

ANEJO Nº4

DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA

CURSO 2016-2017

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TUTOR: CARLOS MANUEL LÁZARO FERNÁNDEZ

COTUTOR: JOSÉ CASANOVA COLÓN

AUTOR: CARMEN DEL MAR PÉREZ DELGADO

JUNIO 2017, VALENCIA



ANEJO Nº4

DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA

INDICE

1. OBJETO	3
2. ALCANCE Y METODOLOGÍA.....	3
3. DATOS DE PARTIDA: CONDICIONANTES Y LIMITACIONES.....	3
3.1 Hidráulica e hidrología	3
3.2 Geología y geotecnia	3
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.....	3
4.1 Trazado de la solución.....	3
4.1.1 Pasarela 1	3
4.1.2 Pasarela 2	4
4.2 Tipología	5
5. BASES DE CÁLCULO.....	5
5.1 Normativa y recomendaciones	5
5.2 Características de los materiales.....	5
5.3 Acciones	6
5.3.1 Normativa aplicada	6
5.3.2 Acciones permanentes	6
5.3.3 Acciones variables	6
5.3.4 Acción térmica.....	8
5.3.5 Nieve.....	11
5.3.6 Acción sísmica	11
5.4 Valor representativo de las acciones	11
5.4.1 Valor representativo de las acciones permanentes.....	11
5.4.2 Valores representativos de las acciones variables.....	11
5.5 Valor de cálculo de las acciones	12
5.6 Combinación de acciones.....	12

6.	CÁLCULO ESTRUCTURAL	13
6.1	MODELO DE CÁLCULO.....	13
6.2	Combinación de acciones.....	14
6.2.1	Resultados obtenidos.....	14
6.3	Comprobaciones estructurales de la superestructura.....	15
6.3.1	Comprobación de los estado límite últimos	15
6.3.2	Comprobación de los estado límite de servicio	18

1. OBJETO

El objeto de este Anejo es la descripción estructural de las pasarelas peatonales desarrolladas en este Trabajo, así como, la justificación de los cálculos realizados para el dimensionamiento y posterior comprobación de los elementos que conforman el sistema estructural.

Todo ello se ha realizado de acuerdo a la normativa vigente, en el apartado 5 de este documento se detallan las normativas que tienen relación directa con las estructuras diseñadas.

2. ALCANCE Y METODOLOGÍA

El alcance de este documento abarcará el diseño estructural de la estructura, justificando las disposiciones geométricas y la elección de materiales. Incluirá la comprobación de seguridad frente a los Estado Límite, así como las verificaciones estructurales de las secciones y los elementos críticos para la seguridad de la estructura.

Por otra parte, queda excluido el cálculo de las uniones metálicas, la unión de las estructuras con los estribos y las juntas.

3. DATOS DE PARTIDA: CONDICIONANTES Y LIMITACIONES

Los datos de partida, base fundamental de este documento, son el “Anejo Hidrológico”, el “Anejo Hidráulico” y el “Anejo de Geología y Geotécnica” del proyecto “Ejecución del Centro Agroambiental Los Nuevos (Cuenca) Fase III”.

La información obtenida de estos documentos ha permitido el correcto dimensionamiento de la estructura, quedando siempre del lado de la seguridad.

3.1 HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

Las pasarelas cruzan sobre el río Júcar y se localizan aguas abajo del Embalse de Alarcón y el azud de Henchideros. Las cuencas vertientes a la zona de estudio son la cuenca de Los Nuevos y la del arroyo de la Cañada, cuyo punto de desagüe se sitúa aguas arriba de la localización de las estructuras, antes de la minicentral eléctrica.

Teniendo en cuenta que el período de retorno para el que se dimensionan las estructuras es T=50 años, se ha diseñado partiendo de los siguientes datos extraídos del proyecto anteriormente citado:

CAUDALES DE DISEÑO T=50 AÑOS	
Q_{50}	190,51 m ³ /s
Q_{MINIMO}	53,45 m ³ /s

COTAS DE LA LÁMINA DE AGUA PARA T=50 ÑOS	
COTA INFERIOR DEL CAUCE	675 m.s.n.m.
ALTURA MÁXIMA DE LA LÁMINA DE AGUA	678,53 m.s.n.m.
ALTURA DEL CALADO CRÍTICO	677,04 m.s.n.m.
ALTURA DE LA LÍNEA DE ENERGÍA	678,68 m.s.n.m.
ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA EN EL MOMENTO QUE SE REALIZÓ EL ESTUDIO	676,76 m.s.n.m.

3.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

La estatigrafía del terreno se ha extraído también del proyecto “Ejecución del Centro Agroambiental Los Nuevos (Cuenca) Fase III”. Esta información se ha analizado de tal forma que los datos fundamentales para la elaboración de este trabajo académico queden reflejados de forma clara y concisa.

Este análisis se desarrolla de forma más extensa en el Anejo 2.-Informe Geotécnico, adjunto en este documento. La zona de actuación se caracteriza por la existencia de una serie de islas en la parte central del cauce del río, estas se originaron como consecuencia de la acumulación de sedimentos arrastrados por el flujo del agua a lo largo de los años.

A la hora de definir el tipo de terreno existente en esta ubicación, se realizaron una serie de sondeos y tomas de muestras que permitieron caracterizarlo. Como conclusión del análisis de resultados de estas actuaciones, se ha establecido que el tipo de terreno sobre el que apoyarán las pasarelas es el siguiente:

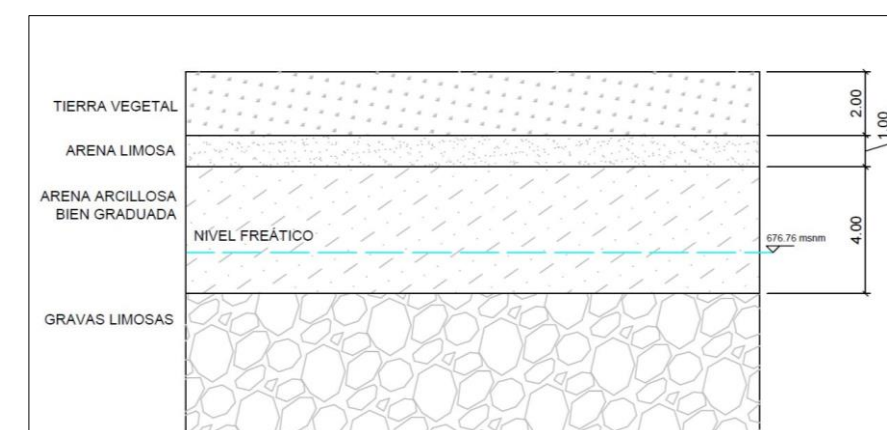


Figura 2. Estatigrafía del terreno en la zona de la actuación.

El cálculo relativo a la cimentación y los estribos se desarrolla en el Anejo 3.-Diseño y comprobación de las cimentaciones y subestructuras, incluido en este trabajo.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

La solución adoptada está compuesta por dos pasarelas peatonales y, aunque son dos estructuras diferentes, su diseño y tipología es la misma.

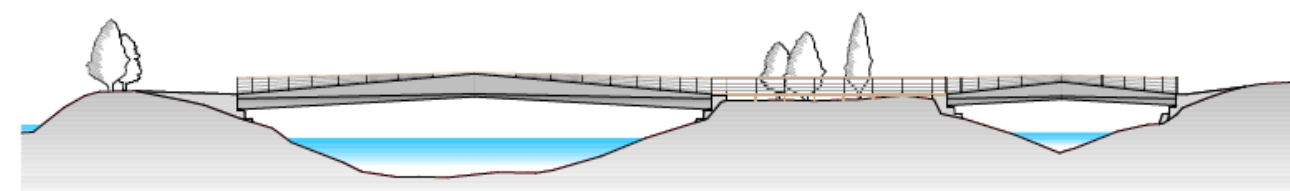


Figura 1. Alzado de las pasarelas.

4.1 TRAZADO DE LA SOLUCIÓN

4.1.1 Pasarela 1

La primera estructura salva el río Júcar desde la orilla derecha hasta una de las islas existentes en el cauce.

4.1.1.1 Trazado en alzado

La luz de la estructura es de 16 m y el tablero presenta una pendiente longitudinal del 2%, mientras que carece de pendiente transversal. La pendiente longitudinal cumple los mínimos establecidos respecto a la pendiente mínima necesaria para el drenaje de la estructura, los sumideros para la evacuación de aguas se encuentran en los extremos de la pasarela.

La sección varía de forma lineal, con una pendiente en el fondo del cajón del 5,4%, quedando la sección de centro de vano elevada $\approx 0,43$ m sobre la rasante de los estribos, la pendiente es ascendente hacia el centro luz, donde alcanza su elevación máxima.

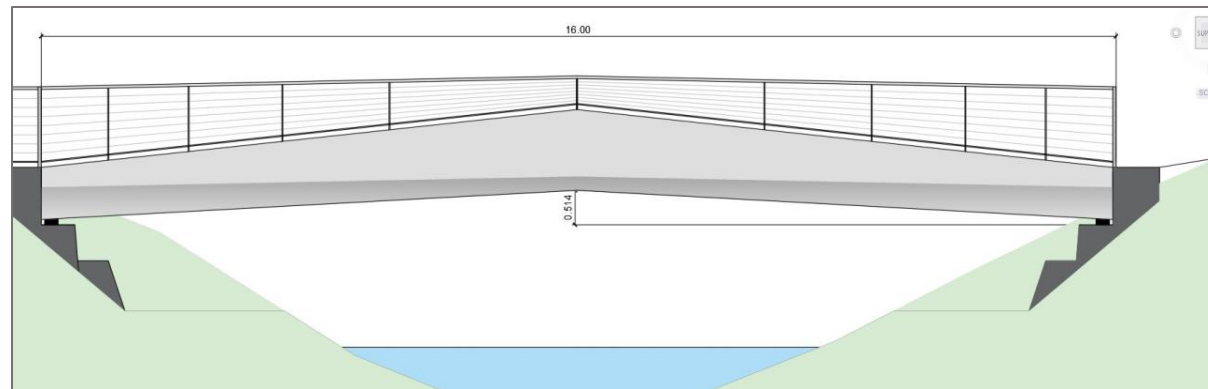


Figura 3. Alzado de la pasarela 1, L=16 m

Se ha dejado un resguardo de 0,5 m entre la estructura y la cota máxima de la lámina de agua para un período de retorno de 50 años, valor obtenido del “Anejo Hidrológico” del proyecto “Ejecución del Centro Agroambiental Los Nuevos (Cuenca) Fase III”.

4.1.1.2 Trazado en planta

La pasarela es recta, sin embargo, presenta cierto grado de inclinación en planta lo que permite una conexión suave y fluida entre el camino localizado en la margen derecha del río y la siguiente estructura que conecta esta isla con la segunda, donde se localiza el Itinerario Ambiental.

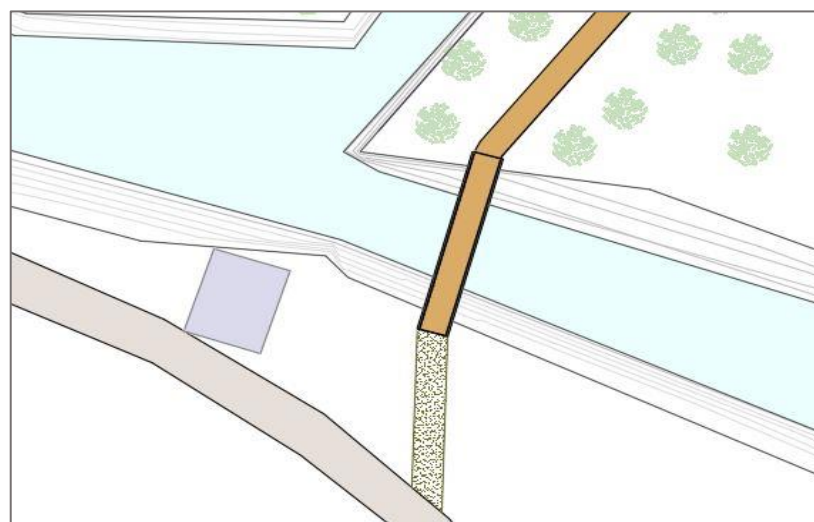


Figura 4. Planta pasarela1, L=16 m

4.1.1.3 Sección transversal

El ancho libre del tablero es de 2 m, considerándose como suficiente esta anchura mínima para que dos peatones se puedan cruzar cómodamente y sin necesidad de interrumpir su recorrido.

En cuanto a la sección tipo, esta se aproxima a una sección en cajón de canto variable formada por chapas del mismo espesor y geometrías diferentes.

Debido a la pendiente del fondo del cajón la posición del tablero respecto a la chapa inferior variará, siendo mínima esta distancia en el centro luz.

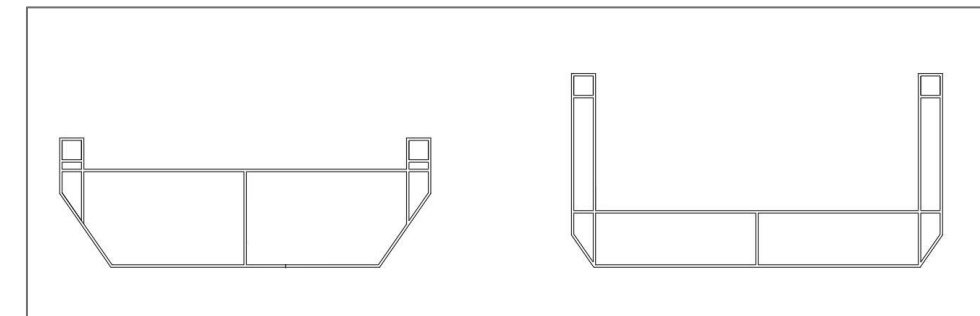


Figura 5. Secciones tipo, apoyo a la izquierda y centro-luz derecha

4.1.2 Pasarela 2

La segunda estructura cruza el río Júcar desde la isla más occidental hasta la siguiente isla, conectando así la primera con el “Itinerario Ambiental de Los Nuevos”, dando continuidad a la ruta rural.

4.1.2.1 Trazado en alzado

Esta pasarela salva una luz de 33 m y presenta, como en el caso anterior, una pendiente longitudinal del tablero del 2%, lo cual permite un correcto drenaje de la estructura, en lo relativo a la pendiente transversal esta es nula.

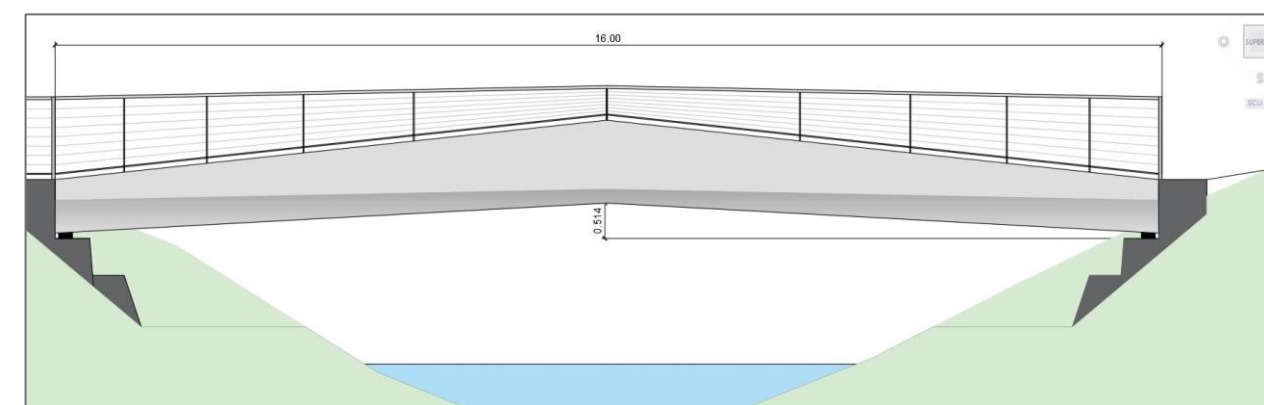


Figura 6. Alzado pasarela 2, L=33 m

La sección transversal varía de forma lineal, al igual que en la primera pasarela, con una pendiente de fondo de cajón de $\approx 6\%$, la sección central se eleva 0,975 m respecto a la rasante de los estribos. La pendiente es ascendente hacia el centro de vano, donde alcanza su máxima elevación, a partir de este punto esta es descendente hacia el otro estribo.

