



TRABAJO FINAL DE GRADO

Título del trabajo: PROYECTO NAVE INDUSTRIAL EN VALL D'ALBA

Titulación: GRADO EN INGENIERIA DE OBRAS PÚBLICAS

Alumno: VICENTE BLASCO DE LA LAMA

TFG: ESTRUCTURA DE NAVE INDUSTRIAL DE ACERO: Estudio de soluciones 2, Cálculos estructurales y valoración económica.

Contenido: **ESTUDIO DE SOLUCIONES 2**

Autor: VICENTE BLASCO DE LA LAMA

Contenido: ESTUDIO DE SOLUCIONES 1

Autor: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET

Contenido: PRESUPUESTO DE LAS SOLUCIONES Y ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MAS ÓPTIMA

Autores: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET
VICENTE BLASCO DE LA LAMA

Cotutor: VICENTE JOSÉ LOPEZ DESFILIS

TOMO 2



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN DE LA POSICIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL DENTRO DE LA PARCELA.....	4
3. ELECCIÓN DE LA CUBIERTA DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	5
4. ELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	5
5. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.....	7
5.1. CERRAMIENTO DE CUBIERTA.....	7
5.2. CERRAMIENTO LATERAL.....	8
6. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGIA ESTRUCTURAL DE LOS PORTICOS.....	9
PARTE VICENTE BLASCO DE LA LAMA	
6.1. TIPOLOGÍA 1.....	10
6.2. TIPOLOGÍA 2.....	169
6.2.1. Nudos articulados en las uniones entre barras del dintel.....	192
6.2.2. Nudos rígidos en las uniones entre barras del dintel.....	202
PARTE JOSE ANTONIO ALAGARDA HUGUET	
6.3. TIPOLOGÍA 3.....	2
6.4. TIPOLOGÍA 4.....	53
7. PRESUPUESTO DE LAS SOLUCIONES Y ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS ÓPTIMA (PARTE CONJUNTA).....	1



1-INTRODUCCIÓN

En este apartado vamos a estudiar diferentes soluciones estructurales de una nave industrial. Para ello, comenzaremos a analizar cada una de las soluciones, con el propósito de hallar la solución más óptima no solo teniendo en cuenta el coste del material, sino también la facilidad y rapidez de montaje de la obra. Para empezar a desarrollar el estudio de soluciones, no realizaremos un cálculo completo de la estructura global, sino que nos centraremos en el estudio de uno de los pórticos intermedios de la nave. Con el fin de dimensionar dicho pórtico (con su respectiva cimentación) para obtener su presupuesto, procederemos a obtener las acciones a las que está sometido dicho pórtico interior.

Las soluciones que vamos a analizar son las siguientes:

- Nave industrial con pórticos rígidos de acero.
- Nave industrial de pórticos con cercha.
- Nave industrial con pórticos de estructura compuesta (pilas de hormigón y dintel de acero)
- Nave industrial con solución estructural de hormigón.

El objetivo de este anejo es definir todas y cada una de las posibles características de la nave industrial que se va a proyectar en este proyecto. Se tratarán los siguientes aspectos:

- **Situación de la posición de la nave industrial dentro de la parcela**
- **Elección de la pendiente de la cubierta de la nave industrial.** Se elegirá la pendiente de la cubierta de la nave según una serie de parámetros como cargas de viento variantes en función de la inclinación de la cubierta, carga de la nieve y su evacuación de la cubierta, que pueden afectar al funcionamiento de la actividad de la nave.
- **Elección de los materiales de la estructura de la nave.** Se procederá a elegir el material a emplear en la estructura y en función del material elegido se conocerán las cargas a transmitir a la estructura de la nave industrial.
- **Elección de la tipología estructural de los pórticos.** Se han estudiado 4 opciones de tipologías de entre estas soluciones se elegirá la más conveniente tanto económicamente como por rapidez de ejecución tras realizar un análisis exhaustivo de las soluciones tras ver las ventajas e inconvenientes de cada una de las soluciones.
- **Elección de la separación de pórticos y de la separación entre correas.** La elección de la separación de los pórticos y de las correas dependen fundamentalmente de las cargas actuantes sobre la estructura de la nave industrial.
- **Elección del material de cerramiento.** Elegido fundamentalmente en base a la insonorización, protección frente al fuego, peso, y en menor medida aunque no menos importante en cuanto a cuestiones estéticas.



2. SITUACIÓN DE LA POSICIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL DENTRO DE LA PARCELA

Siguiendo la normativa del plan parque industrial “caseta blanca” Vall d'alba provincia castellón de la plana se dice lo siguiente:

En la ordenanza 4 título 3 capítulo 1(Normas de la edificación) artículo 14 usos y actividades permitidas consta que se permite el uso de la nave como taller.

En el artículo 15 (alineaciones y rasantes) dice:

Las alineaciones y rasantes establecidas son las definidas en los planos de ordenación correspondientes.

La **línea de edificación estará retranqueada** a 5 m. del límite de propiedad, pudiéndose vallar el espacio que quede entre la edificación y el vial.

Los **espacios libres obtenidos por el retranqueo de la línea de fachada** deberán destinarse a aparcamiento y su cuidado y mantenimiento deberá estar a cargo de la empresa ubicada en la parcela.

Se prohíbe expresamente el uso de los espacios libres visibles desde el exterior como depósito de materiales y/o desperdicios.

El señalamiento de las mismas sobre el terreno deberán ejecutarlos los Servicios Técnicos Municipales.

Por tanto la linea de edificación queda retranqueada 5m del límite de la propiedad.

Sin embargo este retranqueo aplica en los linderos de otros propietarios tal y como se describe en el artículo 23 (retranqueos).

El artículo 16 (Altura máxima de las edificaciones) dice:

Se establece como altura máxima que podrán alcanzar las edificaciones la de 12 metros máximo de altura.

De esta limitación **se exceptúan**:

a) Aquellos elementos de las instalaciones industriales que precisen una mayor altura por las características específicas del proceso de producción.

b) Edificios destinados a usos hoteleros que podrán alcanzar una altura máxima de 16 m.

Por tanto para proyectar decidimos una cota máxima de la nave industrial de 10m que cumple con la normativa.

La máxima edificabilidad del sector se establece en 5m³/m² de parcela bruta descrito en el artículo 19

La superficie mínima de una parcela para poder ser edificable se establece en 500m² descrito en el artículo 22.

La fachada mínima que deberá tener una fachada edificable será de 10m descrito en el artículo 20

El artículo 9 (aparcamientos) señala:

Deberá preverse una plaza de estacionamiento por cada 100 m² de edificación proyectada.

Las **plazas de aparcamiento** tendrán unas **dimensiones mínimas** de 4,50 por 2,20 m., y contarán con accesos suficientes.

Teniendo en cuenta lo nombrado anteriormente por la normativa se procede a la elección de la posición final de la nave industrial.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



La parcela tiene una superficie de 1783.32 m² dentro de la cual se debe ubicar la nave industrial.

Las dimensiones definitivas de la nave industrial a proyectar será 70 m de larga y 20 m de ancha.

Dada la forma rectangular de la parcela, la disposición definitiva en planta más razonable es la que se muestra en los planos de este proyecto, ya que de esta forma permite una superficie alrededor de las zonas de acceso de la vía a la nave de ancho suficiente para que pueda ser posible la entrada y salida de vehículos automóviles e incluso de vehículos pesados ya que el uso de la nave industrial va a ser de un taller de reparación de vehículos.

En la parte exterior de la nave queda un espacio útil suficiente tanto para el aparcamiento de vehículos como para el acceso o salida.

3- ELECCIÓN DE LA CUBIERTA DE LA NAVE INDUSTRIAL

El uso de la nave va a ser el de un taller de coches por tanto la actividad a desarrollar en la nave industrial no condiciona la inclinación de la cubierta de la estructura.

La pendiente de la cubierta elegida es de 20%.

4- ELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE INDUSTRIAL

Tras haber escogido las dimensiones de la nave y su posición dentro de la parcela se va a proceder a elegir los materiales de la nave industrial.

Entre las 4 soluciones estudiadas en el presente proyecto se presentan 3 alternativas de materiales distintos:

- Elementos de hormigón prefabricado
- Elementos de hormigón armado in situ
- Elementos de estructura metálica

HORMIGÓN ARMADO IN SITU

Uno de los principales inconvenientes de este material es que se trata de un material de resistencia menor al acero, por tanto para resistir los mismos esfuerzos solicitantes, los pilares y los dinteles de la estructura deberían tener secciones superiores a las necesarias con el material acero. Esto produciría un incremento en el peso de la estructura y su coste. El incremento de peso provocaría que la cimentación recibiera una mayor sollicitación de cargas, lo que supondría un incremento en las dimensiones de las zapatas a parte de su coste. El principal inconveniente de la solución es que es la mas lenta de ejecutar. Esta solución por tanto se descarta salvo su uso en cimentaciones.

HORMIGÓN PREFABRICADO

Se trata una solución intermedia en cuanto a peso entre la solución de hormigón armado in situ y la estructura metálica. La prefabricación permite acortar los plazos de ejecución de las obras y aumentar la calidad del hormigón ofrecido en obra. Sin embargo su coste de ejecución material hace que se trate de soluciones mas caras que el acero empleado en estructuras metálicas.



ESTRUCTURA METÁLICA

La principal ventaja del acero estructural es la alta resistencia mecánica y reducido peso propio, que conlleva a la necesidad de secciones resistentes reducidas frente a las solicitaciones existentes, por lo que los elementos estructurales suelen ser ligeros en comparación con elementos de hormigón in situ o prefabricado.

Cuando el peso de la estructura es una parte muy importante de la carga solicitante como es el caso de las naves industriales. Este hecho hace a las estructuras metálicas insustituibles en aquellos casos en que el peso de la estructura es una parte sustancial de la carga total, como es el caso de las naves industriales. En segundo lugar destacar otra ventaja como la facilidad de montaje y transporte debido a su ligereza, así como también la rapidez de su ejecución, ya que se elimina el tiempo necesario para el fraguado, montaje y colocación de encofrados que necesitan las estructuras de hormigón.

Otras ventajas:

- Gran resistencia al choque y a las solicitaciones dinámicas como sismos.
- Material homogéneo y de una calidad controlada garantizada
- Ausencia de deformaciones diferidas en el acero
- Alto valor residual como chatarra.
- Ventajas de la prefabricación, elementos fabricados en taller unidos en obra mediante soldadura o tornillos de forma simple.

5 Descripción de los cerramientos

5.1 Cerramiento de cubierta:

FICHA TÉCNICA:

Se ha utilizado un panel metálico autoportante con aislamiento en poliuretano y utilizado en cubiertas inclinadas con una pendiente mínima de 7%. Sistema Europeo de solape.

Sin tapajuntas. Chapa interior y exterior de acero, aislamiento en poliuretano. Panel con 3, 4 o 5 grecas.

Los paneles de esta gama se fabrican en ancho de 1.000mm. y espesores de 30, 40, 50, 60, 80, 100 y 120 mm.

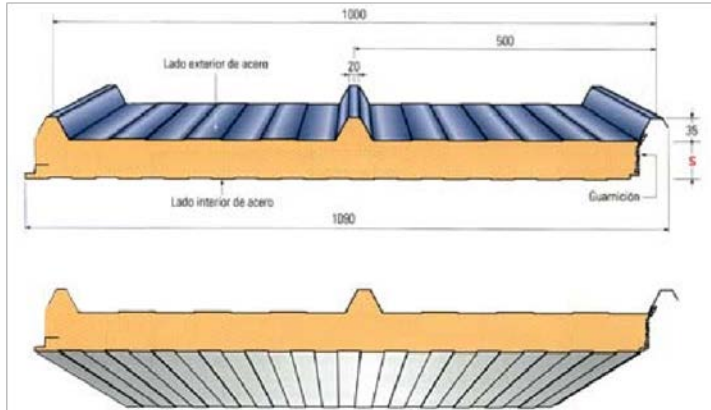
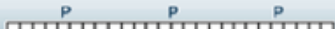



Tabla de luces admisibles:

Valores admisibles con la chapa exterior en acero de esp. 0,45 ó 0,5 mm. e interior en acero esp. 0'4 mm. Las luces l en metros correspondientes a las sobrecargas p (daN/m²) uniformemente distribuidas, se han obtenido en las pruebas de carga efectuadas en nuestro laboratorio y garantizan simultáneamente una flecha $f \leq l/200$ y un coeficiente de seguridad conforme con lo prescrito por las normas UEAtc para paneles sándwich y que han sido elaboradas y son de aplicación por las principales entidades certificadoras europeas.

