

5.1 APOYOS LATERAL

Los apoyos tienen todos los movimientos impedidos.

	Tipo	ancho	largo	alto	nº capas	espesor capas	espesor chapa
APOYO NORTE	C	100	200	38.5	3	5	2
APOYO SUR	C	100	150	38.5	3	5	2

(Las medidas son en mm)

5.2 APOYOS CENTRALES

Los apoyos tienen el movimiento transversal impedido.

	Tipo	ancho	largo	alto	nº capas	espesor capas	espesor chapa
APOYO NE Y NW	B	150	200	42	5	5	2
APOYO SUR	B	150	150	42	5	5	2