También se deja un resguardo de 0,5 m entre la estructura y la cota máxima de la lámina de agua, para un período de retorno de 50 años.

4.1.2.2 Trazado en planta

Esta estructura también es recta, no obstante, presenta cierto grado de inclinación en planta que facilita su conexión con el “Itinerario Ambiental de Los Nuevos”. Esta inclinación es antisimétrica respecto a la primera pasarela.

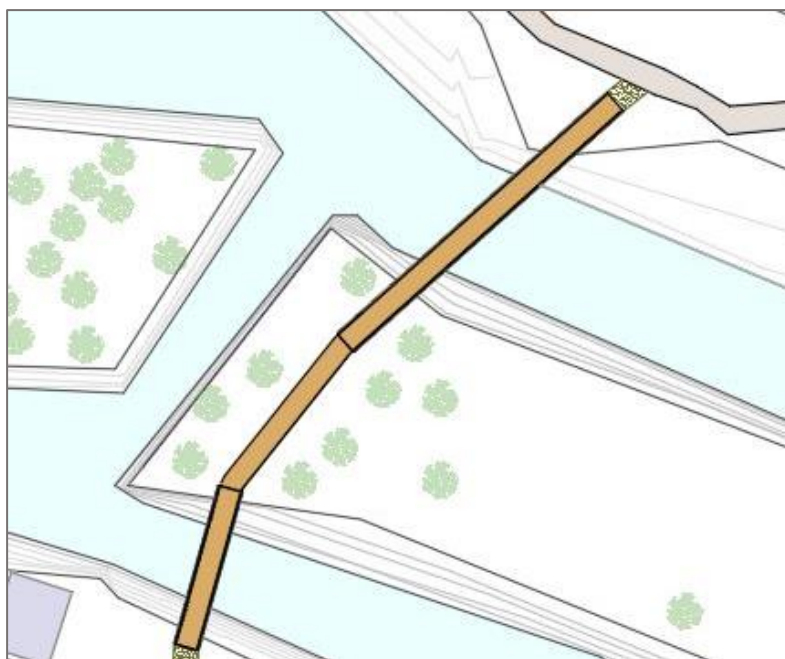


Figura 7. Planta de las pasarelas, al norte Pasarela 2 y al sur Pasarela 1

4.1.2.3 Sección transversal

El ancho libre del tablero es de 2 m y la sección tipo, como se ha mencionado con anterioridad, presenta el mismo diseño y la misma tipología que en la primera pasarela. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, debido a la disminución de la luz, sí que cambiarán las medidas de las chapas que conforman la “viga en cajón”, aunque estas variaciones no son lo suficientemente importantes para modificar el diseño general de la sección tipo.

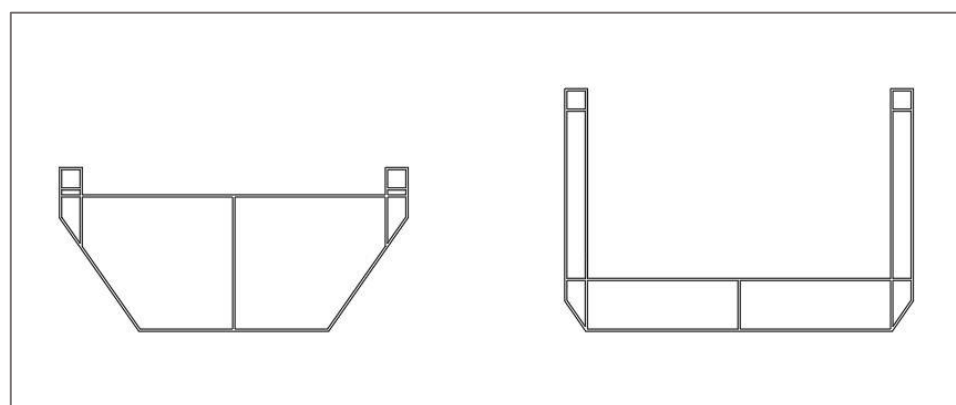


Figura 8. Sección tipo, a la izquierda sección en el apoyo y a la derecha sección en el centro-luz

Debido a la pendiente del fondo del cajón la posición del tablero respecto a la chapa inferior variará, siendo mínima esta distancia en el centro luz.

4.2 TIPOLOGÍA

Las dos estructuras objeto de este Trabajo presentan la misma tipología, ambas actúan como una viga biapoyada de canto variable. Aunque la sección transversal no es convencional, ya que está conformada por varias chapas unidas entre sí que forman una especie de “cajón” de canto variable, se considera que su comportamiento se aproxima a una viga convencional de canto variable.

Las pasarelas se han diseñado como biapoyadas en los estribos, además la estructura resistente está formada por la unión de chapas de acero, por lo que se trata de una pasarela metálica.

5. BASES DE CÁLCULO

5.1 NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

Para la elaboración de este Trabajo se ha empleado la normativa descrita a continuación:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, **IAP-11**
- Instrucción de acero estructural, **EAE**
- Eurocodigo 3: Proyecto de estructuras de acero. **EC-3**
- Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras, **RPM-95**
- Norma de construcción sismorresistente: Puentes, **NCSP-07**

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

La estructura resistente está compuesta por chapas de acero, cuyas características del material son las siguientes:

- **Acero estructural S355 J2:**
 - Límite elástico del acero: **$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$**
 - Densidad: **$\rho_{\text{acero}} = 7850 \text{ kg/m}^3$**
 - Módulo de elasticidad: **$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$**
 - Coeficiente de Poisson: **$\nu = 0,3$**
 - Módulo de rigidez transversal: **$G = 81.000 \text{ N/mm}^2$**
 - Coeficiente de dilatación: **$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-05} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$**

En cuanto al pavimento del tablero, este está formado por tablonos y rastreles de madera cuyas características del material son:

- **Madera de pino silvestre:**
 - Densidad: **$\rho_{\text{madera}} = 600 \text{ kg/m}^3$**
 - Módulo de elasticidad: **$E = 94.000 \text{ Kg/cm}^2$**
 - Tipo: **Madera semiligera**
 - Dureza: **1,9 madera semiblanda**

5.3 ACCIONES

5.3.1 Normativa aplicada

Los valores obtenidos para las acciones actuantes sobre la estructura se han deducido a partir de la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera”, IAP-11, instrucción también aplicable a las pasarelas peatonales.

5.3.2 Acciones permanentes

Las acciones permanentes son las asociadas al peso de todos los elementos que conforman las pasarelas, tanto estructurales como no estructurales, y cuya actuación sobre la estructura es constante.

Las cargas permanentes actuantes son: el peso propio de la estructura y la carga muerta.

5.3.2.1 Peso propio

Esta acción corresponde al peso de los elementos estructurales de las pasarelas, dado que se tratan de estructuras metálicas el peso específico adoptado para este material es:

$$\gamma_{\text{acero}} = 78,5 \text{ kN/m}^3$$

5.3.2.2 Carga muerta

La carga muerta engloba el peso de todos los elementos presentes en la estructura de forma permanente, pero cuya función no es resistente. Estos elementos son:

- Pavimento de madera de pino silvestre:

$$\gamma_{\text{madera}} = 6 \text{ kN/m}^3$$

- Rastrel de madera de pino silvestre:

$$\gamma_{\text{madera}} = 6 \text{ kN/m}^3$$

- Barandilla de acero AISI 304:

$$\gamma_{\text{acero,b}} = 79 \text{ kN/m}^3$$

5.3.3 Acciones variables

5.3.3.1 Sobrecarga de uso

El valor adoptado para la sobrecarga debida al tráfico peatonal en la estructura es de 5 kN/m^2 , valor aplicable a ambas pasarelas. Teniendo en cuenta que el ancho libre del tablero es de 2 m, esta carga se puede traducir en una carga distribuida de 10 kN/m aplicada en toda su longitud.

Para el cálculo de los neoprenos donde apoyará la pasarela se considerará una fuerza horizontal longitudinal producida por la sobrecarga de uso, cuyo valor es el 10% de la sobrecarga vertical uniformemente distribuida.

5.3.3.2 Viento

La acción del viento se asimilará a una carga estática equivalente, a no ser que sea necesario considerar los efectos aeroelásticos sobre la estructura. A continuación, se detallan los cálculos necesarios para obtener el empuje equivalente del viento sobre las pasarelas, la mayoría de los cálculos son análogos a las dos estructuras, tan solo varían los valores que dependen directamente de la geometría de la pasarela.

– Velocidad básica del viento

La velocidad básica del viento, v_{b0} , se define como la velocidad media en un período de 10 minutos, medida con independencia de la dirección del viento y de la época del año, en una zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 m, su período de retorno es de $T = 50$ años.

El período de retorno para el que se dimensiona la estructura es $T = 50$ años, por lo que no es necesario aplicar el factor de probabilidad al cálculo de la velocidad básica del viento. Este factor se deberá aplicar cuando el período de retorno sea diferente a 50 años.

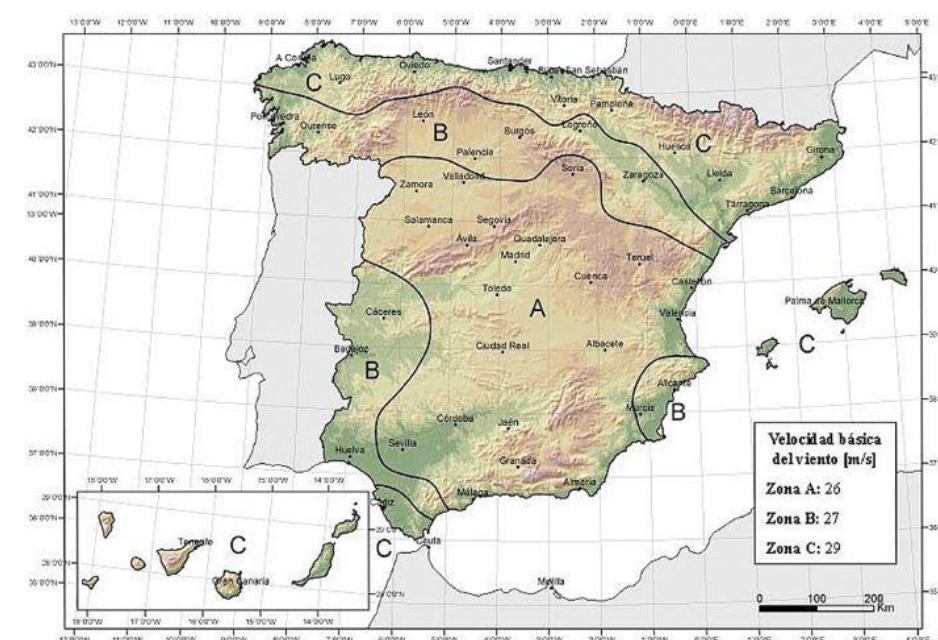


Figura 9. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento. IAP-11

Como se puede observar en el mapa de isotacas, la zona donde se ubican las pasarelas es Zona A, por lo que la velocidad básica fundamental del viento tendrá un valor, en ambas pasarelas, de $v_{b0} = 26 \text{ m/s}$.

A partir de este dato es posible calcular la velocidad básica del viento mediante la siguiente expresión:

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

A falta de estudios más precisos se toma el valor de 1 para el factor direccional del viento (c_{dir}) y para el factor estacional del viento (c_{season}), dado que el período de retorno es $T=50$ años, la velocidad básica del viento adopta un valor de:

$$v_b = 26 \text{ m/s}$$

Sin embargo, para las situaciones persistentes, a falta de estudios específicos, se deberá considerar un período de retorno de 100 años. Por tanto, el valor obtenido para la velocidad básica del viento deberá multiplicarse por un factor de probabilidad asociado a este período de retorno, en este caso es $c_{prob}=1,04$. Por tanto, la velocidad básica en situación persistente tendrá un valor de:

$$v_{b,persis} = 27,04 \text{ m/s}$$

– **Velocidad media del viento**

La velocidad media del viento $v_m(z)$ se obtiene para una altura Z sobre el terreno y dependerá de la rugosidad de la zona, la topografía y de la velocidad básica del viento. La fórmula empleada para la obtención de este valor es la siguiente:

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

Para el factor de topografía (c_o) se adoptará el valor de la unidad, es el que se adopta habitualmente, y el valor del factor de rugosidad se calculará con la siguiente expresión, siendo su resultado diferente para cada pasarela:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

$$c_r(z) = c_r \cdot z_{min} \quad \text{para } z < z_{min}$$

El término Z corresponde a la altura del punto de aplicación del empuje del viento respecto al nivel mínimo del agua bajo el puente, por tanto, este valor variará de una pasarela a otra. El resto de valores de la fórmula se obtiene de la tabla adjunta a continuación, que asigna un valor en función del tipo de entorno en el que se encuentre. En este caso el entorno es tipo II ya que se trata de una zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados.

TIPO DE ENTORNO	k_r	z_0 [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

Figura 10. Tabla para el valor de los coeficientes k_r , z_0 y z_{min} según el tipo de entorno. IAP-11

Por tanto, teniendo en cuenta esto, los valores obtenidos para cada pasarela son:

- Pasarela 1, $L=16$ m:
 $Z= 4,3$ m $C_r= 0,846$ $v_{m1}= 22$ m/s
- Pasarela 2, $L=33$ m:
 $Z= 6,00$ m $C_r= 0,90$ $v_{m2}= 23,65$ m/s

Para la situación persistente, dado que la velocidad básica del viento es ligeramente diferente, el valor de la velocidad media también cambiará:

- Pasarela 1, situación persistente, $L=16$ m:
 $Z= 4,3$ m $C_r= 0,846$ $v_{m1, persis}= 22,89$ m/s
- Pasarela 2, situación persistente, $L=33$ m:

$$Z= 6,00\text{m} \quad C_r= 0,90 \quad v_{m2, persis}= 24,60 \text{ m/s}$$

– **Empuje del viento**

El empuje ocasionado por el viento sobre la estructura se calculará por separado para cada elemento del puente. Se tendrán cuenta aspectos como el área expuesta, que las características aerodinámicas del elemento pueden resultar modificadas por la materialización de otras acciones actuantes o el efecto de situaciones transitorias sobre la estructura.

Empuje horizontal, viento transversal

$$F_{W,x} = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \right] \cdot c_e(z) \cdot c_f \cdot A_{ref}$$

El tablero de ambas pasarelas es de alma llena, su sección transversal se aproxima a una sección metálica en cajón, por lo que el empuje se calculará para toda la superficie expuesta al viento.

El área de referencia A_{ref} considerada en este caso, es el plano perpendicular a la dirección del viento expuesto a las acciones del viento transversal. Dado que la pasarela presenta características singulares en el alzado, no se puede obtener este valor multiplicando la luz por la altura equivalente h_{eq} . Por tanto, el área de incidencia directa del viento transversal tiene un valor de $A_{ref1} = 30,2$ m² para la primera pasarela y $A_{ref2} = 67,1$ m² para la segunda.

En la siguiente imagen se observa la estructura de la pasarela, área sombreada a rayas, y el área expuesta a la acción del viento, área sombreada de gris.