S	k	Peso panel kg/m2																				
mm	Kcal m2 h °C	Watt m2 °C	0,45 + 0,40	p= (daN/m2)	60	80	100	120	150	200	250	300	60	80	100	120	150	200	250	300		
30	0.51	0.59	8.71	L:	3.65	3.15	2.80	2.55	2.25	1.95	1.75	1.55	3.25	2.80	2.50	2.25	2.00	1.75	1.55	1.40		
40	0.40	0.46	9.09	L:	3.85	3.40	3.00	2.75	2.45	2.10	1.90	1.75	3.50	3.05	2.70	2.45	2.20	1.90	1.65	1.50		
50	0.33	0.38	9.47	L:	4.10	3.55	3.15	2.90	2.60	2.25	2.00	1.85	3.70	3.20	2.85	2.60	2.35	2.00	1.75	1.60		
60	0.28	0.33	9.85	L:	4.35	3.75	3.40	3.10	2.75	2.40	2.10	2.00	3.85	3.35	3.00	2.75	2.45	2.10	1.85	1.70		
80	0.22	0.25	10.61	L:	4.80	4.10	3.70	3.40	3.10	2.75	2.40	2.15	4.25	3.70	3.30	3.00	2.70	2.35	2.10	1.90		

Hemos escogido un espesor de panel sándwich de 30 mm con chapa exterior en acero de esp. 0,45 mm e interior en acero esp. 0,4 mm. Nuestra sobrecarga es de 100 daN/m², (ya que se trata de una categoría G1 con inclinación de cubierta inferior a 20°), por tanto la luz máxima a disponer de separación entre correas es de 2,80m, con peso de panel de 8,72kg/m².

Algunas de las ventajas de la utilización de esta solución son:

Ahorro en el consumo energético, gran funcionalidad y estética.

Aprovechamiento bajo cubierta inclinada.

No supone una carga excesiva en la estructura.

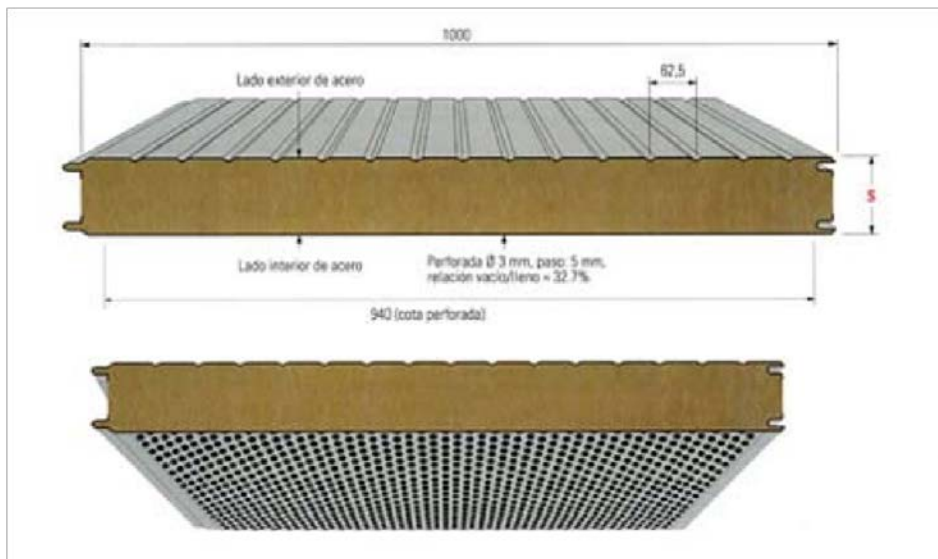
Sencillez en la instalación, seguridad y ligereza.

5.2.Cerramiento lateral:

FICHA TÉCNICA:

Panel metálico autoportante con aislamiento de lana de roca, destinado a su colocación en cubiertas y fachadas que requieran unas elevadas prestaciones de resistencia al fuego y de absorción y aislamiento acústico. El panel está compuesto por dos chapas de acero galvanizado y prelacado, la exterior grecada y la interior plana con perforaciones y un alma aislante de lana de roca.

Los paneles de esta gama se fabrican en ancho de 1.000mm. y espesores de 40, 50, 80, 100, 120 y 150 mm. La longitud máxima de los paneles es de 15.500 mm.



Certificaciones técnicas del producto:

Espesor. 100mm. REI 45 / RE 120 certificado P 1622 / 04-530-5

Espesor. 80mm. REI 45 / RE 120 certificado P 1622 / 04-530-6

Espesor. 50mm. REI 30 / RE 120 certificado P 1622 / 04-530-2

Fonoabsorbencia:

En los espesores 50,80 y 100mm han evidenciado índices de absorbencia del nivel sonoro DELTA LA entre 10 y 11 dB (A).

Fonoaislamiento:



probados en conformidad con las ISO 140/3/78 - ISO 717/82 y han obtenido, con referencia a los espesores 50, 80 y 100 mm, índices de evaluación $R_w = 31 \div 33$ dB.

Tabla de luces admisibles

Valores garantizados con lados de acero esp. 0,5 +0,5 mm. Las luces l en metros, correspondientes a la sobrecarga p (daN/m^2) uniformemente distribuidas, han sido obtenidas por pruebas de carga efectuadas

en laboratorios y calculadas en modo de garantizar simultáneamente una flecha $f \leq l/200$ y un coeficiente de seguridad conforme con cuanto prescrito por las normas UEAtc correspondientes a los panles sándwich elaboradas y son aplicadas por las principales entidades certificadoras europeas.

Obsección: los valores de la tabla de las luces de seguridad deben ser consideradas válidos solamente para los colores de la chapa de acero exterior pertenecientes al grupo I.

S	k		Peso panel kg/m2	Grupo color chapa exterior													
mm	Kcal m2 h °C	Watt m2 °C	0,5+0,5	-	p = (daN/m2)	40	80	60	100	120	150	40	60	80	100	120	150
50	0,65	0,75	14,37	I	L:	2,30	1,95	1,75	1,60	1,50	1,30	2,60	2,10	1,80	1,65	1,45	1,30
80	0,42	0,49	17,37	I	L:	2,85	2,50	2,20	2,05	1,90	1,70	3,20	2,55	2,25	2,05	1,90	1,70
100	0,34	0,40	19,37	I	L:	3,25	2,75	2,50	2,30	2,15	1,90	3,55	3,00	2,55	2,25	2,00	1,85

Hemos dispuesto un cerramiento de panel sándwich de fachada insonorizada de 50mm de espesor con un peso propio de 14,37 kg/m². Como el valor de la sobrecarga es prácticamente despreciable en estos cerramientos laterales, la luz de correas la hemos obtenido considerando una sobrecarga de uso de 40 daN/m², con la que hemos obtenido de la ficha (imagen superior) una luz máxima de 2,30m. Por tanto vamos a disponer una separación entre correas laterales de 2m.

Las razones por las cuales hemos obtenido este tipo de cerramiento lateral son:

- Mejor aislamiento acústico y térmico.
- Menor tiempo de ejecución y mano de obra.
- Mayor velocidad de transporte a la obra y montaje, lo que conlleva ahorro en costes de personal.

6 ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LOS PÓRTICOS

Los pórticos de nuestra estructura serán simétricos a dos aguas con una luz L= 20 metros. Hemos elegido cubierta a dos aguas, porque es la más común y las más sencilla de ejecutar, y además ninguno de los requerimientos nos exige que deba ser de otro tipo.

Para definir la separación entre pórticos y el número de pórticos hemos supuesto hemos efectuado un cálculo aproximado dividiendo la luz entre 4 (L/4), dándonos como resultado 5 metros de separación entre pórticos, que además nos coincide con la recomendación del proyectista de estructuras metálicas Robert Nonnast. A continuación para obtener el número de pórticos hemos dividido la longitud de nuestra parcela (que se trata de una parcela de 70 metros de largo) entre la separación de 5 metros y le sumamos una unidad, dándonos como resultado 15 pórticos en nuestra nave industrial.

Con el fin de cumplir con la normativa vigente vamos a realizar una nave industrial con una altura de cumbrera de 10 metros, mientras que en el alero será de 8 metros con una pendiente de la cubierta a dos aguas del 20%.

Se trata de una estructura con unión dintel- pilar rígida, con pilares empotrados en su base.

Las soluciones que vamos a analizar como se ha mencionado anteriormente son las siguientes:

- Tipo 1: Nave industrial con pórticos de nudos rígidos empotrados en cimentación materializados mediante perfiles laminados acartelados en los dinteles en su unión con el pilar y entre dintel- dintel de acero.
- Tipo 2:Nave industrial de pórticos con cercha.
- Tipo 3:Nave industrial con pórticos de estructura compuesta (pilas de hormigón y dintel de acero)
- Tipo 4:Nave industrial con solución estructural de hormigón.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



La tipología 1 material fundamental acero , hormigón in situ para cimentaciones. Se ha elegido en lugar de pórticos de nudos rígidos sin acartelamientos porque en los dinteles los mayores esfuerzos de flexión se presentan en los nudos de esquina. Si el valor de las flexiones es elevado no es económico mantener la misma sección en toda la longitud del dintel. Por ello se refuerza de esta manera la unión dintel – pilar y lo mismo ocurre en la unión dintel dintel donde la altura de coronación de la nave industrial es de 10 m de altura.

La tipología 2 material fundamental acero, hormigón in situ para cimentaciones.

Se trata de una solución en celosía se ha adoptado esta solución debido a que se trata de porticos con una luz de 20 m. Con el estudio de soluciones se conocerá si el coste de esta solución debido al trabajo de taller es compensable frente al resto de soluciones propuestas.

La tipología 3: Se trata de una solución mixta, los materiales de esta estructura son el hormigón armado prefabricado y acero a parte de hormigón in situ para las cimentaciones y para las uniones pilar-dintel . Con esta solución se trata de aprovechar lo mejor de los 2 materiales, el acero empleado en los dinteles ya que se encuentran sometidos a flexión principalmente y el acero trabaja bien a tracción y empleando el hormigón prefabricado en los pilares ya que estos se encuentran sometidos principalmente a compresión y el hormigón trabaja muy bien a compresión y mal en tracción. Y el hormigón prefabricado se encuentra armado ya que a veces el pilar trabaja en flexocompresión con una importancia del momento sobre el axil cuando la acción del viento es considerablemente elevada.

La tipología 4: Esta solución está realizada completamente con hormigón armado prefabricado utilizando el hormigón in situ en las cimentaciones.

Primero utilizaremos el programa generador de pórticos para dimensionar las correas y su separación tanto para las de cubierta como para fachada lateral.

Utilizando el generador de pórticos modelamos un pórtico tipo rígido al cual le aplicamos los datos correspondientes de peso de cerramiento de cubierta con su sobrecarga, el peso del cerramiento lateral, los huecos de viento, coeficiente de exposición y la presión dinámica del viento según la zona de localización de la nave industrial para las cargas de viento. Por último para la carga de nieve localizamos la zona donde se ubica la nave de esta manera se conocerá automáticamente tanto la altitud como la zona de exposición datos necesarios para definir dicha carga con un grado de exposición normal a la acción del viento. Con todos los datos nombrados anteriormente obtenemos el dibujo que se muestra a continuación.

A continuación se procede a calcular las correas de cubierta y laterales definiendo primero que nada el límite de flecha con un valor $L/300$, el número de vanos (3 vanos) y por último el tipo de fijación (fijación por gancho ha sido la seleccionada para las cubiertas). A partir de ahí vemos la relación de perfil de la serie y la separación óptimas para la limitación de flecha y tensión máxima y ese perfil con su separación serán los que se establecerán.

Este proceso se ejecutará de la misma manera en la solución 2 y 3.

El generador de pórticos que se establece en la solución 1 es el mismo que el de la solución 3 mixta ya que los dinteles de esta solución son de acero y por tanto es válido las correas y la separación de las correas de cubierta que da como resultado el generador de pórticos.

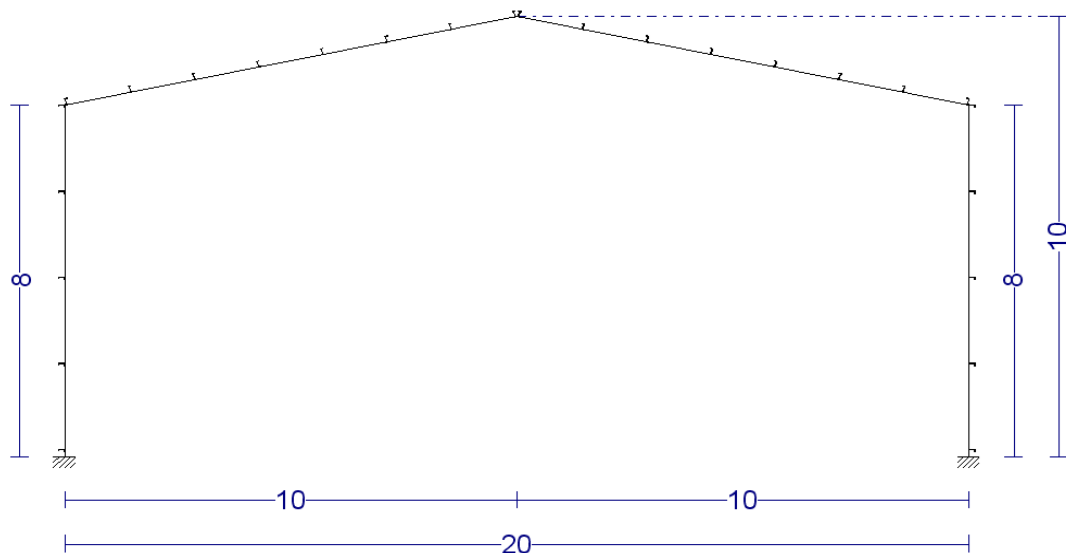
La elección de la solución que se ha establecido para realizar la estructura se basa en la que resulta más económica no solo en el aspecto de coste del material sino también en la rapidez de ejecución y puesta en servicio de la nave industrial que es un dato fundamental a la hora de la elección de la tipología estructural definitiva de la nave industrial. Para la elección final hemos escogido las cargas que actúan en el pórtico 8 de la nave industrial en las cuatro soluciones realizadas, una vez dimensionado el pórtico comparamos el precio de cada solución al que hay que añadir el factor de rapidez y facilidad de construcción. La solución que nos ha salido más rentable teniendo en cuenta los factores mencionado anteriormente es la que hemos escogido para resolver la estructura de la nave industrial.