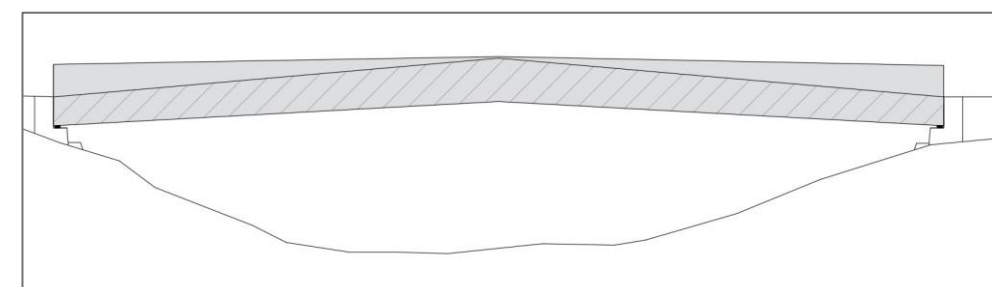


Figura 11. Área expuesta a la acción del viento transversal

En cuanto al coeficiente de fuerza, se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$c_{f,x} = 2.5 - 0.3 \cdot (B/h_{eq})$$

La altura equivalente h_{eq} , corresponde a la altura total máxima de cualquier elemento de la estructura que suponga un obstáculo frente al viento, incluyendo la altura equivalente a la acción de la sobrecarga de uso. La altura más desfavorable es la de la sobrecarga, cuyo valor es de 1,25 m por encima del tablero.

Por tanto, tras realizar los cálculos oportunos, se obtienen los siguientes resultados:

- Pasarela 1, $L=16$ m:
 $C_{fx} = 2,16$ $F_{wx1} = 50,70$ KN
- Pasarela 2, $L=33$ m:
 $C_{fx} = 2,20$ $F_{wx2} = 127,10$ KN

Para la situación persistentes los valores obtenidos son:

- Pasarela 1, L=16 m:

$$C_{fx} = 2,16$$

$$F_{wx1, \text{persis}} = 50,70 \text{ KN}$$

- Pasarela 2, L=33 m:

- $C_{fx} = 2,20$

$$F_{wx2, \text{persis}} = 127,10 \text{ KN}$$

Empuje vertical del viento sobre el tablero

$$F_{Wz} = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \right] \cdot c_e(z) \cdot c_{f,z} \cdot A_{ref}$$

Se considerará que el empuje vertical actúa en la dirección más desfavorable sobre el tablero. El valor del coeficiente de fuerza en dirección vertical adoptará un valor de $c_{fz} = \pm 0,9$, mientras que el valor del área de referencia será el área en planta del tablero.

Por tanto, se deduce que el valor del empuje vertical es de:

- Pasarela 1, L=16 m:

$$F_{Wz1} = 18,80 \text{ KN}$$

- Pasarela 2, L=33 m:

$$F_{Wz2} = 34,90 \text{ KN}$$

Y en situación persistente:

- Pasarela 1, L=16 m:

$$F_{Wz1 \text{ persis}} = 17,00 \text{ KN}$$

- Pasarela 2, L=33 m:

$$F_{Wz2 \text{ persis}} = 37,80 \text{ KN}$$

5.3.3.3 Momento de vuelco sobre el tablero

En ausencia de datos precisos sobre el momento de vuelco ejercido por la acción del viento vertical y transversal, se supone que estos empujes se aplicarán a la altura que se especifica a continuación:

- Empuje transversal:

La resultante del empuje se aplicará al 60% de la altura del primer frente máximo adoptado en el cálculo del área expuesta en la componente horizontal del viento transversal.

- Empuje vertical:

Se aplica a un cuarto de la anchura del tablero desde el borde de barlovento.

Se considerará la combinación del viento transversal y vertical más desfavorable, calculando el momento de vuelco en cada una de las secciones determinantes de la estructura.

5.3.3.4 Efectos aeroelásticos

Según lo establecido en la Instrucción, no será necesario comprobar los efectos aeroelásticos, ya que las pasarelas cumplen las tres condiciones necesarias para no realizar estos cálculos: su luz es inferior a 100 m, la luz efectiva es menor a 30 veces el canto y la anchura del tablero es superior a 1/10 la distancia entre puntos de momento transversal nulo bajo la acción del viento transversal.

5.3.3.5 Resumen de cargas de viento actuantes sobre el tablero

Los empujes de viento totales calculados en apartados anteriores se dividirán por el número de secciones determinantes de la pasarela, obteniendo así la carga de viento para cada sección crítica.

De esta manera, se introducirá en el programa de Cálculo SAP 2000 tres cargas puntuales en cada uno de los nudos de las barras, una corresponderá a la componente vertical del viento, otra a la componente horizontal y la última será el momento de torsión generado por el momento de vuelco del tablero por la acción del viento.

5.3.4 Acción térmica

Para evaluar el efecto de la acción térmica primero se clasificará la estructura en función del tipo de tablero. En este caso, se trata de un tablero metálico cuya geometría se aproxima a una sección en cajón, por tanto es de Tipo 1.

5.3.4.1 Componente uniforme de la temperatura del tablero

- Temperatura máxima y mínima del aire

El valor característico de la temperatura máxima y mínima del aire a la sombra depende del clima y de la altitud del emplazamiento. Para un período de retorno de 50 años el valor de la temperatura máxima T_{max} se puede obtener del mapa de isotermas incluido en la IAP-11. La temperatura máxima para la zona de actuación es $T_{max}=46^{\circ}\text{C}$, se ha escogido este valor quedando así del lado de la seguridad.

La temperatura característica mínima viene condicionada por la altitud sobre el nivel del mar y por la zona de clima invernal donde se encuentre la estructura. En este caso el clima invernal es zona 5 y su altitud 600 msnm, por tanto, la temperatura mínima es de $T_{min}= -14^{\circ}\text{C}$.

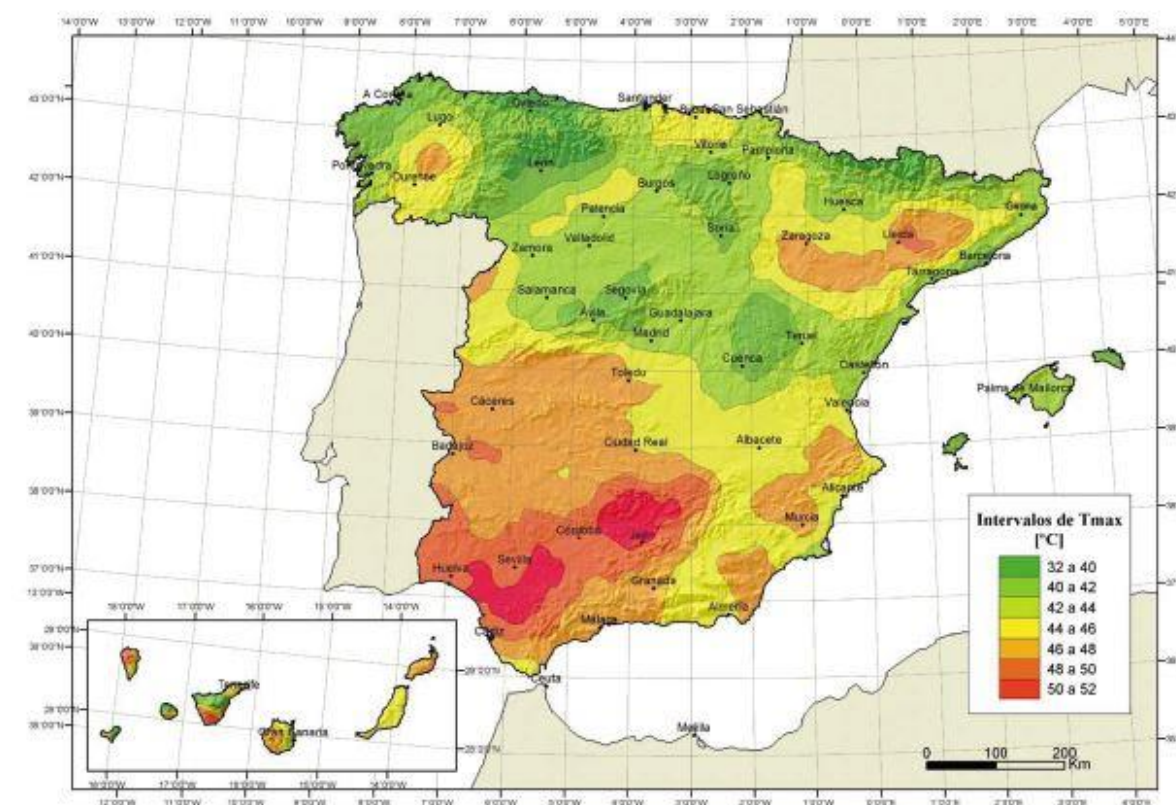


Figura 12. Mapa de temperatura máxima de la península, extraído de la IAP-11

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

Figura 13. Tabla de clasificación de clima invernal, extraído de la IAP-11

Para períodos de retorno diferentes a 50 años se deberá ajustar el valor de las temperaturas extremas. Para situaciones persistentes el período de retorno a considerar es de 100 años, por lo que se deberá llevar a cabo este ajuste.

$$T_{max,p} = T_{max} \cdot (\{k_1 - k_2 \cdot \ln[-\ln(1-p)]\})$$

$$T_{min,p} = T_{min} \cdot (\{k_3 + k_4 \cdot \ln[-\ln(1-p)]\})$$

Siendo p el inverso del período de retorno y k una serie de coeficientes con los valores siguientes:

$$K_1=0,781 \quad K_2=0,056 \quad K_3=0,393 \quad K_4= - 0,156 \quad p= 0,01 \text{ para } T=100 \text{ años}$$

Por tanto, el valor característico de las temperaturas mínima y máxima en situación persistente son:

$$T_{max,persis} = 47,78^\circ C$$

$$T_{min,persis,p} = -15,55^\circ C$$

Componente uniforme de la temperatura

La componente uniforme de la temperatura es el valor de la temperatura media de la sección transversal, esta tendrá un valor mínimo y un valor máximo que se determina a partir de las siguientes fórmulas:

$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

Siendo $T_{e,min}$ y $T_{e,max}$ los valores calculados en el apartado anterior. La variación de la temperatura en el tablero se estimará mediante la siguiente tabla, teniendo en cuenta que el tablero es tipo 1:

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

Figura 14. Tipo de tablero en función del material, tabla extraída de la IAP-11

De tal forma, los valores máximo y mínimo de la componente uniforme de la temperatura serán:

$$T_{e,min} = -17^\circ C$$

$$T_{e,max} = 62^\circ C$$

Y para la situación persistente:

$$T_{e,min} = -15,5^\circ C$$

$$T_{e,max} = 47,8^\circ C$$

Rango de la componente uniforme de la temperatura

La variación de la componente uniforme de la temperatura provocará un cambio de longitud en elementos de estructuras sin coacción al movimiento. A raíz de los valores característicos de temperatura obtenidos y junto con la temperatura inicial T_0 se obtendrá el valor característico de variación.

La temperatura inicial T_0 , es el valor de la temperatura inicial en el tablero en el momento en que se coacciona su movimiento. En caso que no sea posible establecer este valor se tomará como válido $T_0 = 15^\circ C$.

El rango de variación térmica correspondiente a la contracción máxima del tablero es de:

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

$$\Delta T_{N,con} = 15 - (-17) = 32^\circ C$$

Y para la situación persistente:

$$\Delta T_{N,con,pers} = 33,50^\circ C$$

En cuanto a la máxima variación debida a la dilatación máxima del tablero:

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

$$\Delta T_{N,exp} = 62 - 15 = 47^\circ C$$

Y para la situación persistente:

$$\Delta T_{N,exp,pers} = 48,80^\circ C$$

El dimensionamiento de los aparatos de apoyo y de las juntas de dilatación se realizarán considerando como máxima variación de contracción y dilatación los valores calculados anteriormente + 15 ° C.

Diferencia vertical de temperatura

Como se ha explicado con anterioridad, este tipo de estructura se clasifica como puente de tipo 1, ya que la sección del tablero es de acero en su totalidad.

La temperatura de la cara superior del tablero presenta una variación de temperatura en su sección transversal, ya que la fibra inferior presenta una temperatura distinta a la fibra superior. Esto da lugar a una temperatura máxima de calentamiento y una temperatura máxima de enfriamiento.

Este factor se tiene en cuenta a través de una componente lineal equivalente a la diferencia de temperatura vertical en tableros.

Las componentes correspondientes a tableros de tipo 1 son:

$$\Delta T_{m,heat} = 18^{\circ}C$$

$$\Delta T_{m,cool} = 13^{\circ}C$$

También hay que tener en cuenta el espesor del pavimento, ya que esto afecta directamente a la diferencia de temperatura vertical. Para espesores de pavimento superiores a 50 mm se ha de aplicar un factor de corrección a los valores expuestos. El espesor total del pavimento de las pasarelas, teniendo en cuenta el espesor de los tableros de madera y los rastreles, es de 150 mm por lo que habrá que aplicar la corrección.

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento ⁽¹⁾	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

Figura 16. Efecto del pavimento en la determinación de la temperatura del tablero, IAP-11

En conclusión, la variación de temperatura vertical en el tablero de las pasarelas es de:

$$\Delta T_{m,heat} = 18 \cdot 0,7 = 12,60^{\circ}C$$

$$\Delta T_{m,cool} = 13 \cdot 1,2 = 15,60^{\circ}C$$

Diferencia horizontal de temperatura

La diferencia de temperatura debida al soleamiento entre un lado y otra de la sección transversal del tablero no se tendrá en cuenta en la comprobación. Esto es así porque no se considera que la variación de temperatura horizontal de lugar a efectos relevantes a tener en cuenta en la comprobación estructural.

Simultaneidad de la componente uniforme y de la diferencia de temperatura

ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)							
ALTITUD [M]	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2200	-	8,0	-	-	-	-	-

Figura 15. Tabla clima invernal, extraído de la IAP-11

Se debe tener en cuenta la actuación simultánea de la componente uniforme de variación de temperatura y la diferencia vertical de la misma. Estos factores se combinarán mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta T_m + w_n \cdot \Delta T_N$$

$$w_m \cdot \Delta T_M + \Delta T_N$$

Donde w_n y w_m tienen un valor de 0,35 y 0,75 respectivamente. Estas combinaciones dan lugar a 16 posibles formas de considerar la concomitancia, ya que se tiene un valor diferente de la componente uniforme de variación de temperatura para la situación persistente.

Las combinaciones elegidas serán las que den lugar a los efectos más desfavorables para la estructura. Teniendo en cuenta esta premisa, se empleará la componente uniforme para situación persistente y una vez realizadas las combinaciones se escogerá el valor más desfavorable.

En este caso este valor es de:

$$w_m \cdot \Delta T_{Mcool} + \Delta T_{N,exp} = 0,75 \cdot 15,6 + 48,78 = 60,48^{\circ}C$$

Sin embargo, dado que este valor será empleado más adelante en el dimensionamiento de los aparatos de apoyo, se deberá tener en cuenta el incremento del valor de la componente uniforme, + 15°C. Por tanto, el valor de simultaneidad para el dimensionamiento de los apoyos es de:

$$w_m \cdot \Delta T_{Mcool} + \Delta T_{N,exp} = 0,75 \cdot 15,6 + (48,78 + 15) = 75,48^{\circ}C$$

5.3.5 Nieve

Dado que no se tienen datos específicos suficientes de la zona dónde se localizarán las estructuras, se tomará un valor característico de la sobrecarga de nieve teniendo en cuenta el tipo de clima invernal de la zona y su altitud.



Figura 18. Zonas climáticas de invierno. Mapa extraído del CTE

Las pasarelas se encuentran localizadas en la provincia de Cuenca, observando el mapa se concluye que su clima corresponde a la zona 5.

Dado que la altitud de la zona en cuestión es de unos 600 m.s.n.m aproximadamente, se concluye que el valor de la sobrecarga de nieve a adoptar en un terreno horizontal con estas características es de **0,5 KN/m²**.

En lo relativo a la sobrecarga de nieve en tableros, se adoptará el valor definido por la siguiente expresión:

$$q_k = 0,8 \cdot s_k$$

Donde s_k es el valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, valor obtenido anteriormente. Por tanto, la sobrecarga de nieve a adoptar en el diseño de las pasarelas es de **0,4 KN/m²**.

5.3.6 Acción sísmica

Según lo establecido en el artículo 2.8. "Consideración de la acción sísmica", de la Norma Sismorresistente para puentes (NCSP-07), se establece lo siguiente:

"No será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica básica horizontal del emplazamiento, a_b , sea menor a 0.04g, donde g es la aceleración de la fuerza de la gravedad"

Este es el caso del emplazamiento de este Trabajo, ya que como se puede observar en el mapa extraído de esta misma normativa:

Los términos municipales dónde se localiza la estructura, Alarcón y Sisante, se encuentran en la provincia de Cuenca, donde la aceleración sísmica básica tiene un valor de $a_b < 0,04$ en toda la provincia. Por tanto, se

cumplen los criterios establecidos en la norma que excluyen la necesidad de realizar cálculos relativos a las acciones sísmicas en el cálculo estructural.

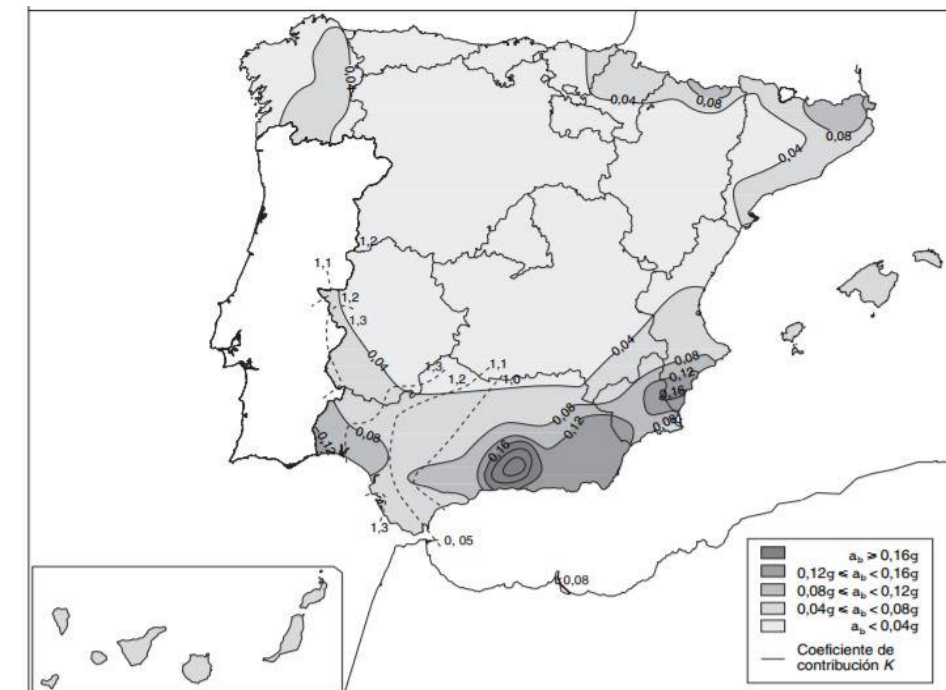


Figura 17. Mapa de peligrosidad sísmica. Extraído de la NCSP-07

5.4 VALOR REPRESENTATIVO DE LAS ACCIONES

El valor representativo de las acciones expuestas con anterioridad es el valor de las mismas utilizado para la verificación de los estados límite. Su principal valor representativo es su valor característico, el cual se procede a desarrollar y especificar a continuación.

5.4.1 Valor representativo de las acciones permanentes

El valor representativo de las acciones permanentes es único y coincide con el valor característico G_k .

5.4.2 Valores representativos de las acciones variables

Para las acciones variables, además del valor característico ya definido se considerarán los siguientes valores representativos, los cuales variarán dependiendo de la comprobación que se esté efectuando, y dependerán del coeficiente de simultaneidad a aplicar:

- Valor de combinación: $\psi_0 \cdot Q_k$, es el valor de la acción cuando actúa junto con otra acción variable, el factor de simultaneidad se aplica para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que las dos acciones actúen simultáneamente con los valores más desfavorables.
- Valor frecuente: $\psi_1 \cdot Q_k$, es el valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil de la pasarela.
- Valor casi-permanente: $\psi_2 \cdot Q_k$, es el valor de la acción que será sobrepasado durante gran parte de la vida útil de la estructura.

Los coeficientes de simultaneidad tendrán valores diferentes en función de la acción actuante, estos valores vienen recogidos en la tabla 6.1-a de la IAP-11. Teniendo en cuenta el caso de las pasarelas, objeto de este Trabajo, el valor de los coeficientes a emplear según las acciones actuantes son los siguientes:

ACCIÓN		ψ_0	ψ_1	ψ_2
SOBRECARGA DE USO (Q_k)	FUERZAS HORIZONTALES	0	0	0
	SOBRECARGA DE USO PASARELAS	0,4	0,4	0
VIENTO (F_{wk})	EN CONSTRUCCIÓN	0,8	0	0
	EN PASARELAS	0,3	0,2	0
NIEVE ($Q_{sn,k}$)	EN CONSTRUCCIÓN	0,8	0	0
ACCIÓN TÉRMICA (T_k)		0,6	0,6	0,5
SOBRECARGAS DE CONSTRUCCIÓN (Q_c)		1,0	0	1,0

5.5 VALOR DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

El valor de cálculo de las acciones se obtiene multiplicando su valor representativo por el coeficiente parcial que le corresponda, γ_f .

El valor de este coeficiente, al igual que el de simultaneidad, varía según la situación de proyecto que se trate y según el estado límite que se esté comprobando. A continuación, se expone el valor del coeficiente parcial para cada estado límite a comprobar y para cada acción a analizar, valores extraídos de las tablas contenidas en el artículo 6 de la IAP-11.

- Estado límite último (E.L.U)
 - Comprobaciones resistentes (STR). Situación persistente o transitoria.

ACCIÓN		EFECTO	
		ESTABILIZADOR	DESESTABILIZADOR
PERMANENTE (G)	PESO PROPIO	1.0	1.35
	CARGA MUERTA	1.0	1.35
VARIABLE (Q)	SOBRECARGA DE USO	0	1.35
	ACCIONES CLIMÁTICAS	0	1.5
	SOBRECARGAS DE COSNTRUCCIÓN	0	1.35

- Situación accidental y situación sísmica.

No se tiene en cuenta la situación accidental en la comprobación del E.L.U de esta estructura, así como tampoco se tiene en cuenta la situación sísmica, como se ha justificado en apartados anteriores.

- Estado límite de servicio (E.L.S)

ACCIÓN		EFECTO	
		ESTABILIZADOR	DESESTABILIZADOR
PERMANENTE (G)	PESO PROPIO	1.0	1.0
	CARGA MUERTA	1.0	1.0

ACCIÓN		EFECTO	
		ESTABILIZADOR	DESESTABILIZADOR
VARIABLE (Q)	SOBRECARGA DE USO	0	1.0
	ACCIONES CLIMÁTICAS	0	1.0
	SOBRECARGAS DE COSNTRUCCIÓN	0	1.0

5.6 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se identificará para cada situación de proyecto las hipótesis de carga críticas y el valor de cálculo del efecto de las acciones que puedan actuar simultáneamente, según las especificaciones que se exponen a continuación.

- Comprobaciones en ELU

- Situación persistente o transitoria:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- $Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} \cdot Q_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- γ_G, γ_Q coeficientes parciales

Se llevarán a cabo tantas hipótesis y combinaciones como sea necesario, considerando en cada una de ellas una acción dominante y el resto como acciones concomitantes.

- Situación accidental

No se considera esta combinación de acciones en la comprobación a realizar en esta estructura.

- Situación sísmica

No se considera esta combinación de acciones en la comprobación a realizar en esta estructura, esto se debe a las características de las pasarelas y a lo establecido en la “Norma de construcción sísmorresistente: puentes”, NCSP-07.

- Comprobaciones en ELS

Dependiendo del estado límite de servicio que se vaya a verificar se aplicará uno de los tres tipos de combinaciones expuestas a continuación.

- Combinación característica:

Coincide formalmente con la combinación fundamental de ELU, se emplea en la comprobación de ELS irreversibles.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

Se emplea para comprobaciones de ELS reversibles.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación casi permanente:

Se aplica para la verificación de ciertos ELS reversibles, así como para la evaluación de los efectos diferidos.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es de aplicación, para todas las combinaciones, las siguientes prescripciones:

- Cuando se tenga en cuenta el viento transversal sobre el tablero, también se tendrá en cuenta la actuación simultánea de la componente vertical y el momento de vuelco correspondientes. Estos valores se han definido en apartados anteriores de este Anejo.
- Cuando se considere como predominante la acción del viento no se tendrá en cuenta la actuación de la sobrecarga de uso.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso como predominante, se considerará el viento concomitante correspondiente.
- No se considerará la acción simultánea del viento y la acción térmica.
- No se considerará la acción simultánea de la carga de nieve y la sobrecarga de uso, ya que las pasarelas no se ubican en alta montaña.

6. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Para el desarrollo de este apartado se ha empleado el programa de cálculo estructural SAP 2000, versión 2015. A través de este programa se ha realizado el cálculo y comprobación de la estructura, desarrollándose así el presente anejo.

6.1 MODELO DE CÁLCULO

Se han empleado dos modelos estructurales para el cálculo, uno para la Pasarela 1 de 16 m de luz y otro para la Pasarela 2 de 33 m de luz. Estos modelos se han introducido en el programa anteriormente citado, SAP 2000, empleando elementos tipo barra. El cálculo de ambas estructuras se ha realizado mediante un análisis elástico lineal.

La estructura se encuentra coaccionada en los apoyos, de tal manera que se impiden los movimientos fuera de plano. Estas coacciones permiten modelizar la estructura como una viga biapoyada, impidiendo en los apoyos

el movimiento y el giro de torsión. Sin embargo, sí que está permitido el desplazamiento en el eje longitudinal, de esta manera no se restringe el movimiento de dilatación y contracción de la estructura, generado por los cambios de temperatura.

La sección transversal de las pasarelas es singular, por lo que se ha definido manualmente a través de la herramienta “Section Designer” del programa de cálculo. Se han introducido las secciones determinantes de cada estructura, para la primera pasarela las secciones definidas se encuentran cada 2,5 m y para la segunda se han definido cada 2 m. La sección en cajón está compuesta por chapas soldadas de 15 mm de espesor.

Se ha escogido este espaciamiento para cada estructura ya que se colocarán diafragmas transversales cada 2,5 m en la primera pasarela, y cada 2 m en la segunda. La geometría de la sección se aproxima a una viga metálica en cajón de canto variable, aunque esta aproximación no es exacta ya que la geometría dista de una viga en cajón convencional.

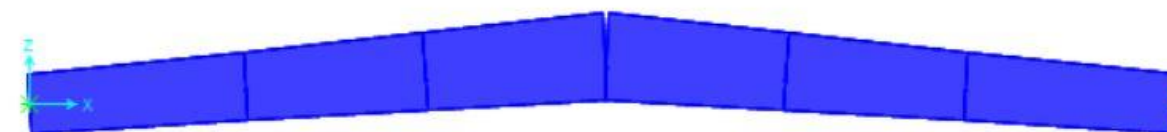


Figura 19. Modelo de cálculo introducido en el SAP 2000

Debido a la geometría escogida se introducirán barras horizontales en la parte superior del cajón, aportando así inercia al conjunto. Además, debido a la longitud y esbeltez de las chapas que conforman la sección, será necesario introducir rigidizadores longitudinales.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la estructura, los rigidizadores convencionales empleados en puentes tienden a ser demasiado grandes para esta estructura, por lo que en su lugar se rigidizará con chapas longitudinales, colocadas en la parte inferior del centro de la sección.

Además se añadirá una chapa longitudinal en los extremos de cada sección, 0,15 m por debajo del plano superior del cajón. La función principal de esta barra es aportar inercia al conjunto. En el puente de luz 33 m ha sido necesario introducir en las secciones centrales una segunda chapa longitudinal en los extremos, que además de inercia aporta rigidez al elemento.

Una vez definida la estructura se introducen las acciones actuantes en la misma, y una vez establecidas las acciones se introducen las hipótesis de carga requeridas. Tras realizar el análisis se obtienen los esfuerzos más desfavorables, a partir de los cuales se realizarán la comprobación de los Estados Límite en la estructura.

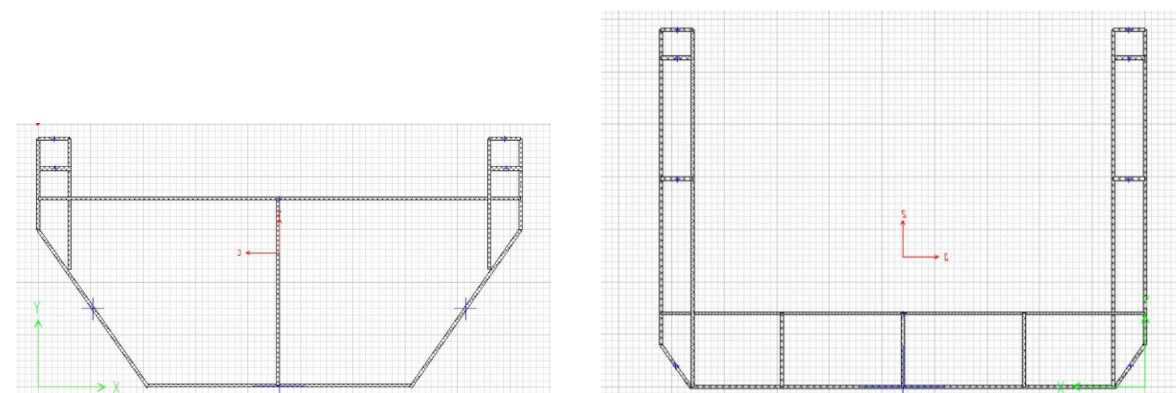


Figura 20. Secciones tipo pasarela 2, izquierda sección del apoyo derecha sección de centro luz.

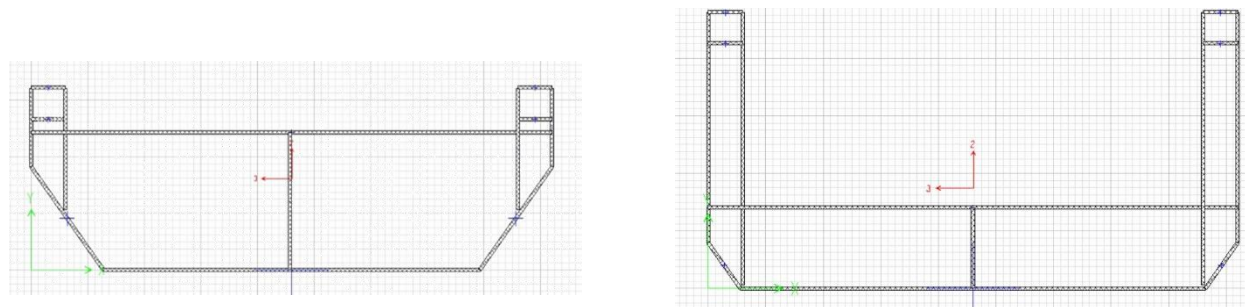


Figura 21. Secciones tipo pasarela 1, derecha sección centro luz e izquierda sección en el apoyo

Las características mecánicas de cada sección transversal se adjuntan en la siguiente tabla:

PASARELA 1, L= 16 m				
SECCIÓN	INERCIA I_y (m ⁴)	INERCIA I_z (m ⁴)	MÓDULO TORSOR J (m ⁴)	ÁREA (m ²)
Seccion 1	0.009	0.076	0.018	0.119
Seccion 2	0.011	0.090	0.015	0.129
Seccion 3	0.015	0.104	0.012	0.140
Seccion 4	0.021	0.118	0.009	0.150
PASARELA 2, L= 33 m				
SECCIÓN	INERCIA I_y (m ⁴)	INERCIA I_z (m ⁴)	MÓDULO TORSOR J (m ⁴)	ÁREA (m ²)
Seccion 1	0.019513	0.086097	0.030637	0.13431
Seccion 2	0.021031	0.094846	0.029694	0.140298
Seccion 3	0.023239	0.103564	0.025497	0.14614
Seccion 4	0.026352	0.112304	0.022721	0.152075
Seccion 5	0.036157	0.128014	0.02	0.164107
Sección 6	0.034915	0.132395	0.016942	0.166415
Seccion 7	0.03819	0.03819	0.014294	0.169913
Seccion 8	0.050496	0.050496	0.011827	0.193155
Seccion 9	0.058005	0.058005	0.009476	0.197283

6.2 COMBINACION DE ACCIONES

A continuación, se adjunta una tabla que refleja las combinaciones de acciones consideradas para el cálculo de la estructura. Estas combinaciones permitirán verificar los Estados Límite Último y de Servicio.