6.1 TIPOLOGIA 1

Nave industrial con pórticos de nudos rígidos empotrados en cimentación materializados mediante perfiles laminados acartelados en los dinteles en su unión con el pilar y entre dintel- dintel de acero.

Solución ejecutada mediante perfiles laminados de acero S 275 el dimensionamiento de la estructura se hace en base a los criterios establecidos en el código técnico de la edificación.

El pórtico tipo que se establece para la solución de la tipología 1 es pórtico rígido, en la imagen que se presenta a continuación se puede observar las dimensiones establecidas.



A continuación se procede a mostrar el listado obtenido con el generador de pórticos que utilizamos para la solución 1 y 3



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 8.72 kg/m²

- Sobrecarga del cerramiento: 40.00 kg/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 14.37 kg/m²

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Periodo de servicio (años): 100

Profundidad nave industrial: 70.00

Con huecos:

- Área izquierda: 8.00

- Altura izquierda: 6.00

- Área derecha: 0.00

- Altura derecha: 0.00

- Área frontal: 40.00

- Altura frontal: 2.50

- Área trasera: 40.00

- Altura trasera: 2.50

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior

2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior

3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior

4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior

5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior

6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior

7 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

8 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior

9 - V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

10 - V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior

11 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior

12 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 5

Altitud topográfica: 300.00 m

Cubierta sin resaltos

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

1 - N(EI): Nieve (estado inicial)

2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1

3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico kp/cm ²	Módulo de elasticidad kp/cm ²
Aceros Laminados	S275	2803	2140673

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 10.00 m. Luz derecha: 10.00 m. Alero izquierdo: 8.00 m. Alero derecho: 8.00 m. Altura cumbre: 10.00 m.	Pórtico rígido

Cargas en barras

Pórtico 6, Pórtico 7, Pórtico 8, Pórtico 9, Pórtico 10

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.11 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.15 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.15 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.11 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.37 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.37 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.30 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.30 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.20 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.20 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

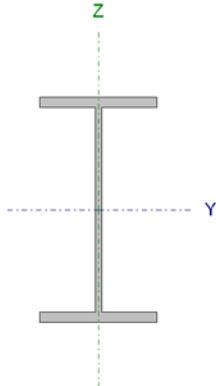
EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación por gancho

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 80.30 %
Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 140 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.735, 5.000, 8.147	0.735, 0.000, 8.147	5.000	16.40	541.20	44.92	2.45
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.	
β	0.00	1.00	0.00		1.00		
L _K	0.000	5.000	0.000		5.000		
C _m	1.000	1.000	1.000		1.300		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 3.33 m η = 80.3	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 8.8	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m η = 50.2	x: 0 m η = 11.4	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 80.3
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>															
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.253 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.803 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.333 m del nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.598 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 2.358 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 88.34 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 2.358 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 0.744 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : 88.34 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

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

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^{-2}}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : 1.00$$

$$\chi_{LT}^- : 0.32$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

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

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

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

E : Módulo de elasticidad.

G : Módulo de elasticidad transversal.

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

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

$$\Phi_{LT}^+ : 0.00$$

$$\Phi_{LT}^- : 2.01$$

$$\alpha_{LT} : 0.21$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 1.65$$

$$M_{cr}^+ : \infty$$

$$M_{cr}^- : 0.909 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^+ : \infty$$

$$M_{LTV}^- : 0.876 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^+ : \infty$$

$$M_{LTW}^- : 0.243 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : 77.31 \text{ cm}^3$$

$$I_z : 44.92 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 2.45 \text{ cm}^4$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_c^+ : 0.000 \text{ m}$$

$$L_c^- : 5.000 \text{ m}$$

$$C_1 : 1.00$$

$$i_{f,z}^+ : 1.93 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 1.93 \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.088$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

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

$$V_{Ed} : 0.895 \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 10.142 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 6.58 \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : 140.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 4.70 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$26.85 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 26.85$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : 64.71$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : 2395.51 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.895 \leq 5.071$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

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

V_{Ed} : 0.895 t

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

$V_{c,Rd}$: 10.142 t

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.502}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.027 t·m

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

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

$M_{T,Rd}$: 0.055 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 3.55 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.114}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{simos}.

$$V_{Ed} : \underline{0.895} \text{ t}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo p_{simos}.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.027} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{7.848} \text{ t}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{10.142} \text{ t}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{773.25} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 47.88 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.735, 70.000, 8.147

Coordenadas del nudo final: 0.735, 65.000, 8.147

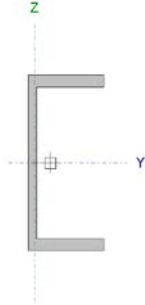
El aprovechamiento p_{simos} se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H4 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

(I_y = 541 cm⁴) (I_z = 45 cm⁴)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: UPN 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 2.00 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación por gancho

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 92.63 %
Barra pésima en lateral

Perfil: UPN 140 Material: S275									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)
	0.000, 5.000, 1.000	0.000, 0.000, 1.000	5.000	20.40	605.0 0	62.70	5.68	- 12.50	0.00
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
β	0.00	1.00	0.00		1.00				
L _K	0.000	5.000	0.000		5.000				
C _m	1.000	1.000	1.000		1.300				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 3.33 m η = 92.6	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 7.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	x: 5 m η = 49.9	x: 0 m η = 9.5	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 92.6
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>															
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.300$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.926$$



Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.333 m del nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.826 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 2.750 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 103.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 2.750 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 0.892 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : 103.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\chi_{LT}^+ : \underline{1.00}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.32}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{1.83}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.76}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.34}$$

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

$$M_{cr}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{cr}^- : \underline{1.604 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

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

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

Siendo:

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

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

$$M_{LTv}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTv}^- : \underline{1.576 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{0.298 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{86.43 \text{ cm}^3}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{62.70 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{5.68 \text{ cm}^4}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.000 \text{ m}}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000 \text{ m}}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

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

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.02 \text{ cm}}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{2.02 \text{ cm}}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.075}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.136} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{15.106} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$17.14 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{17.14}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

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

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.136 \leq 7.553$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

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

V_{Ed} : 1.136 t

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

$V_{c,Rd}$: 15.106 t

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.499$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.044 t·m

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

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

$M_{T,Rd}$: 0.088 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 5.68 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.095 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(270°) H1.

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

V_{Ed} : 1.136 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.040 t·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$: 12.003 t

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 15.106 t

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

$\tau_{T,Ed}$: 710.23 kp/cm²

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 5.68 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 57.00 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 70.000, 1.000

Coordenadas del nudo final: 0.000, 65.000, 1.000

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$
H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 605 \text{ cm}^4$) ($I_z = 63 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	16	205.98	10.30
Correas laterales	10	160.14	8.01

En el listado se puede comprobar que el perfil elegido para las correas laterales y de cubierta y su separación cumple la normativa por tanto para la cubierta se utilizan perfiles IPE 140 con separación de 1.5 metros y en la fachada lateral se utilizan perfiles UPN 140 con separación de 2 metros.

A continuación se han exportado el pórtico 8 del generador de pórticos al nuevo metal 3 D para dimensionar los pilares y dinteles que conforman el pórtico.

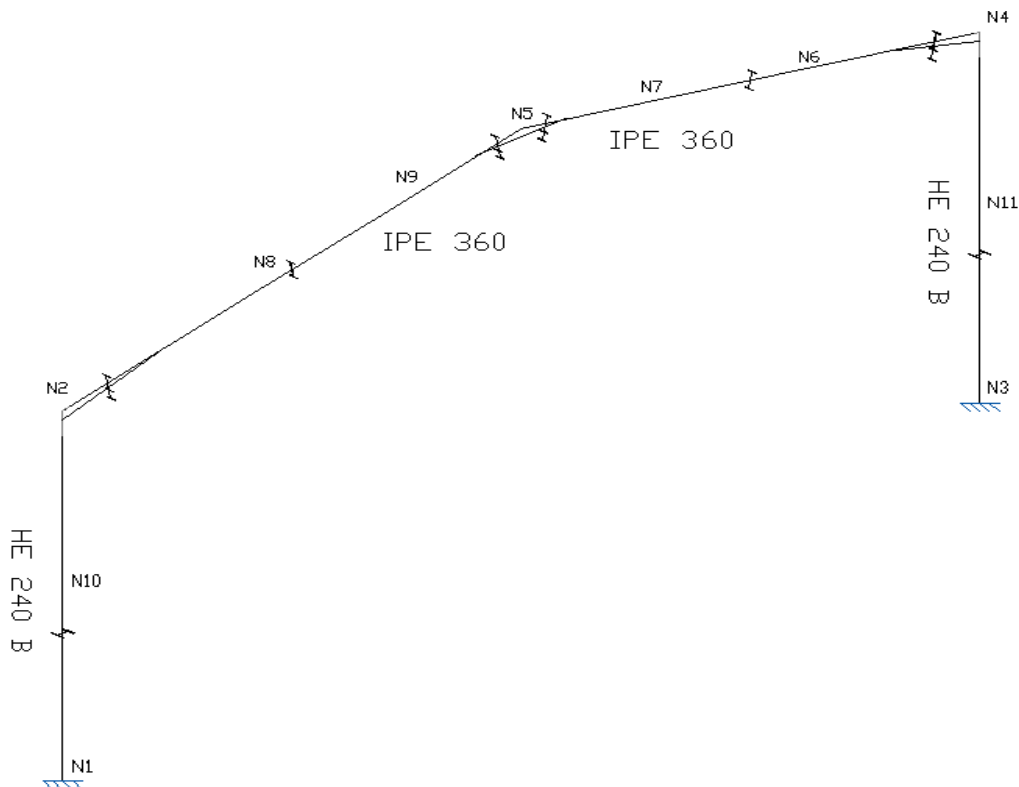


Imagen 1.1 (pórtico resultante de la tipología estructural 1)

A la hora de realizar la exportación desde el generador de pórticos al cypemetal 3d se ha considerado pórtico traslacional en la dirección del pórtico y pórtico intraslacional en la dirección perpendicular asegurando el desplazamiento nulo en esa dirección mediante cruces de san Andrés y montantes que aseguran un sistema de arriostramiento rígido en dicho plano.

PANDEO

Dirección perpendicular al plano del pórtico (intraslacional)

$\beta = 0.7$ (pilar desde empotramiento hasta $H = 4m$) $\beta = 1$ ($H = 4m$ a $8m$)

Dirección paralela al plano del pórtico (traslacional)

$\beta = 1$ para toda la altura del pilar $L_k = \beta * L = 8m$



PANDEO LATERAL

Dinteles de la nave industrial

Ala superior e inferior

Longitud entre arriostramientos $L=4.5\text{m}$ $L=3\text{m}$ y $L=2.698\text{m}$ que corresponden a los puntos a lo largo de la longitud de cada dintel coaccionados en la dirección del plano perpendicular al pórtico. La coacción ejercida sobre el ala superior es debida a las correas que actúan como montantes del sistema de arriostramiento (cruz de san Andrés – montante). Las correas que producen dicha coacción están situadas a $x=4.5\text{m}$, $x=7.5\text{m}$ y $x=10.198\text{m}$ respectivamente desde el origen de cada uno de los dinteles que forman el dintel principal del pórtico.

La coacción del ala inferior del dintel no está producida por las correas mencionadas anteriormente sino de los puntales que se les colocan a los dinteles de los sucesivos pórticos en dirección perpendicular al plano del pórtico de la nave. La longitud entre arriostramientos $L=4.5\text{m}$ $L=3\text{m}$ y $L=2.698\text{m}$ al igual que en el caso del ala superior de los dinteles.

Pilares de la nave industrial

Las barras que representan los pilares de la nave industrial tienen una altura $H=8\text{m}$ la coacción al pandeo lateral tanto para el ala superior como el ala inferior se produce a la altura del montante del sistema de arriostramiento tanto para la fachada lateral norte y la fachada lateral sud, dicha altura se produce a $H=4\text{m}$.

Una vez exportado el pórtico del generador de pórticos al cypemetal 3d con sus correas laterales y de cubierta con las dimensiones y separaciones optimas calculadas y con todas las hipótesis de carga sobre la nave, procedemos a calcular las dimensiones del pilar con perfiles HEB y los dinteles con perfiles IPE con un dimensionamiento rápido.

Se ha considerado en la longitud de cada dintel una coacción a 4.5m a 7.5m y a 10.198m .

Y en los pilares una coacción en la dirección perpendicular al pórtico en la mitad de la longitud de los mismos a 4m . Estas coacciones con un desplazamiento en x (dirección perpendicular al pórtico) nulo representa en el programa el sistema de arriostramiento de los montantes y diagonales (cruces de san andres).

En cuanto al tema de los acartelamientos cabe decir que se han situado en la unión pilar- dintel (cartela inicial inferior) con una longitud de 2 metros y en la unión dintel- dintel (cartela final inferior) con una longitud de 1,15 metros por dintel, por lo tanto el acartelamiento del tramo central tiene una longitud total de 2,3 metros.

Los acartelamientos pueden llevarse a la práctica mediante vigas armadas o mediante perfiles laminados. Se ha optado por escoger la segunda alternativa donde los acartelamientos de los nudos se han planteado con perfiles laminados convencionales.

Tras realizar todo lo descrito anteriormente se ha procedido a dar a la opción calcular con dimensionamiento rápido de perfiles.

El límite de flecha establecido para las jácenas ha sido de $L/300$ y en los pilares de $L/250$

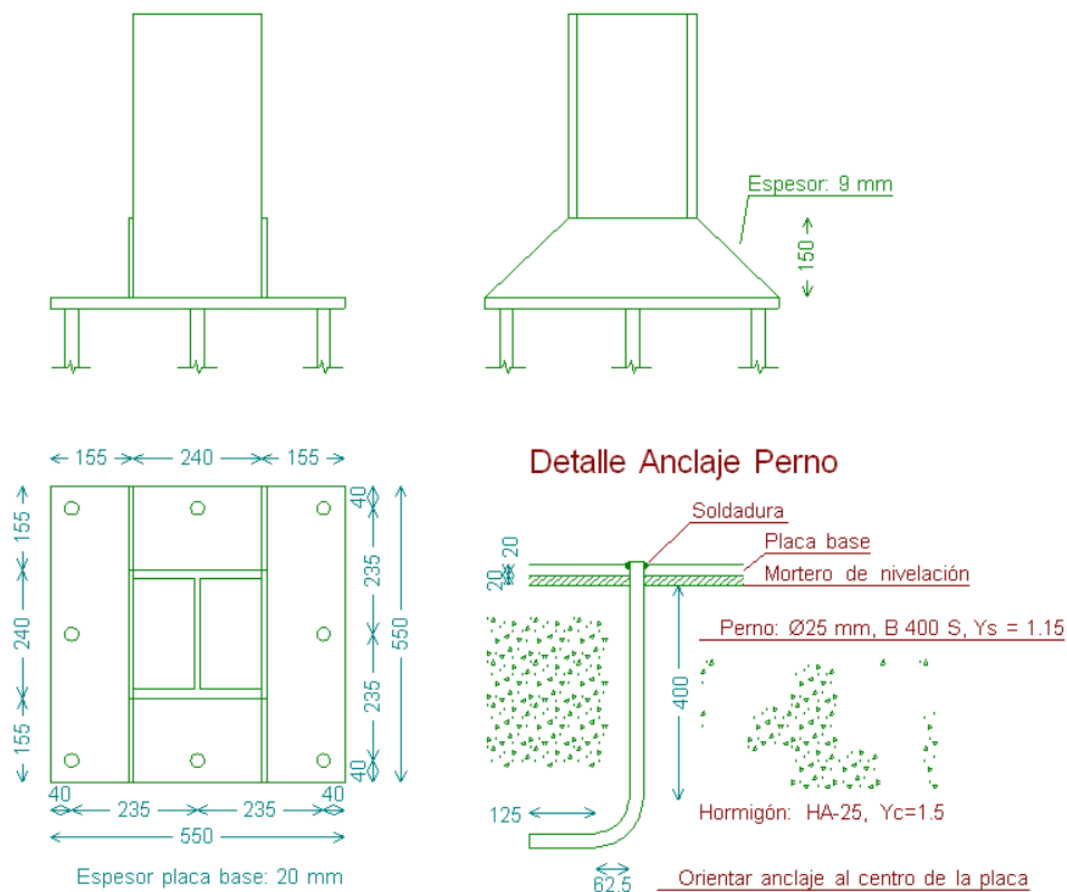
Los perfiles que cumplen tanto la limitación de tensión como de flecha para todas las hipótesis posibles de solicitaciones actuantes sobre la estructura de la nave que se pueden dar han resultado ser los siguientes:

IPE 360 para los dinteles
HEB 240 para los pilares.

Como se puede mostrar en la imagen 1.1

A continuación se han dimensionado y comprobado las placas de anclajes que cumplan todas las limitaciones establecidas.

Nudo 1



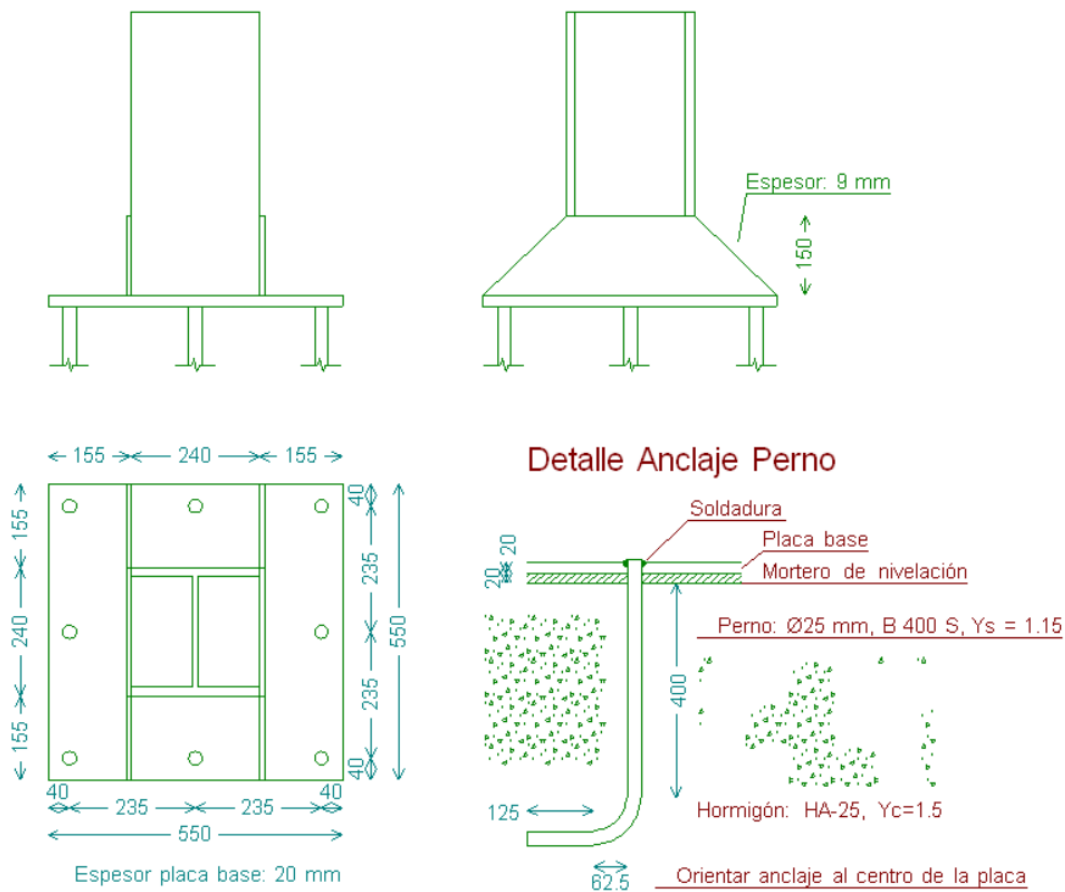
A continuación se muestra una imagen de la placa de anclaje resultante para el nudo 1

Se muestra a continuación el listado de comprobación donde se ve que se cumplen todas las comprobaciones.

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=40 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 11.327 t Calculado: 9.579 t Máximo: 7.929 t Calculado: 0.552 t Máximo: 11.327 t Calculado: 10.367 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 9.24 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 1892.27 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 28.033 t Calculado: 0.531 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2198.29 kp/cm ² Calculado: 2198.29 kp/cm ² Calculado: 2073.67 kp/cm ² Calculado: 2446.61 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 920.307 Calculado: 920.307 Calculado: 3506.19 Calculado: 3316.47	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2539.4 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.154 - Punto de tensión local máxima: (-0.12, -0.275)		

Nudo 3

A continuación se muestra como para el nudo 1 la placa de anclaje que se va a disponer y el listado de comprobaciones donde se puede ver que cumplen todas las comprobaciones.

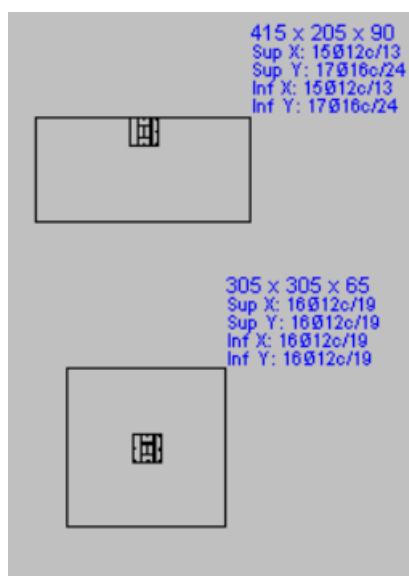


Referencia: N3 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=40 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 11.327 t Calculado: 9.525 t Máximo: 7.929 t Calculado: 0.553 t Máximo: 11.327 t Calculado: 10.314 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 8.74 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 1789.89 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 28.033 t Calculado: 0.531 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1650.44 kp/cm ² Calculado: 1650.44 kp/cm ² Calculado: 2446.61 kp/cm ² Calculado: 2073.67 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1376.05 Calculado: 1376.05 Calculado: 3555.1 Calculado: 3506.19	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2402 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.154 - Punto de tensión local máxima: (-0.12, -0.275)		

CIMENTACIÓN

Para el estudio de soluciones se ha optado en las 4 soluciones por ejecutar una zapata aislada en la fachada lateral sur y zapata de medianería para la fachada lateral norte esta última sin viga centradora a un macizo de contrapeso, ya que se trata de un estudio de soluciones para ver cuál es la más óptima de las soluciones.

La cimentación resultante para la tipología 1 es la que se puede ver en la siguiente imagen.



Las dimensiones de tan elevada magnitud de las zapatas es debido a la ausencia de la viga centradora que conecta la zapata de medianería con un macizo de contrapeso de hormigón en masa, además como solo está representado un solo pórtico no se incorporan las vigas de atado que conectan las zapatas representadas del pórtico tipo con los adyacentes.

Esto explica la elevada dimensión necesaria para poder cumplir todas las comprobaciones que se realizan en las zapatas de la cimentación al disponer de un terreno de arcillas duras que según el informe geotécnico tiene una tensión admisible de $q=2.8 \text{ kg/cm}^2$.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



A continuación tras haber realizado todo lo anterior se ha procedido a imprimir los listados de obra proporcionado por el cypemetal 3d donde se puede apreciar que se cumplen todas las comprobaciones tanto para la estructura como para la cimentación.