ELU1	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,35 \cdot SCU + 1,5 \cdot 0,3 (V_m + V_h + V_v)$
ELU2	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,35 \cdot SCU + 1,5 \cdot 0,6 \cdot T$
ELU3	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,5 (V_m + V_h + V_v) + 1,5 \cdot 0,8 \cdot N$
ELU4	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,5 \cdot T + 1,5 \cdot 0,8 \cdot N$
ELU5	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,5 \cdot N + 1,5 \cdot 0,3 (V_m + V_h + V_v)$
ELU6	$1,35 \cdot (PP+CM) + 1,5 \cdot T + 1,35 \cdot 0,4 \cdot SCU$
ELSC1	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot SCU + 1 \cdot 0,3 (V_m + V_h + V_v)$
ELSC2	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot SCU + 1 \cdot 0,6 \cdot T$
ELSC3	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot (V_m + V_h + V_v) + 1 \cdot 0,8 \cdot N$
ELSC4	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot T + 1 \cdot 0,8 \cdot N$
ELSC5	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot N + 1 \cdot 0,6 \cdot T$
ELSC6	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot N + 1 \cdot 0,3 \cdot (V_m + V_h + V_v)$
ELSC7	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot T + 1 \cdot 0,4 \cdot SCU$
ELSF1	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot 0,4 \cdot SCU + 1 \cdot 0,5 \cdot T$
ELSF2	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot 0,6 \cdot T$
ELSF3	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot 0,2 \cdot (V_m + V_h + V_v)$
ELSF4	$1 \cdot (PP+CM)$
ELSF5	$1 \cdot (PP+CM) + 1 \cdot 0,4 \cdot SCU$

6.2.1 Resultados obtenidos

Una vez introducidas las combinaciones de acciones en el modelo se obtiene la envolvente de esfuerzos más desfavorable. A continuación, se adjuntan los esfuerzos más desfavorables en situación persistente.

■ Pasarela 1, L=16 m.

	N (kN)	V _z (kN)	V _y (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)	BARRA
N _{MAX}	0.00	1.82	5.88	14.57	146.39	935.13	4
N _{MIN}	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00	1
V _{ZMAX}	-7.99	228.26	29.40	37.73	2.41	0.00	6
V _{ZMIN}	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00	1
V _{YMAX}	-7.99	-125.23	29.40	37.73	2.41	0.00	1

	N (kN)	V _z (kN)	V _y (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)	BARRA
V _{YMIN}	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00	1
M _{XMAX}	-7.99	-125.23	29.40	37.73	2.41	0.00	1
M _{XMIN}	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00	1
M _{YMAX}	0.00	0.00	5.88	14.57	146.39	935.13	3
M _{YMIN}	-0.11	-1.82	-5.88	-14.57	-146.39	519.44	3
M _{ZMAX}	0.00	0.00	5.88	14.57	146.39	935.13	3
M _{ZMIN}	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00	1

▪ Pasarela 2, L=33 m.

	N (kN)	V _z (kN)	V _y (kN)	M _x (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)	BARRA
N _{MAX}	0.00	1.66	6.07	52.60	820.48	4450.90	9
N _{MIN}	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00	1
V _{ZMAX}	-15.36	519.88	91.01	130.26	6.55	0.00	16
V _{ZMIN}	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00	1
V _{YMAX}	-15.36	-305.46	91.01	130.26	6.55	0.00	1
V _{YMIN}	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00	1
M _{XMAX}	-15.36	-305.46	91.01	130.26	6.55	0.00	1
M _{XMIN}	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00	1
M _{YMAX}	0.00	0.00	6.07	52.60	820.48	4450.90	8
M _{YMIN}	-0.10	0.00	-6.07	-52.60	-820.48	2673.69	9
M _{ZMAX}	0.00	0.00	6.07	52.60	820.48	4450.90	8
M _{ZMIN}	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00	1

6.3 COMPROBACIONES ESTRUCTURALES DE LA SUPERESTRUCTURA

A continuación, se llevarán a cabo las comprobaciones relativas a los Estados Límites Último y de Servicio, a partir de la combinación de acciones introducidas en el programa de cálculo.

Una vez introducidas las combinaciones se obtendrán los esfuerzos de cálculo más desfavorables, los cuales serán los que permitan la verificación de los Estados límite ya que es en esta situación de carga cuando la estructura se encuentra más solicitada.

En cuanto a los Estado Límite Últimos, se estudiarán las secciones críticas para cada uno de los esfuerzos más desfavorables, de acuerdo a lo establecido en la Instrucción de Acero Estructural, EAE.

Los Estados Límite de Servicio, por el contrario, se verificarán a través de lo establecido en el apartado correspondiente en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, IAP-11.

6.3.1 Comprobación de los Estado Límite Últimos

Se realizarán las comprobaciones que verificarán la resistencia de las secciones frente al momento flector, torsión y cortante. En cuanto a la comprobación frente axil, esta no se considera ya que el valor del mismo es tan pequeño que no afectará a la resistencia de la sección.

La resistencia depende directamente de la clasificación de la sección transversal. Una vez clasificada, la comprobación se puede efectuar de acuerdo con los criterios establecidos, sin embargo, para aquella que sean clase 4 se deberán considerar las propiedades de la sección reducida.

6.3.1.1 Clasificación de las secciones transversales

La sección transversal está compuesta por chapas rectangulares soldadas entre sí y que, una vez ensambladas, dan lugar de forma aproximada a una sección metálica en cajón. Por tanto, a la hora de establecer su clase se deberán clasificar cada una de las barras que la componen.

Teniendo en cuenta que se va a verificar el Estado Límite en las secciones más desfavorables para cada esfuerzo actuante, solo se han clasificado las chapas que se ven solicitadas al esfuerzo más desfavorable.

▪ Chapas comprimidas

PASARELA 1, L=16 m, SECCIÓN APOYO					
CHAPA	$\frac{c}{t}$	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
1	22,92	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
2	12,91	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
3	133,33	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
4	111	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
5	40,48	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02

PASARELA 2, L=33 m, SECCIÓN APOYO					
CHAPA	$\frac{c}{t}$	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
1	22,20	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
2	12,40	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
3	133,3	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
4	83,44	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02
5	60	< 26,73	< 30,78	< 34,02	> 34,02

Chapas flectadas

PASARELA 2, L=33 m, SECCIÓN CENTRO LUZ					
CHAPA	$\frac{c}{t}$	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
1	93,33	< 58,32	< 67,23	<u>< 100,44</u>	> 100,44
2	83,33	< 58,32	< 67,23	<u>< 100,44</u>	> 100,44
3	133,33	< 58,32	< 67,23	< 100,44	<u>> 100,44</u>
4	134,80	< 58,32	< 67,23	< 100,44	<u>> 100,44</u>
5	23,33	<u>< 58,32</u>	< 67,23	< 100,44	> 100,44

Una vez clasificadas se observa que hay diversas barras que son de clase 4, lo que implica que son secciones esbeltas sensibles a los fenómenos de abolladura. La reducción de su capacidad resistente puede calcularse mediante la estimación de la sección reducida en la verificación de los Estado Límite.

6.3.1.2 Cálculo de la sección reducida para chapas esbeltas sometidas a compresión

El coeficiente de reducción del ancho del panel comprimido se puede calcular a través de la siguiente formula:

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_p^2} \leq 1$$

Donde ψ es la relación entre las deformaciones en los extremos de la chapa y λ_p viene dado por la siguiente ecuación:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}}$$

El valor de ψ se extrae de la Tabla 20.7.a de la EAE, que establece los valores para la diferente distribución de compresiones. En cuanto al tensión crítica de abolladura del panel σ_{cr} , se obtiene a través de:

$$\sigma_{cr} = k_\sigma \cdot \sigma_e$$

Donde:

$$\sigma_e = 190000 \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

El coeficiente de abolladura del panel se obtiene de la Tabla 20.7.a de la EAE. En cuanto a t y b , son el espesor de chapa y el ancho del panel respectivamente.

Una vez obtenido el coeficiente de reducción se calcula la sección reducida teniendo en cuenta la distribución de compresiones en el alma, que en este caso es:

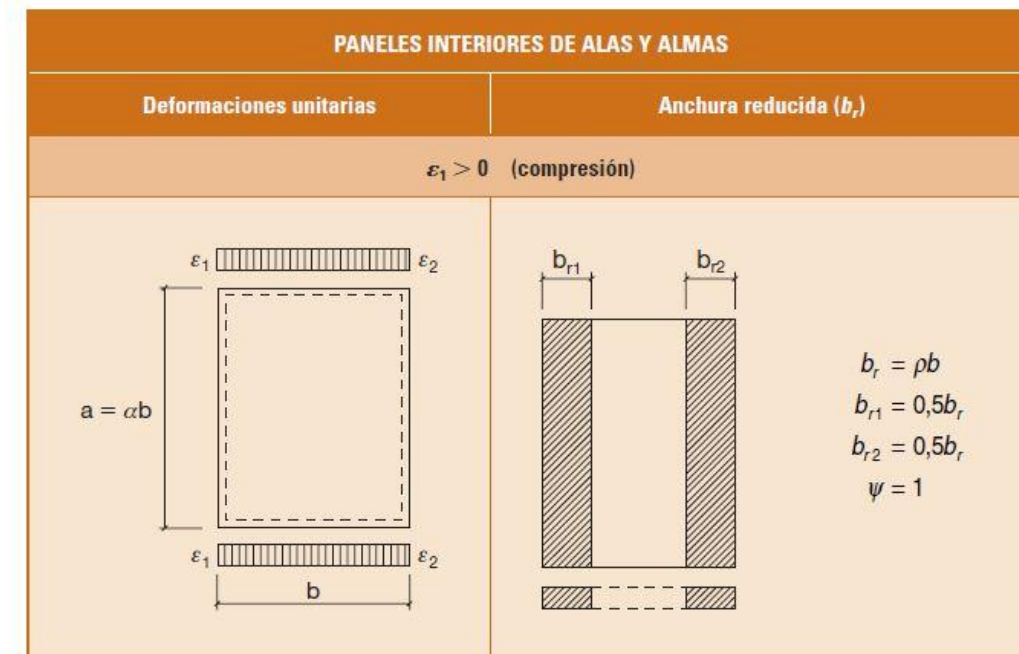


Figura 22. Tabla 20.7. de la EAE.

Compresiones generadas por la acción el cortante V_z

PASARELA 1, L=16 m, SECCIÓN CENTRO LUZ					
CHAPA	$\frac{c}{t}$	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
1	66,66	< 58,32	<u>< 67,23</u>	< 100,44	> 100,44
2	56,60	<u>< 58,32</u>	< 67,23	< 100,44	> 100,44
3	133,33	< 58,32	< 67,23	< 100,44	<u>> 100,44</u>
4	134,66	< 58,32	< 67,23	< 100,44	<u>> 100,44</u>
5	23,33	<u>< 58,32</u>	< 67,23	< 100,44	> 100,44

La acción del cortante vertical V_z sobre la sección genera compresiones uniformes en las chapas verticales del cajón. Teniendo en cuenta lo expuesto en el art. 20.7 de la EAE, referido a las características de la sección reducida, se determinará el ancho eficaz b_r para cada chapa esbelta sometida a este cortante.

El cortante es máximo en las secciones de los apoyos, por lo que tan solo se calculará la sección reducida en las mismas.

Compresiones generadas por la acción del cortante V_y

El cortante de eje y produce compresiones en las chapas horizontales del cajón, siendo estas las que se han de reducir. A continuación, se determinará el ancho eficaz para cada chapa esbelta sometida al cortante V_y .

El valor máximo del cortante se da en los apoyos, por lo que será en esta sección donde se calcule la sección reducida de los paneles comprimidos.

6.3.1.3 Comprobación frente a momento flector

El momento de cálculo del momento flector M_{ED} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

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

Donde $M_{c,Rd}$ es la resistencia de cálculo de la sección a flexión. Dado que el análisis efectuado es elástico, se obtiene este valor a través de la fórmula:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$$

Donde $W_{el,min}$ es el módulo resistente correspondiente a la fibra más solicitada.

Teniendo en cuenta que en la estructura actúan dos momentos flectores, uno alrededor del eje y M_y y otro alrededor del eje z M_z , se deberá efectuar la comprobación para cada uno de ellos.

Dichas comprobaciones se realizarán en la sección central, ya que es donde se producen los momentos flectores más desfavorables.

Los resultados obtenidos para la sección determinante en cada una de las pasarelas es el siguiente:

COMPROBACIÓN M_z PASARELA 1		COMPROBACIÓN M_y PASARELA 1	
M_{EDz}	146,39 KN·m	M_{EDy}	953,13 KN·m
I_z	0,1181 m ⁴	I_y	0,0211 m ⁴
Y_{max}	1,15 m	Z_{max}	0,77 m
W_{elz}	0,102 m ³	W_{ely}	0,0275 m ³
$M_{c,Rd}$	34.720 KN·m	$M_{c,Rd}$	9.319 KN·m
$M_{EDz} < M_{c,Rd}$	CUMPLE	$M_{EDy} < M_{c,Rd}$	CUMPLE

COMPROBACIÓN M_z PASARELA 2		COMPROBACIÓN M_y PASARELA 2	
M_{EDz}	807,85 KN·m	M_{EDy}	4.450,90 KN·m
I_z	0,1643 m ⁴	I_y	0,058 m ⁴
Y_{max}	1,15 m	Z_{max}	1,081 m
W_{elz}	0,1428 m ³	W_{ely}	0,0536 m ³
$M_{c,Rd}$	48.303 KN·m	$M_{c,Rd}$	18.140 KN·m
$M_{EDz} < M_{c,Rd}$	CUMPLE	$M_{EDy} < M_{c,Rd}$	CUMPLE

6.3.1.4 Comprobación frente a cortante

Para la comprobación frente a cortante se considerará un análisis plástico de la sección, obteniéndose el cortante de plastificación de las almas. Dado que el este Trabajo se realiza a nivel de anteproyecto puede considerarse el análisis plástico frente a cortante en lugar del análisis elástico.

▪ Cortante horizontal, V_y

Se ha de comprobar que el valor de cálculo del esfuerzo cortante en las secciones críticas es menor que la resistencia plástica de cálculo a cortante. La sección crítica debido al efecto del cortante se encuentra en los apoyos. En el dimensionamiento plástico no se considera la actuación de la torsión.

$$V_{ED} \leq V_{pl,Rd}$$

Donde la resistencia plástica de cálculo a cortante se obtiene a través de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{MO}}$$

Donde A_v es el área a cortante, se obtiene mediante la siguiente fórmula extraída del artículo 34.5 de la EAE para secciones de perfiles huecos rectangulares de espesor constante:

$$\text{Carga paralela al canto } h: A_v = \frac{A \cdot h}{(b + h)}$$

Para este cálculo se ha aproximado la sección en cajón a una sección formada por tres rectángulos de espesor constante, el área de cortante a tener en cuenta será la suma del área de cortante de estos tres rectángulos.