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2.- Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V(0°) H1	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior
V(0°) H2	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior
V(0°) H3	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior
V(0°) H4	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior
V(90°) H1	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior
V(90°) H2	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior
V(180°) H1	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(180°) H2	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior
V(180°) H3	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(180°) H4	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior
V(270°) H1	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior
V(270°) H2	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior
N(EI)	Nieve (estado inicial)
N(R) 1	Nieve (redistribución) 1
N(R) 2	Nieve (redistribución) 2

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.00 0																
2	1.35 0																
3	1.00 0		1.500														
4	1.35 0		1.500														
5	1.00 0			1.500													
6	1.35 0			1.500													
7	1.00 0				1.500												
8	1.35 0				1.500												



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
9	1.00 0					1.500											
10	1.35 0					1.500											
11	1.00 0						1.500										
12	1.35 0						1.500										
13	1.00 0							1.500									
14	1.35 0							1.500									
15	1.00 0								1.500								
16	1.35 0								1.500								
17	1.00 0									1.500							
18	1.35 0									1.500							
19	1.00 0										1.500						
20	1.35 0										1.500						
21	1.00 0											1.500					
22	1.35 0											1.500					
23	1.00 0												1.500				
24	1.35 0												1.500				
25	1.00 0													1.500			
26	1.35 0													1.500			
27	1.00 0														1.50 0		
28	1.35 0														1.50 0		
29	1.00 0		0.900												1.50 0		
30	1.35 0		0.900												1.50 0		
31	1.00 0			0.900											1.50 0		
32	1.35 0			0.900											1.50 0		
33	1.00 0				0.900										1.50 0		
34	1.35 0				0.900										1.50 0		
35	1.00 0					0.900									1.50 0		
36	1.35 0					0.900									1.50 0		
37	1.00 0						0.900								1.50 0		
38	1.35 0						0.900								1.50 0		
39	1.00 0							0.900							1.50 0		
40	1.35 0							0.900							1.50 0		
41	1.00 0								0.900						1.50 0		
42	1.35 0								0.900						1.50 0		
43	1.00 0									0.900					1.50 0		
44	1.35 0									0.900					1.50 0		
45	1.00 0										0.900				1.50 0		
46	1.35 0										0.900				1.50 0		



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
47	1.00 0											0.900			1.50 0		
48	1.35 0											0.900			1.50 0		
49	1.00 0												0.900		1.50 0		
50	1.35 0												0.900		1.50 0		
51	1.00 0													0.900	1.50 0		
52	1.35 0													0.900	1.50 0		
53	1.00 0		1.500												0.75 0		
54	1.35 0		1.500												0.75 0		
55	1.00 0			1.500											0.75 0		
56	1.35 0			1.500											0.75 0		
57	1.00 0				1.500										0.75 0		
58	1.35 0				1.500										0.75 0		
59	1.00 0					1.500									0.75 0		
60	1.35 0					1.500									0.75 0		
61	1.00 0						1.500								0.75 0		
62	1.35 0						1.500								0.75 0		
63	1.00 0							1.500							0.75 0		
64	1.35 0							1.500							0.75 0		
65	1.00 0								1.500						0.75 0		
66	1.35 0								1.500						0.75 0		
67	1.00 0									1.500					0.75 0		
68	1.35 0									1.500					0.75 0		
69	1.00 0										1.500				0.75 0		
70	1.35 0										1.500				0.75 0		
71	1.00 0											1.500			0.75 0		
72	1.35 0											1.500			0.75 0		
73	1.00 0												1.500		0.75 0		
74	1.35 0												1.500		0.75 0		
75	1.00 0													1.500	0.75 0		
76	1.35 0													1.500	0.75 0		
77	1.00 0															1.500	
78	1.35 0															1.500	
79	1.00 0		0.900													1.500	
80	1.35 0		0.900													1.500	
81	1.00 0			0.900												1.500	
82	1.35 0			0.900												1.500	
83	1.00 0				0.900											1.500	
84	1.35 0				0.900											1.500	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
85	1.00 0					0.900										1.500	
86	1.35 0					0.900										1.500	
87	1.00 0						0.900									1.500	
88	1.35 0						0.900									1.500	
89	1.00 0							0.900								1.500	
90	1.35 0							0.900								1.500	
91	1.00 0								0.900							1.500	
92	1.35 0								0.900							1.500	
93	1.00 0									0.900						1.500	
94	1.35 0									0.900						1.500	
95	1.00 0										0.900					1.500	
96	1.35 0										0.900					1.500	
97	1.00 0											0.900				1.500	
98	1.35 0											0.900				1.500	
99	1.00 0												0.900			1.500	
100	1.35 0												0.900			1.500	
101	1.00 0													0.900		1.500	
102	1.35 0													0.900		1.500	
103	1.00 0		1.500													0.750	
104	1.35 0		1.500													0.750	
105	1.00 0			1.500												0.750	
106	1.35 0			1.500												0.750	
107	1.00 0				1.500											0.750	
108	1.35 0				1.500											0.750	
109	1.00 0					1.500										0.750	
110	1.35 0					1.500										0.750	
111	1.00 0						1.500									0.750	
112	1.35 0						1.500									0.750	
113	1.00 0							1.500								0.750	
114	1.35 0							1.500								0.750	
115	1.00 0								1.500							0.750	
116	1.35 0								1.500							0.750	
117	1.00 0									1.500						0.750	
118	1.35 0									1.500						0.750	
119	1.00 0										1.500					0.750	
120	1.35 0										1.500					0.750	
121	1.00 0											1.500				0.750	
122	1.35 0											1.500				0.750	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
123	1.00 0												1.500			0.750	
124	1.35 0												1.500			0.750	
125	1.00 0													1.500		0.750	
126	1.35 0													1.500		0.750	
127	1.00 0																1.500
128	1.35 0																1.500
129	1.00 0		0.900														1.500
130	1.35 0		0.900														1.500
131	1.00 0			0.900													1.500
132	1.35 0			0.900													1.500
133	1.00 0				0.900												1.500
134	1.35 0				0.900												1.500
135	1.00 0					0.900											1.500
136	1.35 0					0.900											1.500
137	1.00 0						0.900										1.500
138	1.35 0						0.900										1.500
139	1.00 0							0.900									1.500
140	1.35 0							0.900									1.500
141	1.00 0								0.900								1.500
142	1.35 0								0.900								1.500
143	1.00 0									0.900							1.500
144	1.35 0									0.900							1.500
145	1.00 0										0.900						1.500
146	1.35 0										0.900						1.500
147	1.00 0											0.900					1.500
148	1.35 0											0.900					1.500
149	1.00 0												0.900				1.500
150	1.35 0												0.900				1.500
151	1.00 0													0.900			1.500
152	1.35 0													0.900			1.500
153	1.00 0		1.500														0.750
154	1.35 0		1.500														0.750
155	1.00 0			1.500													0.750
156	1.35 0			1.500													0.750
157	1.00 0				1.500												0.750
158	1.35 0				1.500												0.750
159	1.00 0					1.500											0.750
160	1.35 0					1.500											0.750



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
161	1.00 0						1.500										0.750
162	1.35 0						1.500										0.750
163	1.00 0							1.500									0.750
164	1.35 0							1.500									0.750
165	1.00 0								1.500								0.750
166	1.35 0								1.500								0.750
167	1.00 0									1.500							0.750
168	1.35 0									1.500							0.750
169	1.00 0										1.500						0.750
170	1.35 0										1.500						0.750
171	1.00 0											1.500					0.750
172	1.35 0											1.500					0.750
173	1.00 0												1.500				0.750
174	1.35 0												1.500				0.750
175	1.00 0													1.500			0.750
176	1.35 0													1.500			0.750
177	1.00 0	1.50 0															
178	1.35 0	1.50 0															

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.00 0																
2	1.60 0																
3	1.00 0		1.600														
4	1.60 0		1.600														
5	1.00 0			1.600													
6	1.60 0			1.600													
7	1.00 0				1.600												
8	1.60 0				1.600												
9	1.00 0					1.600											
10	1.60 0					1.600											
11	1.00 0						1.600										
12	1.60 0						1.600										
13	1.00 0							1.600									
14	1.60 0							1.600									
15	1.00 0								1.600								
16	1.60 0								1.600								
17	1.00 0									1.600							



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
18	1.60 0									1.600							
19	1.00 0										1.600						
20	1.60 0										1.600						
21	1.00 0											1.600					
22	1.60 0											1.600					
23	1.00 0												1.600				
24	1.60 0												1.600				
25	1.00 0													1.600			
26	1.60 0													1.600			
27	1.00 0														1.60 0		
28	1.60 0														1.60 0		
29	1.00 0		0.960												1.60 0		
30	1.60 0		0.960												1.60 0		
31	1.00 0			0.960											1.60 0		
32	1.60 0			0.960											1.60 0		
33	1.00 0				0.960										1.60 0		
34	1.60 0				0.960										1.60 0		
35	1.00 0					0.960									1.60 0		
36	1.60 0					0.960									1.60 0		
37	1.00 0						0.960								1.60 0		
38	1.60 0						0.960								1.60 0		
39	1.00 0							0.960							1.60 0		
40	1.60 0							0.960							1.60 0		
41	1.00 0								0.960						1.60 0		
42	1.60 0								0.960						1.60 0		
43	1.00 0									0.960					1.60 0		
44	1.60 0									0.960					1.60 0		
45	1.00 0										0.960				1.60 0		
46	1.60 0										0.960				1.60 0		
47	1.00 0											0.960			1.60 0		
48	1.60 0											0.960			1.60 0		
49	1.00 0												0.960		1.60 0		
50	1.60 0												0.960		1.60 0		
51	1.00 0													0.960	1.60 0		
52	1.60 0													0.960	1.60 0		
53	1.00 0		1.600												0.80 0		
54	1.60 0		1.600												0.80 0		
55	1.00 0			1.600											0.80 0		



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
56	1.60 0			1.600											0.80 0		
57	1.00 0				1.600										0.80 0		
58	1.60 0				1.600										0.80 0		
59	1.00 0					1.600									0.80 0		
60	1.60 0					1.600									0.80 0		
61	1.00 0						1.600								0.80 0		
62	1.60 0						1.600								0.80 0		
63	1.00 0							1.600							0.80 0		
64	1.60 0							1.600							0.80 0		
65	1.00 0								1.600						0.80 0		
66	1.60 0								1.600						0.80 0		
67	1.00 0									1.600					0.80 0		
68	1.60 0									1.600					0.80 0		
69	1.00 0										1.600				0.80 0		
70	1.60 0										1.600				0.80 0		
71	1.00 0											1.600			0.80 0		
72	1.60 0											1.600			0.80 0		
73	1.00 0												1.600		0.80 0		
74	1.60 0												1.600		0.80 0		
75	1.00 0													1.600	0.80 0		
76	1.60 0													1.600	0.80 0		
77	1.00 0															1.600	
78	1.60 0															1.600	
79	1.00 0		0.960													1.600	
80	1.60 0		0.960													1.600	
81	1.00 0			0.960												1.600	
82	1.60 0			0.960												1.600	
83	1.00 0				0.960											1.600	
84	1.60 0				0.960											1.600	
85	1.00 0					0.960										1.600	
86	1.60 0					0.960										1.600	
87	1.00 0						0.960									1.600	
88	1.60 0						0.960									1.600	
89	1.00 0							0.960								1.600	
90	1.60 0							0.960								1.600	
91	1.00 0								0.960							1.600	
92	1.60 0								0.960							1.600	
93	1.00 0									0.960						1.600	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
94	1.60 0									0.960						1.600	
95	1.00 0										0.960					1.600	
96	1.60 0										0.960					1.600	
97	1.00 0											0.960				1.600	
98	1.60 0											0.960				1.600	
99	1.00 0												0.960			1.600	
100	1.60 0												0.960			1.600	
101	1.00 0													0.960		1.600	
102	1.60 0													0.960		1.600	
103	1.00 0		1.600													0.800	
104	1.60 0		1.600													0.800	
105	1.00 0			1.600												0.800	
106	1.60 0			1.600												0.800	
107	1.00 0				1.600											0.800	
108	1.60 0				1.600											0.800	
109	1.00 0					1.600										0.800	
110	1.60 0					1.600										0.800	
111	1.00 0						1.600									0.800	
112	1.60 0						1.600									0.800	
113	1.00 0							1.600								0.800	
114	1.60 0							1.600								0.800	
115	1.00 0								1.600							0.800	
116	1.60 0								1.600							0.800	
117	1.00 0									1.600						0.800	
118	1.60 0									1.600						0.800	
119	1.00 0										1.600					0.800	
120	1.60 0										1.600					0.800	
121	1.00 0											1.600				0.800	
122	1.60 0											1.600				0.800	
123	1.00 0												1.600			0.800	
124	1.60 0												1.600			0.800	
125	1.00 0													1.600		0.800	
126	1.60 0													1.600		0.800	
127	1.00 0																1.600
128	1.60 0																1.600
129	1.00 0		0.960														1.600
130	1.60 0		0.960														1.600
131	1.00 0			0.960													1.600



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
132	1.60 0			0.960													1.600
133	1.00 0				0.960												1.600
134	1.60 0				0.960												1.600
135	1.00 0					0.960											1.600
136	1.60 0					0.960											1.600
137	1.00 0						0.960										1.600
138	1.60 0						0.960										1.600
139	1.00 0							0.960									1.600
140	1.60 0							0.960									1.600
141	1.00 0								0.960								1.600
142	1.60 0								0.960								1.600
143	1.00 0									0.960							1.600
144	1.60 0									0.960							1.600
145	1.00 0										0.960						1.600
146	1.60 0										0.960						1.600
147	1.00 0											0.960					1.600
148	1.60 0											0.960					1.600
149	1.00 0												0.960				1.600
150	1.60 0												0.960				1.600
151	1.00 0													0.960			1.600
152	1.60 0													0.960			1.600
153	1.00 0		1.600														0.800
154	1.60 0		1.600														0.800
155	1.00 0			1.600													0.800
156	1.60 0			1.600													0.800
157	1.00 0				1.600												0.800
158	1.60 0				1.600												0.800
159	1.00 0					1.600											0.800
160	1.60 0					1.600											0.800
161	1.00 0						1.600										0.800
162	1.60 0						1.600										0.800
163	1.00 0							1.600									0.800
164	1.60 0							1.600									0.800
165	1.00 0								1.600								0.800
166	1.60 0								1.600								0.800
167	1.00 0									1.600							0.800
168	1.60 0									1.600							0.800
169	1.00 0										1.600						0.800



Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
170	1.60 0										1.600						0.800
171	1.00 0											1.600					0.800
172	1.60 0											1.600					0.800
173	1.00 0												1.600				0.800
174	1.60 0												1.600				0.800
175	1.00 0													1.600			0.800
176	1.60 0													1.600			0.800
177	1.00 0	1.60 0															
178	1.60 0	1.60 0															

■ E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000																

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	0.80 0																
2	1.35 0																
3	0.80 0		1.500														
4	1.35 0		1.500														
5	0.80 0			1.500													
6	1.35 0			1.500													
7	0.80 0				1.500												
8	1.35 0				1.500												
9	0.80 0					1.500											
10	1.35 0					1.500											
11	0.80 0						1.500										
12	1.35 0						1.500										
13	0.80 0							1.500									
14	1.35 0							1.500									
15	0.80 0								1.500								
16	1.35 0								1.500								
17	0.80 0									1.500							
18	1.35 0									1.500							
19	0.80 0										1.500						
20	1.35 0										1.500						
21	0.80 0											1.500					
22	1.35 0											1.500					



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
23	0.80 0												1.500				
24	1.35 0												1.500				
25	0.80 0													1.500			
26	1.35 0													1.500			
27	0.80 0														1.50 0		
28	1.35 0														1.50 0		
29	0.80 0		0.900												1.50 0		
30	1.35 0		0.900												1.50 0		
31	0.80 0			0.900											1.50 0		
32	1.35 0			0.900											1.50 0		
33	0.80 0				0.900										1.50 0		
34	1.35 0				0.900										1.50 0		
35	0.80 0					0.900									1.50 0		
36	1.35 0					0.900									1.50 0		
37	0.80 0						0.900								1.50 0		
38	1.35 0						0.900								1.50 0		
39	0.80 0							0.900							1.50 0		
40	1.35 0							0.900							1.50 0		
41	0.80 0								0.900						1.50 0		
42	1.35 0								0.900						1.50 0		
43	0.80 0									0.900					1.50 0		
44	1.35 0									0.900					1.50 0		
45	0.80 0										0.900				1.50 0		
46	1.35 0										0.900				1.50 0		
47	0.80 0											0.900			1.50 0		
48	1.35 0											0.900			1.50 0		
49	0.80 0												0.900		1.50 0		
50	1.35 0												0.900		1.50 0		
51	0.80 0													0.900	1.50 0		
52	1.35 0													0.900	1.50 0		
53	0.80 0		1.500												0.75 0		
54	1.35 0		1.500												0.75 0		
55	0.80 0			1.500											0.75 0		
56	1.35 0			1.500											0.75 0		
57	0.80 0				1.500										0.75 0		
58	1.35 0				1.500										0.75 0		
59	0.80 0					1.500									0.75 0		
60	1.35 0					1.500									0.75 0		



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
61	0.80 0						1.500								0.75 0		
62	1.35 0						1.500								0.75 0		
63	0.80 0							1.500							0.75 0		
64	1.35 0							1.500							0.75 0		
65	0.80 0								1.500						0.75 0		
66	1.35 0								1.500						0.75 0		
67	0.80 0									1.500					0.75 0		
68	1.35 0									1.500					0.75 0		
69	0.80 0										1.500				0.75 0		
70	1.35 0										1.500				0.75 0		
71	0.80 0											1.500			0.75 0		
72	1.35 0											1.500			0.75 0		
73	0.80 0												1.500		0.75 0		
74	1.35 0												1.500		0.75 0		
75	0.80 0													1.500	0.75 0		
76	1.35 0													1.500	0.75 0		
77	0.80 0															1.500	
78	1.35 0															1.500	
79	0.80 0		0.900													1.500	
80	1.35 0		0.900													1.500	
81	0.80 0			0.900												1.500	
82	1.35 0			0.900												1.500	
83	0.80 0				0.900											1.500	
84	1.35 0				0.900											1.500	
85	0.80 0					0.900										1.500	
86	1.35 0					0.900										1.500	
87	0.80 0						0.900									1.500	
88	1.35 0						0.900									1.500	
89	0.80 0							0.900								1.500	
90	1.35 0							0.900								1.500	
91	0.80 0								0.900							1.500	
92	1.35 0								0.900							1.500	
93	0.80 0									0.900						1.500	
94	1.35 0									0.900						1.500	
95	0.80 0										0.900					1.500	
96	1.35 0										0.900					1.500	
97	0.80 0											0.900				1.500	
98	1.35 0											0.900				1.500	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
99	0.80 0												0.900			1.500	
100	1.35 0												0.900			1.500	
101	0.80 0													0.900		1.500	
102	1.35 0													0.900		1.500	
103	0.80 0		1.500													0.750	
104	1.35 0		1.500													0.750	
105	0.80 0			1.500												0.750	
106	1.35 0			1.500												0.750	
107	0.80 0				1.500											0.750	
108	1.35 0				1.500											0.750	
109	0.80 0					1.500										0.750	
110	1.35 0					1.500										0.750	
111	0.80 0						1.500									0.750	
112	1.35 0						1.500									0.750	
113	0.80 0							1.500								0.750	
114	1.35 0							1.500								0.750	
115	0.80 0								1.500							0.750	
116	1.35 0								1.500							0.750	
117	0.80 0									1.500						0.750	
118	1.35 0									1.500						0.750	
119	0.80 0										1.500					0.750	
120	1.35 0										1.500					0.750	
121	0.80 0											1.500				0.750	
122	1.35 0											1.500				0.750	
123	0.80 0												1.500			0.750	
124	1.35 0												1.500			0.750	
125	0.80 0													1.500		0.750	
126	1.35 0													1.500		0.750	
127	0.80 0																1.500
128	1.35 0																1.500
129	0.80 0		0.900														1.500
130	1.35 0		0.900														1.500
131	0.80 0			0.900													1.500
132	1.35 0			0.900													1.500
133	0.80 0				0.900												1.500
134	1.35 0				0.900												1.500
135	0.80 0					0.900											1.500
136	1.35 0					0.900											1.500



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
137	0.80 0						0.900										1.500
138	1.35 0						0.900										1.500
139	0.80 0							0.900									1.500
140	1.35 0							0.900									1.500
141	0.80 0								0.900								1.500
142	1.35 0								0.900								1.500
143	0.80 0									0.900							1.500
144	1.35 0									0.900							1.500
145	0.80 0										0.900						1.500
146	1.35 0										0.900						1.500
147	0.80 0											0.900					1.500
148	1.35 0											0.900					1.500
149	0.80 0												0.900				1.500
150	1.35 0												0.900				1.500
151	0.80 0													0.900			1.500
152	1.35 0													0.900			1.500
153	0.80 0		1.500														0.750
154	1.35 0		1.500														0.750
155	0.80 0			1.500													0.750
156	1.35 0			1.500													0.750
157	0.80 0				1.500												0.750
158	1.35 0				1.500												0.750
159	0.80 0					1.500											0.750
160	1.35 0					1.500											0.750
161	0.80 0						1.500										0.750
162	1.35 0						1.500										0.750
163	0.80 0							1.500									0.750
164	1.35 0							1.500									0.750
165	0.80 0								1.500								0.750
166	1.35 0								1.500								0.750
167	0.80 0									1.500							0.750
168	1.35 0									1.500							0.750
169	0.80 0										1.500						0.750
170	1.35 0										1.500						0.750
171	0.80 0											1.500					0.750
172	1.35 0											1.500					0.750
173	0.80 0												1.500				0.750
174	1.35 0												1.500				0.750



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
175	0.80 0													1.500			0.750
176	1.35 0													1.500			0.750
177	0.80 0	1.50 0															
178	1.35 0	1.50 0															

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb.	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.00 0																
2	1.00 0	1.00 0															
3	1.00 0		1.000														
4	1.00 0	1.00 0	1.000														
5	1.00 0			1.000													
6	1.00 0	1.00 0		1.000													
7	1.00 0				1.000												
8	1.00 0	1.00 0			1.000												
9	1.00 0					1.000											
10	1.00 0	1.00 0				1.000											
11	1.00 0						1.000										
12	1.00 0	1.00 0					1.000										
13	1.00 0							1.000									
14	1.00 0	1.00 0						1.000									
15	1.00 0								1.000								
16	1.00 0	1.00 0							1.000								
17	1.00 0									1.000							
18	1.00 0	1.00 0								1.000							
19	1.00 0										1.000						
20	1.00 0	1.00 0									1.000						
21	1.00 0											1.000					
22	1.00 0	1.00 0										1.000					
23	1.00 0												1.000				
24	1.00 0	1.00 0											1.000				
25	1.00 0													1.000			
26	1.00 0	1.00 0												1.000			
27	1.00 0														1.00 0		
28	1.00 0	1.00 0													1.00 0		
29	1.00 0		1.000												1.00 0		



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
30	1.00 0	1.00 0	1.000												1.00 0		
31	1.00 0			1.000											1.00 0		
32	1.00 0	1.00 0		1.000											1.00 0		
33	1.00 0				1.000										1.00 0		
34	1.00 0	1.00 0			1.000										1.00 0		
35	1.00 0					1.000									1.00 0		
36	1.00 0	1.00 0				1.000									1.00 0		
37	1.00 0						1.000								1.00 0		
38	1.00 0	1.00 0					1.000								1.00 0		
39	1.00 0							1.000							1.00 0		
40	1.00 0	1.00 0						1.000							1.00 0		
41	1.00 0								1.000						1.00 0		
42	1.00 0	1.00 0							1.000						1.00 0		
43	1.00 0									1.000					1.00 0		
44	1.00 0	1.00 0								1.000					1.00 0		
45	1.00 0										1.000				1.00 0		
46	1.00 0	1.00 0										1.000			1.00 0		
47	1.00 0												1.000		1.00 0		
48	1.00 0	1.00 0											1.000		1.00 0		
49	1.00 0													1.000	1.00 0		
50	1.00 0	1.00 0												1.000	1.00 0		
51	1.00 0														1.000	1.00 0	
52	1.00 0	1.00 0												1.000	1.00 0		
53	1.00 0															1.000	
54	1.00 0	1.00 0														1.000	
55	1.00 0		1.000													1.000	
56	1.00 0	1.00 0	1.000													1.000	
57	1.00 0			1.000												1.000	
58	1.00 0	1.00 0		1.000												1.000	
59	1.00 0				1.000											1.000	
60	1.00 0	1.00 0			1.000											1.000	
61	1.00 0					1.000										1.000	
62	1.00 0	1.00 0				1.000										1.000	
63	1.00 0						1.000									1.000	
64	1.00 0	1.00 0					1.000									1.000	
65	1.00 0							1.000								1.000	
66	1.00 0	1.00 0						1.000								1.000	
67	1.00 0								1.000							1.000	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Comb	G	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
68	1.00 0	1.00 0							1.000							1.000	
69	1.00 0									1.000						1.000	
70	1.00 0	1.00 0								1.000						1.000	
71	1.00 0										1.000					1.000	
72	1.00 0	1.00 0									1.000					1.000	
73	1.00 0											1.000				1.000	
74	1.00 0	1.00 0										1.000				1.000	
75	1.00 0												1.000			1.000	
76	1.00 0	1.00 0											1.000			1.000	
77	1.00 0													1.000		1.000	
78	1.00 0	1.00 0												1.000		1.000	
79	1.00 0																1.000
80	1.00 0	1.00 0															1.000
81	1.00 0		1.000														1.000
82	1.00 0	1.00 0	1.000														1.000
83	1.00 0			1.000													1.000
84	1.00 0	1.00 0		1.000													1.000
85	1.00 0				1.000												1.000
86	1.00 0	1.00 0			1.000												1.000
87	1.00 0					1.000											1.000
88	1.00 0	1.00 0				1.000											1.000
89	1.00 0						1.000										1.000
90	1.00 0	1.00 0					1.000										1.000
91	1.00 0							1.000									1.000
92	1.00 0	1.00 0						1.000									1.000
93	1.00 0								1.000								1.000
94	1.00 0	1.00 0							1.000								1.000
95	1.00 0									1.000							1.000
96	1.00 0	1.00 0								1.000							1.000
97	1.00 0										1.000						1.000
98	1.00 0	1.00 0									1.000						1.000
99	1.00 0											1.000					1.000
100	1.00 0	1.00 0										1.000					1.000
101	1.00 0												1.000				1.000
102	1.00 0	1.00 0											1.000				1.000
103	1.00 0													1.000			1.000
104	1.00 0	1.00 0												1.000			1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

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

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

U_x, U_y, U_z : Vector director de la recta o vector normal al plano de dependencia

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

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	Dependencias	U_x	U_y	U_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	8.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N3	0.000	20.000	0.000	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	20.000	8.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N5	0.000	10.000	10.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N6	0.000	15.587	8.883	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N7	0.000	12.646	9.471	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N8	0.000	4.413	8.883	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N9	0.000	7.354	9.471	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N10	0.000	0.000	4.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N11	0.000	20.000	4.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_v	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