Como se ha mencionado con anterioridad, se empleará el valor de la sección reducida para las chapas de clase 4 sometidas a compresión por el cortante horizontal actuante. En este caso se han reducido las chapas inferior y superior del cajón.

Los valores obtenidos una vez aplicado lo expuesto son los siguientes:

PASARELA 1, L=16		CORTANTE HORIZONTAL, V_y		
V_{ED}	A_v	BARRAS REDUCIDAS	$V_{pl,Rd}$	VERIFICACIÓN
29,4 KN	0,0306 m ²	3 y 5	5.973 KN	CUMPLE

PASARELA 2, L=33		CORTANTE HORIZONTAL, V_y		
V_{ED}	A_v	BARRAS REDUCIDAS	$V_{pl,Rd}$	VERIFICACIÓN
91 KN	0,0305 m ²	3 y 5	5.955 KN	CUMPLE

▪ Cortante vertical, V_z

La comprobación a efectuar es análogo a la expuesto con anterioridad para el cortante en el eje y. La diferencia reside en que el cortante actúa en el eje z, generando compresiones en las barras verticales de la sección. Por tanto, se considerará la sección reducida de las almas verticales de clase 4.

PASARELA 1, L=16			CORTANTE VERTICAL, V_z	
V_{ED}	A_v	BARRAS REDUCIDAS	$V_{pl,Rd}$	VERIFICACIÓN
228,26 KN	0,050 m ²	6	9.760 KN	CUMPLE

PASARELA 2, L=33			CORTANTE VERTICAL, V_z	
V_{ED}	A_v	BARRAS REDUCIDAS	$V_{pl,Rd}$	VERIFICACIÓN
519,88 KN	0,0505 m ²	6	9.857 KN	CUMPLE

Se verifica que el valor de cálculo del esfuerzo cortante es resistido sin problemas por la sección. Teniendo en cuenta que se ha realizado un análisis plástico en lugar de elástico y dado que el cortante de cálculo cumple el requisito de resistencia de manera muy holgada, se puede aceptar este análisis como aceptable a la hora de comprobar la resistencia.

6.3.1.5 Comprobación frente al momento torsor

Se comprobará que el momento torsor no supere la resistencia de cálculo de la sección a torsión:

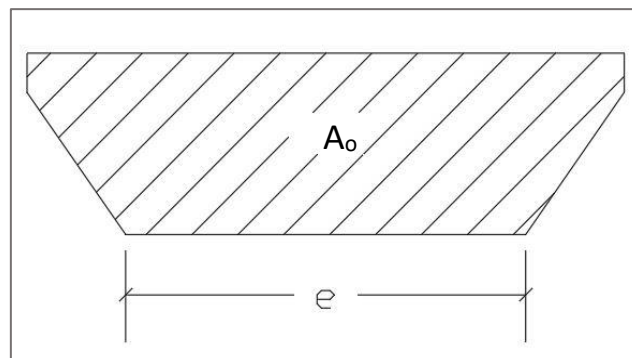
$$T_{ED} \leq T_{c,Rd}$$

Donde T_{ed} es el valor de cálculo del momento torsor. Este valor puede dividirse en dos componentes, una asociada a la torsión uniforme de Saint-Venant y otra componente correspondiente a la torsión de alabeo. En esta situación no se considera el alabeo.

Por tanto, se calcula la tensión tangencial producida por la torsión uniforme en secciones cerradas de pared delgada, fórmula de Bredt:

$$\tau_{max} = \frac{M_t}{2 \cdot A_o \cdot e}$$

La parte que resiste la torsión en la sección transversal es el conjunto de chapas inferiores del cajón.



Teniendo en cuenta esto se procede a calcular las tensiones tangenciales producidas por la torsión en la sección del apoyo que es la más desfavorable.

PARÁMETROS	PASARELA 1	PASARELA 2
M_T	37,73 KN/m	130,26 KN/m
A_o	1,25 m ²	1,675 m ²
e	1,66 m	1,25 m
τ	9,09 KPa	31,10 KPa

La tensión tangencial máxima que puede resistir la sección frente al momento de torsión es:

$$\tau_{c,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO}} = \frac{355 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 195.199,4 \text{ KPa}$$

Por tanto, como los valores obtenidos son inferiores a la tensión tangencial máxima admisible por efecto del torsor, se considera que la sección resiste este esfuerzo.

6.3.2 Comprobación de los Estado Límite de servicio

6.3.2.1 Estado límite de deformaciones

Se ha de verificar para ambas pasarelas que la flecha producida por el valor frecuente de la sobrecarga de uso no supera el valor establecido como máxima flecha por la IAP-11.

Para cada una de las pasarelas, la flecha máxima admitida es de:

$$\frac{L_1}{1200} = \frac{16}{1200} = 0,013 \text{ m} \rightarrow \mathbf{13 \text{ mm de flecha máxima, Pasarela 1}}$$

$$\frac{L_2}{1200} = \frac{33}{1200} = 0,0275 \text{ m} \rightarrow \mathbf{27,50 \text{ mm de flecha máxima, Pasarela 2}}$$

Se comprobará que se cumple el estado límite de deformaciones en las secciones más desfavorables de cada estructura. En este caso, al tratarse de una viga biapoyada, las secciones que presentarán una flecha mayor serán las centrales. Por tanto, la flecha obtenida en la sección central y en la sección contigua en cada una de las pasarelas es la siguiente:

	SECCIÓN CENTRAL	SECCIÓN CONTIGUA	FLECHA MÁXIMA ADMITIDA
PASARELA 1, L=16 m	1,1 mm	1 mm	13 mm
PASARELA 2, L=33 m	7,6 mm	7,5 mm	27,50 mm

Por tanto, el estado límite de flechas se cumple con holgura en ambas estructuras.

6.3.2.2 Estado límite de vibraciones

A continuación, se comprueba el estado límite de vibraciones basándose en los criterios de confort recogidos en la IAP-11 para pasarelas peatonales.

Se considera verificado este estado límite siempre que las aceleraciones máximas que puedan producirse en la estructura se encuentren comprendidas en el siguiente rango:

- Rango crítico para vibraciones verticales y longitudinales: 1,25 Hz a 4,6 Hz.
- Rango crítico para vibraciones laterales: 0,50 a 1,20 Hz.

Los resultados relativos al Estado Límite de vibraciones obtenidos en el programa SAP 2000 son los siguientes:

PASARELA	VIBRACIONES VERTICALES Y LONGITUDINALES	VIBRACIONES LATERALES
PASARELA 1, L=16m	10,16 Hz	23,74 Hz
PASARELA 2, L=33 m	<u>3,46 Hz</u>	6,13 Hz

No se cumple el Estado límite para vibraciones verticales y longitudinales, por tanto el confort de los viandantes al recorrer la estructura puede verse comprometido.

La norma establece que, en el caso que la estructura tenga una frecuencia natural que se encuentre en el intervalo de frecuencias críticas, será necesario comprobar mediante estudios dinámicos la adecuada respuesta vibratoria. Dado que este tipo de estudio no entra en la competencia de este trabajo académico, no se efectuará.

Sin embargo, se pueden considerar otras soluciones alternativas al estudio dinámico de la pasarela. Una de las opciones es aumentar el peso propio del pavimento, consiguiendo así un aumento de peso de la carga permanente. Esto permite disminuir la frecuencia natural, ya que la fórmula que la define depende de forma inversamente proporcional de la masa.

Otra alternativa a considerar es introducir amortiguadores de masa sintonizada en los apoyos. Este elemento se define como un sistema de absorción de vibraciones, esto se realiza a través del balanceo de un contrapeso colgante. Sin embargo, la definición de este tipo de elementos conlleva un estudio más exhaustivo y complejo.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO SAP 2000

PASARELA 1

1. PROPIEDADES DE LA SECCIÓN
2. ESFUERZOS EN LOS APOYOS
3. DESPLAZAMIENTOS
4. CARACTERÍSTICAS DE LAS CHAPAS INTRODUCIDAS EN EL “SECTION DESIGNER”
5. ESFUERZOS MÁS DESFAVORABLES EN LA SECCIÓN

TABLE: Frame Section Properties 01 - General														
SectionName	Material	Shape	Area	TorsConst	Iy	Iz	AS2	AS3	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
Text	Text	Text	m2	m4	m4	m4	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m	m
Seccion 1	S355	SD Section	0.1191	0.0185	0.0089	0.0762	0.0474	0.0672	0.0216	0.0657	0.0280	0.0830	0.2732	0.7998
Seccion 2	S355	SD Section	0.1294	0.0149	0.0109	0.0902	0.0582	0.0677	0.0203	0.0778	0.0305	0.0958	0.2897	0.8349
Seccion 3	S355	SD Section	0.1399	0.0116	0.0149	0.1043	0.0672	0.0677	0.0227	0.0900	0.0357	0.1086	0.3262	0.8634
Seccion 4	S355	SD Section	0.1503	0.0086	0.0211	0.1181	0.0725	0.0677	0.0273	0.1019	0.0436	0.1213	0.3750	0.8865

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0_ELU_desf	Combination	Max	0.000	41.160	229.821	49.449	0	0
1	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000	-41.160	125.486	-49.449	0	0
7	0_ELU_desf	Combination	Max	0.000	41.160	229.821	49.449	0	0
7	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000	-41.160	125.486	-49.449	0	0

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	0_ELU_desf	Combination	Max	0	0	0	0	0.001699	0.000047
1	0_ELU_desf	Combination	Min	0	0	0	0	0.00094	-0.000047
2	0_ELU_desf	Combination	Max	0.004188	0.00015	-0.002389	0.000084	0.001272	0.000034
2	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000175	-0.00015	-0.004774	-0.000084	0.000705	-0.000034
3	0_ELU_desf	Combination	Max	0.007599	0.00024	-0.003533	0.000144	0.000606	0.000018
3	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000256	-0.00024	-0.007187	-0.000144	0.000336	-0.000018
4	0_ELU_desf	Combination	Max	0.010943	0.00029	-0.003745	0.000188	-8.35E-18	3.79E-10
4	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000282	-0.00029	-0.00793	-0.000188	-1.76E-17	-3.79E-10
5	0_ELU_desf	Combination	Max	0.014286	0.00024	-0.003533	0.000144	-0.000336	0.000018
5	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000308	-0.00024	-0.007187	-0.000144	-0.000606	-0.000018
6	0_ELU_desf	Combination	Max	0.017697	0.00015	-0.002389	0.000084	-0.000705	0.000034
6	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000389	-0.00015	-0.004774	-0.000084	-0.001272	-0.000034
7	0_ELU_desf	Combination	Max	0.021886	0	0	0	-0.00094	0.000047
7	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000563	0	0	0	-0.001699	-0.000047

TABLE: Section Designer Properties 12 - Shape Solid Rectangle						
SectionName	ShapeName	ShapeMat	XCenter	YCenter	Height	Width
Text	Text	Text	m	m	m	m
Seccion 1	Rectangle1	S355	0	0.629	0.344	0.015
Seccion 1	Rectangle2	S355	0.1587	0.2286	0.557	0.015
Seccion 1	Rectangle3	S355	1.15	0	1.665	0.015
Seccion 1	Rectangle4	S355	2.1413	0.2286	0.557	0.015
Seccion 1	Rectangle5	S355	2.3	0.629	0.344	0.015
Seccion 1	Rectangle6	S355	0.075	0.6658	0.15	0.015
Seccion 1	Rectangle7	S355	0.15	0.5341	0.5335	0.015
Seccion 1	Rectangle8	S355	2.225	0.6658	0.15	0.015
Seccion 1	Rectangle9	S355	1.15	0.6072	2.3	0.015
Seccion 1	Rectangle10	S355	2.15	0.5341	0.5335	0.015
Seccion 1	Rectangle11	S355	0.075	0.8068	0.15	0.015
Seccion 1	Rectangle12	S355	2.225	0.8068	0.15	0.015
Seccion 1	Rectangle13	S355	1.1425	0.3036	0.6072	0.015
Seccion 2	Rectangle1	S355	0	0.6527	0.562	0.015
Seccion 2	Rectangle2	S355	1.15	0	1.784	0.015
Seccion 2	Rectangle3	S355	0.1289	0.1857	0.452	0.015
Seccion 2	Rectangle7	S355	2.1711	0.1857	0.452	0.015
Seccion 2	Rectangle8	S355	2.3	0.6527	0.562	0.015
Seccion 2	Rectangle6	S355	0.075	0.9339	0.15	0.015
Seccion 2	Rectanglee	S355	0.15	0.5578	0.7523	0.015
Seccion 2	Rectangleee	S355	1.15	0.5215	2.3	0.015
Seccion 2	Rectangle99	S355	2.15	0.5578	0.7523	0.015
Seccion 2	Rectangle101	S355	2.225	0.9339	0.15	0.015
Seccion 2	Rectangle11	S355	0.075	0.7989	0.15	0.015
Seccion 2	Rectangle12	S355	2.225	0.7989	0.15	0.015
Seccion 2	Rectangle13	S355	1.15	0.2607	0.5215	0.015
Seccion 3	Rectangle1	S355	0	0.6763	0.781	0.015
Seccion 3	Rectangle2	S355	0.0992	0.1429	0.348	0.015
Seccion 3	Rectangle3	S355	1.15	0	1.903	0.015
Seccion 3	Rectangle4	S355	2.2008	0.1429	0.348	0.015
Seccion 3	Rectangle5	S355	2.3	0.6763	0.781	0.015
Seccion 3	Rectangle6	S355	0.075	1.0669	0.15	0.015
Seccion 3	Rectangle7	S355	0.15	0.5814	0.971	0.015
Seccion 3	Rectangle8	S355	1.15	0.436	2.3	0.015
Seccion 3	Rectangle9	S355	2.15	0.5814	0.971	0.015
Seccion 3	Rectangle10	S355	2.225	1.0669	0.15	0.015
Seccion 3	Rectangle11	S355	0.075	0.9319	0.15	0.015
Seccion 3	Rectangle12	S355	2.225	0.9319	0.15	0.015
Seccion 3	Rectangle13	S355	1.15	0.218	0.436	0.015
Seccion 4	Rectangle1	S355	0	0.7	1	0.015
Seccion 4	Rectangle2	S355	1.15	0	2.022	0.015
Seccion 4	Rectangle3	S355	0.0694	0.1	0.243	0.015
Seccion 4	Rectangle4	S355	2.2306	0.1	0.243	0.015
Seccion 4	Rectangle5	S355	2.3	0.7	1	0.015
Seccion 4	Rectangle6	S355	0.075	1.2	0.15	0.015
Seccion 4	Rectangle7	S355	0.15	0.6075	1.185	0.015
Seccion 4	Rectangle8	S355	1.15	0.3511	2.3	0.015

Seccion 4	Rectangle9	S355	2.15	0.6075	1.185	0.015
Seccion 4	Rectangle10	S355	2.225	1.2	0.15	0.015
Seccion 4	Rectangle11	S355	0.075	1.065	0.15	0.015
Seccion 4	Rectangle12	S355	2.225	1.065	0.15	0.015
Seccion 4	Rectangle13	S355	1.15	0.1756	0.3511	0.015