2.1.2.2.- Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N10	N1/N2	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	0.70	2.00	4.000	4.000
		N10/N2	N1/N2	HE 240 B (HEB)	-	3.468	0.532	1.00	2.00	4.000	4.000
		N3/N11	N3/N4	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	0.70	2.00	4.000	4.000
		N11/N4	N3/N4	HE 240 B (HEB)	-	3.468	0.532	1.00	2.00	4.000	4.000
		N2/N8	N2/N5	IPE 360 (IPE)	0.123	4.377	-	0.00	0.00	4.500	4.500
		N8/N9	N2/N5	IPE 360 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	3.000	3.000
		N9/N5	N2/N5	IPE 360 (IPE)	-	2.698	-	0.00	0.00	2.698	2.698
		N4/N6	N4/N5	IPE 360 (IPE)	0.123	4.377	-	0.00	0.00	4.500	4.500
		N6/N7	N4/N5	IPE 360 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	3.000	3.000
		N7/N5	N4/N5	IPE 360 (IPE)	-	2.698	-	0.00	0.00	2.698	2.698
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb ^{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb ^{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior											

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2 y N3/N4
2	N2/N5 y N4/N5

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 240 B , (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70
		2	IPE 360, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.32
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N10	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(0°) H1	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(0°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(0°) H3	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(0°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(180°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(180°) H3	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(180°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N10/N2	V(0°) H3	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N2	V(0°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N2	V(180°) H3	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(180°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N10/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N2	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(0°) H1	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N11	V(0°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(0°) H3	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N11	V(0°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N11	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N11	V(180°) H1	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(180°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(180°) H3	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(180°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N11	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(0°) H3	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	V(0°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(180°) H3	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(180°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N4	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	Carga permanente	Trapezoidal	0.095	0.074	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	Carga permanente	Faja	0.057	-	2.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	Carga permanente	Faja	0.087	-	0.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	Q	Faja	0.200	-	0.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H1	Faja	0.392	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N2/N8	V(0°) H1	Faja	0.170	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(0°) H1	Faja	0.222	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(0°) H2	Faja	0.392	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(0°) H2	Faja	0.170	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(0°) H2	Faja	0.223	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H3	Faja	0.052	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H3	Faja	0.222	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H4	Faja	0.052	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(0°) H4	Faja	0.223	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(90°) H1	Faja	0.418	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(90°) H2	Faja	0.071	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(180°) H2	Faja	0.223	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(180°) H4	Faja	0.223	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	V(270°) H1	Faja	0.418	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	V(270°) H2	Faja	0.071	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N8	N(EI)	Faja	0.175	-	0.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	N(R) 1	Faja	0.087	-	0.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	N(R) 2	Faja	0.175	-	0.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Carga permanente	Uniforme	0.057	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Carga permanente	Faja	0.087	-	0.000	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Q	Faja	0.200	-	0.000	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(0°) H1	Faja	0.222	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(0°) H2	Faja	0.223	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(0°) H3	Faja	0.222	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(0°) H4	Faja	0.223	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(90°) H1	Faja	0.418	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(90°) H2	Faja	0.071	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(180°) H2	Faja	0.223	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(180°) H4	Faja	0.223	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N8/N9	V(270°) H1	Faja	0.418	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V(270°) H2	Faja	0.071	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	N(EI)	Faja	0.175	-	0.000	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	N(R) 1	Faja	0.087	-	0.000	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	N(R) 2	Faja	0.175	-	0.000	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Carga permanente	Faja	0.057	-	0.000	1.548	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Carga permanente	Trapezoidal	0.074	0.095	1.548	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Carga permanente	Faja	0.087	-	0.000	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Q	Faja	0.200	-	0.000	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(0°) H1	Faja	0.222	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(0°) H2	Faja	0.223	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(0°) H3	Faja	0.222	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(0°) H4	Faja	0.223	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(90°) H1	Faja	0.418	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(90°) H2	Faja	0.071	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H1	Faja	0.231	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H2	Faja	0.231	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H2	Faja	0.223	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(180°) H4	Faja	0.223	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	V(270°) H1	Faja	0.418	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	V(270°) H2	Faja	0.071	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N5	N(EI)	Faja	0.175	-	0.000	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	N(R) 1	Faja	0.087	-	0.000	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	N(R) 2	Faja	0.175	-	0.000	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Carga permanente	Trapezoidal	0.095	0.074	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Carga permanente	Faja	0.057	-	2.000	4.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Carga permanente	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N4/N6	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(180°) H1	Faja	0.392	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(180°) H1	Faja	0.170	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(180°) H2	Faja	0.392	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(180°) H2	Faja	0.170	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(180°) H3	Faja	0.052	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	2.040	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(180°) H4	Faja	0.052	-	2.040	4.500	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N6	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Carga permanente	Uniforme	0.057	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Carga permanente	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	3.000	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N6/N7	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N7	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	Carga permanente	Faja	0.057	-	0.000	1.548	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	Carga permanente	Trapezoidal	0.074	0.095	1.548	2.698	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	Carga permanente	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H1	Faja	0.231	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H2	Faja	0.231	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	0.659	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.659	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	2.698	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N5	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N5	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.1.- Nudos

2.3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1.- Envolventes

Envoltura de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltura	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-43.149	-0.275	-10.198	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	28.090	0.075	2.203	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-24.359	-0.275	-3.974	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	43.149	0.059	10.198	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-28.708	-78.301	-2.415	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	28.708	25.202	2.415	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-28.024	-52.712	-3.665	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	36.152	18.727	11.411	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-29.504	-77.044	-1.277	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	30.834	25.881	7.079	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-36.152	-52.712	-11.411	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	29.513	11.216	3.586	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-30.834	-77.044	-7.079	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	29.730	20.833	2.519	0.000	0.000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-30.036	-0.153	-5.197	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	15.748	0.034	9.761	0.000	0.000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-12.247	-0.153	-9.761	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	30.036	0.026	3.908	0.000	0.000

2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

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

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

2.3.1.2.1.- Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.415	-4.334	-15.821	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.307	9.887	13.479	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.470	-1.542	-14.284	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.177	9.075	7.567	0.000	0.000
N2	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.421	-3.574	-11.517	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.415	9.887	15.821	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.249	-1.067	-6.341	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.470	9.075	14.284	0.000	0.000
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N10	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

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

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

2.3.2.1.1.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras			
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra



			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N1/N10	Acero laminado	N _{min}	-8.802	-8.671	-8.539	-8.407	-8.276	-8.144	-8.012	-7.881	-7.749
		N _{máx}	4.491	4.569	4.647	4.725	4.803	4.881	4.959	5.037	5.115
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-3.922	-3.867	-3.921	-3.975	-4.028	-4.082	-4.136	-4.190	-4.243
		Vz _{máx}	4.245	3.969	3.908	3.847	3.786	3.725	3.663	3.602	3.541
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-14.489	-12.569	-10.622	-8.648	-6.647	-4.639	-2.687	-1.241	-2.192
		My _{máx}	12.951	10.951	8.982	7.043	5.135	3.457	2.275	1.620	2.700
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.434 m	0.867 m	1.301 m	1.734 m	2.168 m	2.601 m	3.035 m	3.468 m
N10/N2	Acero laminado	N _{min}	-7.749	-7.635	-7.521	-7.406	-7.292	-7.178	-7.064	-6.950	-6.836
		N _{máx}	5.115	5.183	5.250	5.318	5.385	5.453	5.521	5.588	5.656
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-4.243	-4.290	-4.336	-4.383	-4.429	-4.476	-4.523	-4.569	-4.673
		Vz _{máx}	3.541	3.488	3.435	3.382	3.329	3.276	3.287	3.549	4.132
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-2.192	-3.715	-5.216	-6.694	-8.148	-9.580	-10.988	-12.374	-13.737
		My _{máx}	2.700	4.100	5.814	7.540	9.279	11.074	13.024	14.995	16.986
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N3/N11	Acero laminado	N _{min}	-8.802	-8.671	-8.539	-8.407	-8.276	-8.144	-8.012	-7.881	-7.749
		N _{máx}	3.778	3.856	3.934	4.013	4.091	4.169	4.247	4.325	4.403
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-4.245	-3.910	-3.682	-3.454	-3.226	-2.999	-2.771	-2.543	-2.315
		Vz _{máx}	4.029	3.867	3.921	3.975	4.028	4.082	4.136	4.190	4.243
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-11.111	-9.100	-7.202	-5.418	-3.747	-2.391	-1.614	-1.516	-2.700
		My _{máx}	14.489	12.569	10.622	8.648	6.647	4.639	2.687	1.241	1.795
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.434 m	0.867 m	1.301 m	1.734 m	2.168 m	2.601 m	3.035 m	3.468 m
N11/N4	Acero laminado	N _{min}	-7.749	-7.635	-7.521	-7.406	-7.292	-7.178	-7.064	-6.950	-6.836
		N _{máx}	4.403	4.470	4.538	4.606	4.673	4.741	4.809	4.876	4.944
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-2.315	-2.118	-2.240	-2.502	-2.764	-3.026	-3.287	-3.549	-4.132

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.434 m	0.867 m	1.301 m	1.734 m	2.168 m	2.601 m	3.035 m	3.468 m
		Vz _{máx}	4.243	4.290	4.336	4.383	4.429	4.476	4.523	4.569	4.673
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-2.700	-4.100	-5.814	-7.540	-9.279	-11.074	-13.024	-14.995	-16.986
		My _{máx}	1.795	2.755	3.631	4.421	5.125	5.743	6.704	8.185	9.781
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.123 m	0.624 m	1.248 m	1.748 m	2.122 m	2.124 m	2.339 m	2.771 m	3.420 m	3.852 m	4.500 m
N2/N8	Acero laminado	N _{mín}	-6.158	-6.089	-6.012	-5.949	-5.906	-5.674	-5.660	-5.633	-5.592	-5.564	-5.523
		N _{máx}	5.307	5.294	5.283	5.272	5.265	5.094	5.099	5.109	5.123	5.133	5.148
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-5.439	-4.992	-4.552	-4.208	-3.983	-4.291	-4.169	-3.925	-3.558	-3.313	-2.947
		Vz _{máx}	4.740	4.261	3.780	3.397	3.132	3.382	3.279	3.074	2.765	2.560	2.251
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-17.821	-15.470	-12.726	-10.672	-9.218	-9.452	-8.577	-6.992	-4.818	-3.791	-3.173
		My _{máx}	14.066	11.832	9.318	7.520	6.300	6.472	5.756	4.845	4.145	4.360	5.934
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.643 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N8/N9	Acero laminado	N _{mín}	-5.523	-5.495	-5.482	-5.454	-5.427	-5.400	-5.372	-5.359	-5.331
		N _{máx}	5.148	5.157	5.162	5.172	5.182	5.191	5.201	5.206	5.215
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-2.947	-2.704	-2.583	-2.344	-2.123	-1.901	-1.680	-1.570	-1.363
		Vz _{máx}	2.251	2.048	1.946	1.742	1.538	1.334	1.130	1.028	0.824
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-3.173	-2.969	-3.049	-3.272	-3.781	-4.196	-4.516	-4.640	-4.834
		My _{máx}	5.934	6.806	7.192	7.862	8.398	8.822	9.141	9.250	9.367
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.387 m	0.581 m	0.968 m	1.355 m	1.547 m	1.549 m	1.691 m	2.051 m	2.339 m	2.698 m
N9/N5	Acero laminado	N _{min}	-5.331	-5.307	-5.294	-5.270	-5.245	-5.233	-5.150	-5.148	-5.137	-5.131	-5.126
		N _{máx}	5.215	5.224	5.228	5.237	5.246	5.250	5.273	5.284	5.313	5.337	5.368
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-1.363	-1.188	-1.100	-0.981	-0.936	-0.914	-1.174	-1.106	-1.040	-1.001	-0.980
		Vz _{máx}	0.824	0.720	0.693	0.781	1.035	1.161	0.872	0.873	1.031	1.210	1.474
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-4.834	-5.118	-5.233	-5.409	-5.515	-5.540	-5.726	-5.796	-5.942	-6.022	-6.076
		My _{máx}	9.367	9.416	9.450	9.439	9.323	9.227	9.411	9.386	9.263	9.102	8.857
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.387 m	0.581 m	0.968 m	1.355 m	1.547 m	1.549 m	1.691 m	2.051 m	2.339 m	2.698 m
		MZ _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.123 m	0.624 m	1.248 m	1.748 m	2.122 m	2.124 m	2.339 m	2.771 m	3.420 m	3.852 m	4.500 m
N4/N6	Acero laminado	N _{min}	-6.158	-6.089	-6.012	-5.949	-5.906	-5.674	-5.660	-5.633	-5.592	-5.564	-5.523
		N _{máx}	5.307	5.294	5.283	5.272	5.265	5.094	5.099	5.109	5.123	5.133	5.148
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-5.439	-4.992	-4.552	-4.208	-3.983	-4.291	-4.169	-3.925	-3.558	-3.313	-2.947
		Vz _{máx}	3.770	3.477	3.182	2.948	2.768	3.070	2.959	2.737	2.404	2.182	1.849
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-17.821	-15.470	-12.726	-10.672	-9.218	-9.452	-8.577	-6.992	-4.818	-4.007	-4.280
		My _{máx}	10.536	8.733	6.652	5.117	4.045	4.257	3.608	3.264	3.688	4.360	5.934
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.643 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N6/N7	Acero laminado	N _{min}	-5.523	-5.495	-5.482	-5.454	-5.427	-5.400	-5.372	-5.359	-5.331
		N _{máx}	5.148	5.157	5.162	5.172	5.182	5.191	5.201	5.206	5.215
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-2.947	-2.704	-2.583	-2.344	-2.123	-1.901	-1.680	-1.570	-1.363
		Vz _{máx}	1.849	1.628	1.518	1.298	1.077	0.857	0.649	0.619	0.558
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-4.280	-4.588	-4.901	-5.457	-5.918	-6.284	-6.556	-6.657	-6.787
		My _{máx}	5.934	6.806	7.192	7.862	8.398	8.822	9.141	9.250	9.367
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.387 m	0.581 m	0.968 m	1.355 m	1.547 m	1.549 m	1.691 m	2.051 m	2.339 m	2.698 m
N7/N5	Acero laminado	N _{min}	-5.331	-5.307	-5.294	-5.270	-5.245	-5.233	-5.150	-5.148	-5.137	-5.131	-5.126
		N _{máx}	5.215	5.224	5.228	5.237	5.246	5.250	5.273	5.284	5.313	5.337	5.368
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-1.363	-1.188	-1.100	-1.037	-1.121	-1.163	-1.174	-1.106	-1.109	-1.153	-1.240
		Vz _{máx}	0.558	0.583	0.619	0.781	1.035	1.161	0.800	0.847	1.031	1.210	1.474
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-6.787	-6.823	-6.813	-6.731	-6.564	-6.450	-6.627	-6.589	-6.451	-6.297	-6.048
		My _{máx}	9.367	9.416	9.450	9.439	9.323	9.227	9.411	9.386	9.263	9.102	8.857
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