TABLE: Element Forces - Frames										
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0	0_ELU_desf	Combination	Max	-7.99	-125.23	29.40	37.73	2.41	0.00
1	1.50305	0_ELU_desf	Combination	Max	-6.61	-103.67	29.40	37.73	41.78	312.85
1	3.00609	0_ELU_desf	Combination	Max	-5.19	-81.31	29.40	37.73	85.97	564.42
1	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-14.56	-228.26	-29.40	-37.73	-2.41	0.00
1	1.50305	0_ELU_desf	Combination	Min	-11.98	-187.89	-29.40	-37.73	-41.78	172.12
1	3.00609	0_ELU_desf	Combination	Min	-9.36	-146.72	-29.40	-37.73	-85.97	311.24
2	0	0_ELU_desf	Combination	Max	-4.76	-81.33	17.64	25.70	86.85	564.42
2	1.25214	0_ELU_desf	Combination	Max	-3.63	-62.02	17.64	25.70	108.94	724.99
2	2.50427	0_ELU_desf	Combination	Max	-2.46	-42.02	17.64	25.70	131.02	841.32
2	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-8.52	-145.67	-17.64	-25.70	-86.85	311.24
2	1.25214	0_ELU_desf	Combination	Min	-6.47	-110.69	-17.64	-25.70	-108.94	401.05
2	2.50427	0_ELU_desf	Combination	Min	-4.39	-75.02	-17.64	-25.70	-131.02	466.26
3	0	0_ELU_desf	Combination	Max	-2.56	-42.02	5.88	14.57	131.66	841.32
3	1.25232	0_ELU_desf	Combination	Max	-1.30	-21.35	5.88	14.57	139.02	911.19
3	2.50463	0_ELU_desf	Combination	Max	0.00	0.00	5.88	14.57	146.39	935.13
3	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-4.50	-73.91	-5.88	-14.57	-131.66	466.26
3	1.25232	0_ELU_desf	Combination	Min	-2.29	-37.57	-5.88	-14.57	-139.02	506.01
3	2.50463	0_ELU_desf	Combination	Min	-0.11	-1.82	-5.88	-14.57	-146.39	519.44
4	0	0_ELU_desf	Combination	Max	0.00	1.82	5.88	14.57	146.39	935.13
4	1.25232	0_ELU_desf	Combination	Max	-1.30	37.57	5.88	14.57	139.02	911.19
4	2.50463	0_ELU_desf	Combination	Max	-2.56	73.91	5.88	14.57	131.66	841.32
4	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-0.11	0.00	-5.88	-14.57	-146.39	519.44
4	1.25232	0_ELU_desf	Combination	Min	-2.29	21.35	-5.88	-14.57	-139.02	506.01
4	2.50463	0_ELU_desf	Combination	Min	-4.50	42.02	-5.88	-14.57	-131.66	466.26
5	0	0_ELU_desf	Combination	Max	-2.46	75.02	17.64	25.70	131.02	841.32
5	1.25214	0_ELU_desf	Combination	Max	-3.63	110.69	17.64	25.70	108.94	724.99
5	2.50427	0_ELU_desf	Combination	Max	-4.76	145.67	17.64	25.70	86.85	564.42
5	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-4.39	42.02	-17.64	-25.70	-131.02	466.26
5	1.25214	0_ELU_desf	Combination	Min	-6.47	62.02	-17.64	-25.70	-108.94	401.05
5	2.50427	0_ELU_desf	Combination	Min	-8.52	81.33	-17.64	-25.70	-86.85	311.24
6	0	0_ELU_desf	Combination	Max	-5.19	146.72	29.40	37.73	85.97	564.42
6	1.50305	0_ELU_desf	Combination	Max	-6.61	187.89	29.40	37.73	41.78	312.85
6	3.00609	0_ELU_desf	Combination	Max	-7.99	228.26	29.40	37.73	2.41	0.00
6	0	0_ELU_desf	Combination	Min	-9.36	81.31	-29.40	-37.73	-85.97	311.24
6	1.50305	0_ELU_desf	Combination	Min	-11.98	103.67	-29.40	-37.73	-41.78	172.12
6	3.00609	0_ELU_desf	Combination	Min	-14.56	125.23	-29.40	-37.73	-2.41	0.00

PASARELA 2

1. PROPIEDADES DE LA SECCIÓN
2. ESFUERZOS EN LOS APOYOS
3. DESPLAZAMIENTOS
4. CARACTERÍSTICAS DE LAS CHAPAS INTRODUCIDAS EN EL “SECTION DESIGNER”
5. ESFUERZOS MÁS DESFAVORABLES EN LA SECCIÓN

TABLE: Frame Section Properties 01 - General														
SectionName	Material	Shape	Area	TorsConst	Iy	Iz	AS2	AS3	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
Text	Text	Text	m2	m4	m4	m4	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m	m
Seccion 1	S355	SD Section	0.134	0.031	0.020	0.086	0.065	0.071	0.030	0.074	0.043	0.093	0.381	0.801
Seccion 2	S355	SD Section	0.140	0.030	0.021	0.095	0.071	0.071	0.033	0.082	0.044	0.101	0.387	0.822
Seccion 3	S355	SD Section	0.146	0.025	0.023	0.104	0.077	0.071	0.034	0.089	0.046	0.109	0.399	0.842
Seccion 4	S355	SD Section	0.152	0.023	0.026	0.112	0.082	0.070	0.035	0.097	0.050	0.117	0.416	0.859
Seccion 5	S355	SD Section	0.164	0.020	0.036	0.128	0.092	0.070	0.041	0.110	0.060	0.131	0.469	0.883
Seccion 7	S355	SD Section	0.170	0.014	0.038	0.138	0.092	0.069	0.040	0.119	0.064	0.140	0.474	0.901
Seccion 8	S355	SD Section	0.193	0.012	0.050	0.156	0.099	0.069	0.049	0.135	0.079	0.160	0.511	0.900
Seccion 9	S355	SD Section	0.197	0.009	0.058	0.164	0.100	0.069	0.053	0.142	0.087	0.162	0.542	0.913
Sección 6	S355	SD Section	0.166	0.017	0.035	0.132	0.089	0.070	0.040	0.114	0.060	0.135	0.458	0.892

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0_ELU_desf	Combination	Max	0	103	522	142	0	0
1	0_ELU_desf	Combination	Min	0	-103	306	-142	0	0
17	0_ELU_desf	Combination	Max	0	103	522	142	0	0
17	0_ELU_desf	Combination	Min	0	-103	306	-142	0	0

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	0_ELU_desf	Combination	Max	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.006668	0.000377
1	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.003974	-0.000377
2	0_ELU_desf	Combination	Max	0.003844	0.000972	-0.009719	0.000133	0.006307	0.000357
2	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000515	-0.000972	-0.016583	-0.000133	0.003762	-0.000357
3	0_ELU_desf	Combination	Max	0.006883	0.001700	-0.016802	0.000238	0.005602	0.000323
3	0_ELU_desf	Combination	Min	0.000897	-0.001700	-0.028682	-0.000238	0.003345	-0.000323
4	0_ELU_desf	Combination	Max	0.009871	0.002356	-0.022886	0.000347	0.004672	0.000277
4	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001235	-0.002356	-0.039094	-0.000347	0.002794	-0.000277
5	0_ELU_desf	Combination	Max	0.012789	0.002922	-0.027810	0.000457	0.003727	0.000226
5	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001515	-0.002922	-0.047559	-0.000457	0.002231	-0.000226
6	0_ELU_desf	Combination	Max	0.015630	0.003390	-0.031610	0.000568	0.002758	0.000172
6	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001729	-0.003390	-0.054134	-0.000568	0.001653	-0.000172
7	0_ELU_desf	Combination	Max	0.018401	0.003755	-0.034171	0.000684	0.001710	0.000113
7	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001885	-0.003755	-0.058648	-0.000684	0.001026	-0.000113
8	0_ELU_desf	Combination	Max	0.021104	0.004009	-0.035518	0.000799	0.000780	0.000055
8	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001968	-0.004009	-0.061130	-0.000799	0.000469	-0.000055
9	0_ELU_desf	Combination	Max	0.023780	0.004164	-0.035832	0.000919	0.000000	0.000000
9	0_ELU_desf	Combination	Min	0.001996	-0.004164	-0.061903	-0.000919	0.000000	0.000000
10	0_ELU_desf	Combination	Max	0.026456	0.004009	-0.035518	0.000799	-0.000469	0.000055
10	0_ELU_desf	Combination	Min	0.002023	-0.004009	-0.061130	-0.000799	-0.000780	-0.000055
11	0_ELU_desf	Combination	Max	0.029186	0.003755	-0.034171	0.000684	-0.001026	0.000113
11	0_ELU_desf	Combination	Min	0.002107	-0.003755	-0.058648	-0.000684	-0.001710	-0.000113
12	0_ELU_desf	Combination	Max	0.031985	0.003390	-0.031610	0.000568	-0.001653	0.000172
12	0_ELU_desf	Combination	Min	0.002262	-0.003390	-0.054134	-0.000568	-0.002758	-0.000172
13	0_ELU_desf	Combination	Max	0.034841	0.002922	-0.027810	0.000457	-0.002231	0.000226
13	0_ELU_desf	Combination	Min	0.002477	-0.002922	-0.047559	-0.000457	-0.003727	-0.000226

14	0_ELU_desf	Combination	Max	0.037760	0.002356	-0.022886	0.000347	-0.002794	0.000277
14	0_ELU_desf	Combination	Min	0.002757	-0.002356	-0.039094	-0.000347	-0.004672	-0.000277
15	0_ELU_desf	Combination	Max	0.040735	0.001700	-0.016802	0.000238	-0.003345	0.000323
15	0_ELU_desf	Combination	Min	0.003095	-0.001700	-0.028682	-0.000238	-0.005602	-0.000323
16	0_ELU_desf	Combination	Max	0.043753	0.000972	-0.009719	0.000133	-0.003762	0.000357
16	0_ELU_desf	Combination	Min	0.003477	-0.000972	-0.016583	-0.000133	-0.006307	-0.000357
17	0_ELU_desf	Combination	Max	0.047560	0.000000	0.000000	0.000000	-0.003974	0.000377
17	0_ELU_desf	Combination	Min	0.003992	0.000000	0.000000	0.000000	-0.006668	-0.000377

TABLE: Section Designer. PROPIEDADES DE LAS CHAPASA QUE COMPONEN LA SECCIÓN							
Nombre de la sección	Nombre de la chapa	Material	Xcentro	Ycentro	Alto	Ancho	Rotación
Texto	Texto	Text	m	m	m	m	Grados
Seccion 1	Rectangle1	S355	0	0.9639	0.433	0.015	0
Seccion 1	Rectangle2	S355	0.2621	0.3736	0.914	0.015	35
Seccion 1	Rectangle3	S355	1.15	0.0075	1.2516	0.015	90
Seccion 1	Rectangle4	S355	2.0379	0.3736	0.914	0.015	145
Seccion 1	Rectangle5	S355	2.3	0.9639	0.433	0.015	0
Seccion 1	Rectangle6	S355	0.075	1.181	0.15	0.015	90
Seccion 1	Rectangle7	S355	0.15	0.87	0.621	0.015	0
Seccion 1	Rectangle8	S355	2.225	1.181	0.15	0.015	90
Seccion 1	Rectangle9	S355	1.15	0.8972	2.3	0.015	90
Seccion 1	Rectangle10	S355	2.15	0.87	0.621	0.015	0
Seccion 1	Rectangle11	S355	0.0825	1.04	0.15	0.02	90
Seccion 1	Rectangle12	S355	2.2325	1.04	0.15	0.02	90
Seccion 1	Rectangle13	S355	1.1425	0.4486	0.88	0.015	0
Seccion 2	Rectangle1	S355	0	0.9517	0.566	0.015	0
Seccion 2	Rectangle2	S355	1.15	0	1.348	0.015	90
Seccion 2	Rectangle3	S355	0.238	0.34	0.83	0.015	35
Seccion 2	Rectangle7	S355	2.062	0.34	0.83	0.015	145
Seccion 2	Rectangle8	S355	2.3	0.9617	0.566	0.015	0
Seccion 2	Rectangle6	S355	0.075	1.2446	0.15	0.015	90
Seccion 2	Rectanglee	S355	0.15	0.8638	0.7536	0.015	0
Seccion 2	Rectangleeee	S355	1.15	0.8288	2.3	0.015	90
Seccion 2	Rectangle99	S355	2.15	0.8638	0.7536	0.015	0
Seccion 2	Rectangle101	S355	2.225	1.2446	0.15	0.015	90
Seccion 2	Rectangle11	S355	0.075	1.0946	0.15	0.02	90
Seccion 2	Rectangle12	S355	2.225	1.0946	0.15	0.02	90
Seccion 2	Rectangle13	S355	1.15	0.4144	0.8288	0.015	0
Seccion 3	Rectangle1	S355	0	0.9596	0.698	0.015	0
Seccion 3	Rectangle2	S355	0.2139	0.3052	0.746	0.015	35
Seccion 3	Rectangle3	S355	1.15	0	1.444	0.015	90
Seccion 3	Rectangle4	S355	2.0861	0.3058	0.746	0.015	145
Seccion 3	Rectangle5	S355	2.3	0.9596	0.698	0.015	0
Seccion 3	Rectangle6	S355	0.075	1.3087	0.15	0.015	90
Seccion 3	Rectangle7	S355	0.15	0.8656	0.8862	0.015	0
Seccion 3	Rectangle8	S355	1.15	0.7604	2.3	0.015	90
Seccion 3	Rectangle9	S355	2.15	0.8656	0.8854	0.015	0
Seccion 3	Rectangle10	S355	2.225	1.3087	0.15	0.015	90
Seccion 3	Rectangle11	S355	0.075	1.1587	0.15	0.02	90
Seccion 3	Rectangle12	S355	2.225	1.1587	0.15	0.02	90
Seccion 3	Rectangle13	S355	1.15	0.3802	0.7604	0.015	0
Seccion 4	Rectangle1	S355	0	0.9574	0.8371	0.015	0
Seccion 4	Rectangle2	S355	1.15	0	1.541	0.015	90
Seccion 4	Rectangle3	S355	0.1898	0.271	0.663	0.015	35
Seccion 4	Rectangle4	S355	2.1102	0.271	0.663	0.015	145
Seccion 4	Rectangle5	S355	2.3	0.9574	0.8371	0.015	0
Seccion 4	Rectangle6	S355	0.075	1.3728	0.15	0.015	90
Seccion 4	Rectangle7	S355	0.15	0.8693	1.02	0.015	0
Seccion 4	Rectangle8	S355	1.15	0.692	2.3	0.015	90

Seccion 4	Rectangle9	S355	2.15	0.8634	1.0188	0.015	0
Seccion 4	Rectangle10	S355	2.225	1.3728	0.15	0.015	90
Seccion 4	Rectangle11	S355	0.075	1.2378	0.15	0.02	90
Seccion 4	Rectangle12	S355	2.225	1.2378	0.15	0.02	90
Seccion 4	Rectangle13	S355	1.15	0.346	0.692	0.015	0
Seccion 5	Rectangle1	S355	0	1.0071	1.067	0.015	0
Seccion 5	Rectangle2	S355	0.1658	0.2368	0.579	0.015	35
Seccion 5	Rectangle3	S355	1.15	0	1.637	0.015	90
Seccion 5	Rectangle4	S355	2.1342	0.2372	0.579	0.015	145
Seccion 5	Rectangle5	S355	2.3	1.0071	1.067	0.015	0
Seccion 5	Rectangle6	S355	0.075	1.5406	0.15	0.015	90
Seccion 5	Rectangle7	S355	0.15	0.913	1.2551	0.015	0
Seccion 5	Rectangle8	S355	1.15	0.6236	2.3	0.015	90
Seccion 5	Rectangle9	S355	2.15	0.913	1.2551	0.015	0
Seccion 5	Rectangle10	S355	2.225	1.5406	0.15	0.015	90
Seccion 5	Rectangle11	S355	0.075	1.4128	0.15	0.02	90
Seccion 5	Rectangle12	S355	2.2325	1.4128	0.15	0.02	90
Seccion 5	Rectangle13	S355	1.15	0.3118	0.6236	0.015	0
Seccion 7	Rectangle1	S355	0	0.9533	1.233	0.015	0
Seccion 7	Rectangle2	S355	0.1176	0.1684	0.411	0.015	35
Seccion 7	Rectangle3	S355	1.15	0	1.8297	0.015	90
Seccion 7	Rectangle4	S355	2.1824	0.1684	0.411	0.015	145
Seccion 7	Rectangle5	S355	2.3	0.9533	1.233	0.015	0
Seccion 7	Rectangle7	S355	0.15	0.859	1.4216	0.015	0
Seccion 7	Rectangle8	S355	1.15	0.4868	2.3	0.015	90
Seccion 7	Rectangle10	S355	2.15	0.859	1.4216	0.015	0
Seccion 7	Rectangle11	S355	0.075	1.5705	0.15	0.015	90
Seccion 7	Rectangle12	S355	2.225	1.5705	0.15	0.015	90
Seccion 7	Rectangle13	S355	1.15	0.2434	0.4868	0.015	0
Seccion 7	Rectangle14	S355	0.075	1.0514	0.15	0.02	90
Seccion 7	Rectangle15	S355	2.225	1.0514	0.15	0.02	90
Seccion 8	Rectangle2	S355	0.0935	0.1342	0.327	0.015	35
Seccion 8	Rectangle3	S355	1.15	0	1.926	0.015	90
Seccion 8	Rectangle4	S355	2.2065	0.1342	0.327	0.015	145
Seccion 8	Rectangle5	S355	2.3	0.948	1.361	0.015	0
Seccion 8	Rectangle6	S355	0.075	1.5	0.15	0.02	90
Seccion 8	Rectangle7	S355	0.15	0.8542	1.5498	0.015	0
Seccion 8	Rectangle8	S355	1.15	0.4184	2.3	0.015	90
Seccion 8	Rectangle9	S355	2.225	1.5	0.15	0.02	90
Seccion 8	Rectangle10	S355	2.15	0.8542	1.5498	0.015	0
Seccion 8	Rectangle11	S355	0.075	1.635	0.15	0.015	90
Seccion 8	Rectangle12	S355	2.225	1.635	0.15	0.015	90
Seccion 8	Rectangle13	S355	1.15	0.2092	0.4184	0.015	0
Seccion 8	Rectangle14	S355	0.075	1.0577	0.15	0.02	90
Seccion 8	Rectangle15	S355	2.225	1.0577	0.15	0.02	90
Seccion 8	Rectangle17	S355	0	0.948	1.361	0.015	0
Seccion 8	Rectangle16	S355	0.575	0.2092	0.4184	0.015	0
Seccion 8	Rectangle25	S355	1.725	0.2092	0.4184	0.015	0
Seccion 9	Rectangle1	S355	0	0.95	1.5	0.015	0
Seccion 9	Rectangle2	S355	0.0694	0.1	0.243	0.015	35

Seccion 9	Rectangle3	S355	1.15	0	2.022	0.015	90
Seccion 9	Rectangle4	S355	2.2306	0.1	0.243	0.015	145
Seccion 9	Rectangle5	S355	2.3	0.95	1.5	0.015	0
Seccion 9	Rectangle6	S275	0.075	1.5651	0.15	0.02	90
Seccion 9	Rectangle7	S355	0.15	0.85	1.7	0.015	0
Seccion 9	Rectangle8	S275	1.15	0.35	2.3	0.015	90
Seccion 9	Rectangle9	S355	2.225	1.5651	0.15	0.02	90
Seccion 9	Rectangle10	S355	2.15	0.85	1.7	0.015	0
Seccion 9	Rectangle11	S355	0.075	1.7	0.15	0.015	90
Seccion 9	Rectangle12	S355	2.225	1.7	0.15	0.015	90
Seccion 9	Rectangle13	S275	1.15	0.175	0.35	0.015	0
Seccion 9	Rectangle14	S355	0.075	0.99	0.15	0.02	90
Seccion 9	Rectangle15	S355	2.225	0.99	0.15	0.02	90
Seccion 9	Rectangle16	S355	0.575	0.175	0.35	0.015	0
Seccion 9	Rectangle17	S355	1.725	0.175	0.35	0.015	0
Sección 6	Rectangle1	S355	0	0.9531	1.096	0.015	0
Sección 6	Rectangle2	S355	0.1417	0.2026	0.495	0.015	35
Sección 6	Rectangle3	S355	1.15	0	1.733	0.015	90
Sección 6	Rectangle4	S355	2.1583	0.2026	0.495	0.015	145
Sección 6	Rectangle5	S355	2.3	0.9531	1.096	0.015	0
Sección 6	Rectangle6	S355	0.075	1.501	0.15	0.015	90
Sección 6	Rectangle7	S355	0.15	0.8589	1.2841	0.015	0
Sección 6	Rectangle8	S355	1.15	0.553	2.3	0.015	90
Sección 6	Rectangle9	S355	2.15	0.8589	1.2841	0.015	0
Sección 6	Rectangle10	S355	2.225	1.501	0.15	0.015	90
Sección 6	Rectangle11	S355	0.075	1.366	0.15	0.015	90
Sección 6	Rectangle13	S355	2.225	1.366	0.15	0.015	90
Sección 6	Rectangle1111	S355	1.15	0.2726	0.5552	0.015	0
Sección 6	Rectangle14	S355	0.075	1.0823	0.15	0.015	90
Sección 6	Rectangle15	S355	2.225	1.0823	0.15	0.015	90

TABLE: FUERZAS EN LAS BARRAS									
BARRA	Estación	Caso de carga	Tipo	P	Vz	Vy	T	Mz	My
Texto	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0	0_ELU_desf	Max	-15.36	-305.46	91.01	130.26	6.55	0.00
1	1.25158	0_ELU_desf	Max	-14.36	-285.66	91.01	130.26	107.36	628.51
1	2.50316	0_ELU_desf	Max	-13.35	-265.47	91.01	130.26	221.27	1212.38
1	0	0_ELU_desf	Min	-26.14	-519.88	-91.01	-130.26	-6.55	0.00
1	1.25158	0_ELU_desf	Min	-24.36	-484.41	-91.01	-130.26	-107.36	369.95
1	2.50316	0_ELU_desf	Min	-22.55	-448.54	-91.01	-130.26	-221.27	714.88
2	0	0_ELU_desf	Max	-13.57	-265.46	78.88	118.89	221.75	1212.38
2	1.0013	0_ELU_desf	Max	-12.72	-249.00	78.88	118.89	300.73	1646.00
2	2.00261	0_ELU_desf	Max	-11.87	-232.23	78.88	118.89	379.71	2050.42
2	0	0_ELU_desf	Min	-22.87	-447.52	-78.88	-118.89	-221.75	714.88
2	1.0013	0_ELU_desf	Min	-21.39	-418.52	-78.88	-118.89	-300.73	972.47
2	2.00261	0_ELU_desf	Min	-19.89	-389.22	-78.88	-118.89	-379.71	1213.42
3	0	0_ELU_desf	Max	-12.18	-232.22	66.74	107.78	380.16	2050.42
3	1.00137	0_ELU_desf	Max	-11.28	-215.15	66.74	107.78	447.00	2424.35
3	2.00275	0_ELU_desf	Max	-10.37	-197.77	66.74	107.78	513.83	2768.48
3	0	0_ELU_desf	Min	-20.36	-388.20	-66.74	-107.78	-380.16	1213.42
3	1.00137	0_ELU_desf	Min	-18.81	-358.59	-66.74	-107.78	-447.00	1437.43
3	2.00275	0_ELU_desf	Min	-17.24	-328.67	-66.74	-107.78	-513.83	1644.20
4	0	0_ELU_desf	Max	-10.56	-197.76	54.61	96.59	514.35	2768.48
4	1.00142	0_ELU_desf	Max	-9.61	-179.91	54.61	96.59	569.04	3081.44
4	2.00285	0_ELU_desf	Max	-8.62	-161.44	54.61	96.59	623.72	3363.66
4	0	0_ELU_desf	Min	-17.50	-327.65	-54.61	-96.59	-514.35	1644.20
4	1.00142	0_ELU_desf	Min	-15.87	-297.27	-54.61	-96.59	-569.04	1833.36
4	2.00285	0_ELU_desf	Min	-14.22	-266.26	-54.61	-96.59	-623.72	2004.33
5	0	0_ELU_desf	Max	-8.49	-161.45	42.47	84.41	624.41	3363.66
5	1.00138	0_ELU_desf	Max	-7.50	-142.61	42.47	84.41	666.95	3613.59
5	2.00276	0_ELU_desf	Max	-6.50	-123.65	42.47	84.41	709.48	3832.04
5	0	0_ELU_desf	Min	-13.95	-265.27	-42.47	-84.41	-624.41	2004.33
5	1.00138	0_ELU_desf	Min	-12.30	-233.89	-42.47	-84.41	-666.95	2156.58
5	2.00276	0_ELU_desf	Min	-10.65	-202.39	-42.47	-84.41	-709.48	2289.90
6	0	0_ELU_desf	Max	-6.86	-123.63	30.34	74.74	709.88	3832.04
6	1.00154	0_ELU_desf	Max	-5.80	-104.51	30.34	74.74	740.26	4017.88
6	2.00308	0_ELU_desf	Max	-4.73	-85.22	30.34	74.74	770.65	4171.92
6	0	0_ELU_desf	Min	-11.18	-201.36	-30.34	-74.74	-709.88	2289.90
6	1.00154	0_ELU_desf	Min	-9.42	-169.71	-30.34	-74.74	-740.26	2404.16
6	2.00308	0_ELU_desf	Min	-7.65	-137.87	-30.34	-74.74	-770.65	2499.18
7	0	0_ELU_desf	Max	-4.61	-85.23	18.20	61.92	771.39	4171.92
7	1.00146	0_ELU_desf	Max	-3.53	-65.24	18.20	61.92	789.62	4292.82
7	2.00292	0_ELU_desf	Max	-2.38	-44.04	18.20	61.92	807.85	4380.53
7	0	0_ELU_desf	Min	-7.40	-136.89	-18.20	-61.92	-771.39	2499.18
7	1.00146	0_ELU_desf	Min	-5.64	-104.36	-18.20	-61.92	-789.62	2574.62
7	2.00292	0_ELU_desf	Min	-3.82	-70.62	-18.20	-61.92	-807.85	2629.44
8	0	0_ELU_desf	Max	-2.51	-44.03	6.07	52.60	808.33	4380.53
8	1.00162	0_ELU_desf	Max	-1.26	-22.12	6.07	52.60	814.40	4433.02
8	2.00325	0_ELU_desf	Max	0.00	0.00	6.07	52.60	820.48	4450.90
8	0	0_ELU_desf	Min	-3.97	-69.61	-6.07	-52.60	-808.33	2629.44
8	1.00162	0_ELU_desf	Min	-2.00	-35.16	-6.07	-52.60	-814.40	2662.59

8	2.00325	0_ELU_desf	Min	-0.10	-1.66	-6.07	-52.60	-820.48	2673.69
9	0	0_ELU_desf	Max	0.00	1.66	6.07	52.60	820.48	4450.90
9	1.00162	0_ELU_desf	Max	-1.26	35.16	6.07	52.60	814.40	4433.02
9	2.00325	0_ELU_desf	Max	-2.51	69.61	6.07	52.60	808.33	4380.53
9	0	0_ELU_desf	Min	-0.10	0.00	-6.07	-52.60	-820.48	2673.69
9	1.00162	0_ELU_desf	Min	-2.00	22.12	-6.07	-52.60	-814.40	2662.59
9	2.00325	0_ELU_desf	Min	-3.97	44.03	-6.07	-52.60	-808.33	2629.44
10	0	0_ELU_desf	Max	-2.38	70.62	18.20	61.92	807.85	4380.53
10	1.00146	0_ELU_desf	Max	-3.53	104.36	18.20	61.92	789.62	4292.82
10	2.00292	0_ELU_desf	Max	-4.61	136.89	18.20	61.92	771.39	4171.92
10	0	0_ELU_desf	Min	-3.82	44.04	-18.20	-61.92	-807.85	2629.44
10	1.00146	0_ELU_desf	Min	-5.64	65.24	-18.20	-61.92	-789.62	2574.62
10	2.00292	0_ELU_desf	Min	-7.40	85.23	-18.20	-61.92	-771.39	2499.18
11	0	0_ELU_desf	Max	-4.73	137.87	30.34	74.74	770.65	4171.92
11	1.00154	0_ELU_desf	Max	-5.80	169.71	30.34	74.74	740.26	4017.88
11	2.00308	0_ELU_desf	Max	-6.86	201.36	30.34	74.74	709.88	3832.04
11	0	0_ELU_desf	Min	-7.65	85.22	-30.34	-74.74	-770.65	2499.18
11	1.00154	0_ELU_desf	Min	-9.42	104.51	-30.34	-74.74	-740.26	2404.16
11	2.00308	0_ELU_desf	Min	-11.18	123.63	-30.34	-74.74	-709.88	2289.90
12	0	0_ELU_desf	Max	-6.50	202.39	42.47	84.41	709.48	3832.04
12	1.00138	0_ELU_desf	Max	-7.50	233.89	42.47	84.41	666.95	3613.59
12	2.00276	0_ELU_desf	Max	-8.49	265.27	42.47	84.41	624.41	3363.66
12	0	0_ELU_desf	Min	-10.65	123.65	-42.47	-84.41	-709.48	2289.90
12	1.00138	0_ELU_desf	Min	-12.30	142.61	-42.47	-84.41	-666.95	2156.58
12	2.00276	0_ELU_desf	Min	-13.95	161.45	-42.47	-84.41	-624.41	2004.33
13	0	0_ELU_desf	Max	-8.62	266.26	54.61	96.59	623.72	3363.66
13	1.00142	0_ELU_desf	Max	-9.61	297.27	54.61	96.59	569.04	3081.44
13	2.00285	0_ELU_desf	Max	-10.56	327.65	54.61	96.59	514.35	2768.48
13	0	0_ELU_desf	Min	-14.22	161.44	-54.61	-96.59	-623.72	2004.33
13	1.00142	0_ELU_desf	Min	-15.87	179.91	-54.61	-96.59	-569.04	1833.36
13	2.00285	0_ELU_desf	Min	-17.50	197.76	-54.61	-96.59	-514.35	1644.20
14	0	0_ELU_desf	Max	-10.37	328.67	66.74	107.78	513.83	2768.48
14	1.00137	0_ELU_desf	Max	-11.28	358.59	66.74	107.78	447.00	2424.35
14	2.00275	0_ELU_desf	Max	-12.18	388.20	66.74	107.78	380.16	2050.42
14	0	0_ELU_desf	Min	-17.24	197.77	-66.74	-107.78	-513.83	1644.20
14	1.00137	0_ELU_desf	Min	-18.81	215.15	-66.74	-107.78	-447.00	1437.43
14	2.00275	0_ELU_desf	Min	-20.36	232.22	-66.74	-107.78	-380.16	1213.42
15	0	0_ELU_desf	Max	-11.87	389.22	78.88	118.89	379.71	2050.42
15	1.0013	0_ELU_desf	Max	-12.72	418.52	78.88	118.89	300.73	1646.00
15	2.00261	0_ELU_desf	Max	-13.57	447.52	78.88	118.89	221.75	1212.38
15	0	0_ELU_desf	Min	-19.89	232.23	-78.88	-118.89	-379.71	1213.42
15	1.0013	0_ELU_desf	Min	-21.39	249.00	-78.88	-118.89	-300.73	972.47
15	2.00261	0_ELU_desf	Min	-22.87	265.46	-78.88	-118.89	-221.75	714.88
16	0	0_ELU_desf	Max	-13.35	448.54	91.01	130.26	221.27	1212.38
16	1.25158	0_ELU_desf	Max	-14.36	484.41	91.01	130.26	107.36	628.51
16	2.50316	0_ELU_desf	Max	-15.36	519.88	91.01	130.26	6.55	0.00
16	0	0_ELU_desf	Min	-22.55	265.47	-91.01	-130.26	-221.27	714.88
16	1.25158	0_ELU_desf	Min	-24.36	285.66	-91.01	-130.26	-107.36	369.95
16	2.50316	0_ELU_desf	Min	-26.14	305.46	-91.01	-130.26	-6.55	0.00