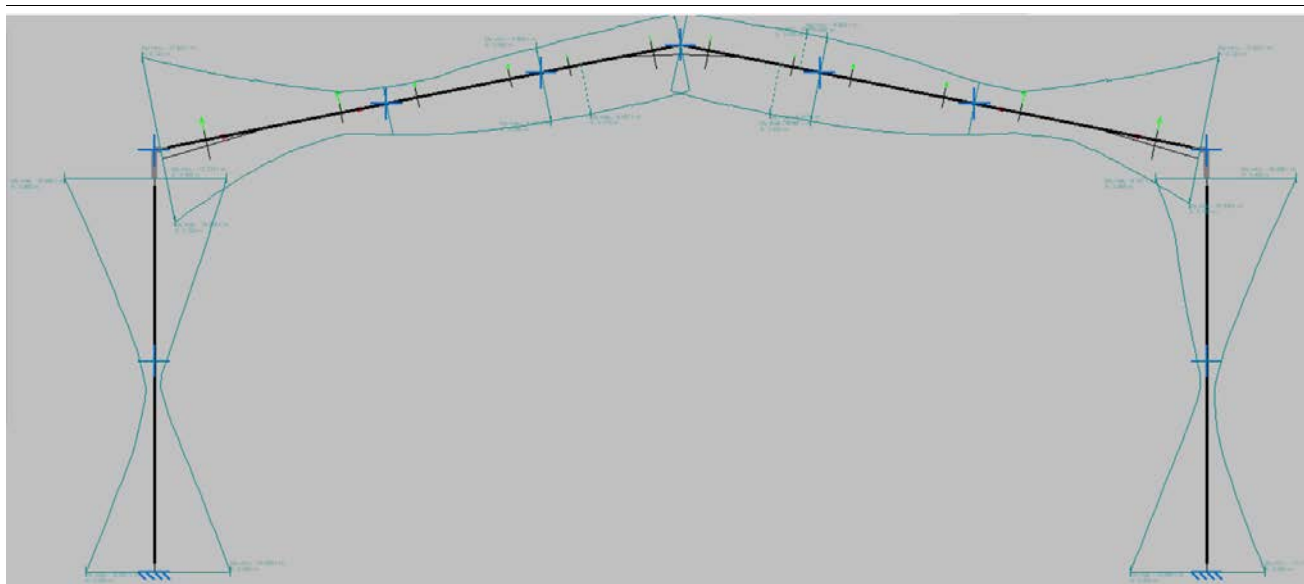
Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N10	65.91	0.000	-8.440	0.000	-3.814	0.000	-14.489	0.000	GV	Cumple
N10/N2	74.90	3.468	-6.473	0.000	-4.673	0.000	16.986	0.000	GV	Cumple
N3/N11	65.91	0.000	-8.440	0.000	3.814	0.000	14.489	0.000	GV	Cumple
N11/N4	74.90	3.468	-6.473	0.000	4.673	0.000	-16.986	0.000	GV	Cumple
N2/N8	71.55	0.123	-6.158	0.000	-4.890	0.000	-17.821	0.000	GV	Cumple
N8/N9	48.26	3.000	-4.969	0.000	-0.116	0.000	9.367	0.000	GV	Cumple
N9/N5	46.19	0.774	-4.393	0.000	0.029	0.000	9.457	0.000	GV	Cumple
N4/N6	71.55	0.123	-6.158	0.000	-4.890	0.000	-17.821	0.000	GV	Cumple
N6/N7	48.26	3.000	-4.969	0.000	-0.116	0.000	9.367	0.000	GV	Cumple
N7/N5	46.19	0.774	-4.393	0.000	0.029	0.000	9.457	0.000	GV	Cumple



Representación del diagrama de momentos y M_y del pórtico tipología solución 1

2.3.2.3.- Flechas

Referencias:

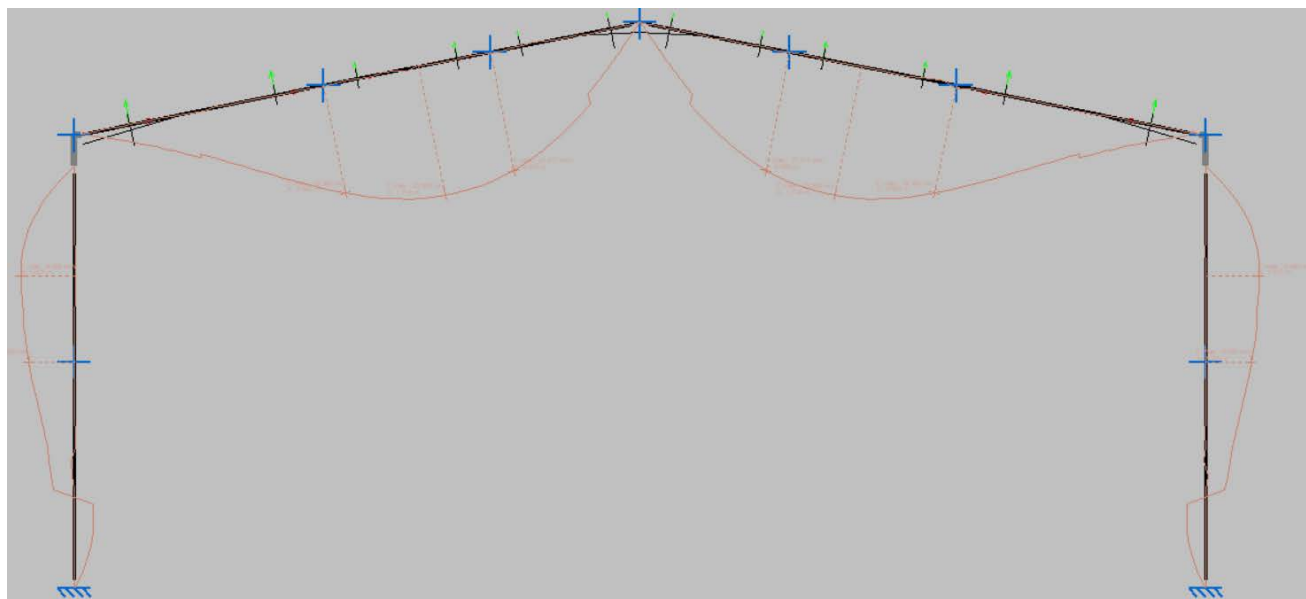
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	6.384	0.00	5.517	9.46	6.384	0.00	5.517	13.14
	-	L/(>1000)	5.517	L/513.0	-	L/(>1000)	5.734	L/526.9
N3/N4	6.384	0.00	5.517	9.46	6.384	0.00	5.517	11.57
	-	L/(>1000)	5.517	L/513.0	-	L/(>1000)	5.517	L/513.1
N2/N5	4.377	0.00	6.091	23.21	4.377	0.00	6.091	28.81
	-	L/(>1000)	8.926	L/358.2	-	L/(>1000)	8.926	L/361.3
N4/N5	4.377	0.00	6.091	23.21	4.377	0.00	6.091	32.57
	-	L/(>1000)	8.926	L/429.1	-	L/(>1000)	8.926	L/430.4

En la tabla se muestra el listado del cypemetal 3d sobre el cálculo de las flechas de las diferentes barras que forman el pórtico. Las barras que forman la jácena: (N2-N5) y (N4-N5) cumplen la limitación de flecha a $L/300$ tanto en xy como en xz.

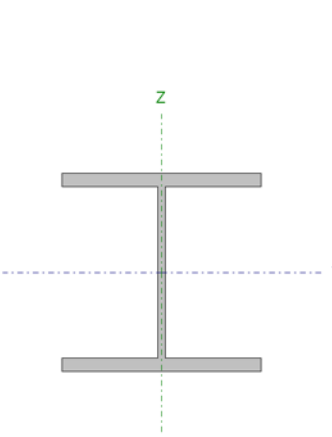
En el caso de las barras N1/N2 y N3/N4 que son los pilares del pórtico la limitación de flecha es de $L/250$ tanto para la dirección xy como en xz. En ambos casos se puede comprobar que esta limitación la cumple.



Representación de la envolvente de flechas del pórtico tipología solución 1.

2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N10

Perfil: HE 240 B							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N1	N10	4.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo			Pandeo lateral		
		Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.70		2.00	1.00	1.00	
	L _K	2.800		8.000	4.000	4.000	
C _m	1.000		1.000	1.000	1.000		
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							

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

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

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

$$\bar{\lambda} : 0.88$$



Donde:

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

Clase : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 371.714 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 371.714 t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1057.188 t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 1040.885 t

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 11260.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 3923.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 102.70 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 486900.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 8.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 2.800 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 4.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 11.97 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$i_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.019}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{5.115} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.032}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.048}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{8.802} \text{ t}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 106.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

N_{b,Rd} : 184.213 t

Donde:

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

A : 106.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.68

χ_z : 0.83

χ_T : 0.83

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

φ_y : 1.00

φ_z : 0.71

φ_T : 0.72

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

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

λ̄_y : 0.88

λ̄_z : 0.52

λ̄_T : 0.52

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

N_{cr} : 371.714 t

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

N_{cr,y} : 371.714 t

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

N_{cr,z} : 1057.188 t

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

N_{cr,T} : 1040.885 t

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.535}$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.595}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{12.951} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{14.489} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{27.090} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

$$M_{b,Rd} : \underline{24.361} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.90}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\phi_{LT} : 0.70$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : 0.21$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT} : 0.57$$

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

$$M_{cr} : 86.041 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

Siendo:

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

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

$$M_{LTv} : 66.278 \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : 54.866 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : 938.33 \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 3923.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 102.70 \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : 4.000 \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : 4.000 \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : 1.00$$

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

$$i_{f,z}^+ : 6.65 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 6.65 \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.119$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.245} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{35.648} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.60 < 65.92$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{max} : \underline{65.92}$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$4.245 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.245} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{35.648} \text{ t}$$

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.566}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.659}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.630}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{8.440} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{14.489} \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.000} \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.090} \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{12.822} \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra com-

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

primida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

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

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

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

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

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{vd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.03}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.68}$$

$$\chi_z : \underline{0.83}$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.90}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.88}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.52}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$4.245 \leq 17.824$$

Donde:

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

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

$$V_{Ed,z} : \underline{4.245} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{35.648} \text{ t}$$

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

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



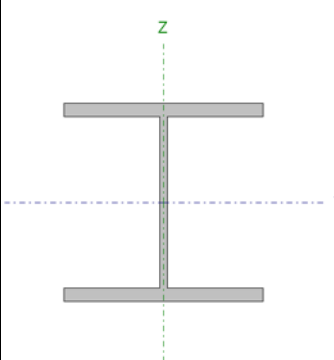
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N10/N2

Perfil: HE 240 B						
Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	N10	N2	4.000	106.00	11260.00	3923.00
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme					
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β		1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
L _K		4.000	8.000	4.000	4.000	4.000
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

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

Clase : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 371.714 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 371.714 t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 518.022 t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 1040.885 t

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 11260.00 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	<u>3923.00</u>	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	<u>102.70</u>	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w :	<u>486900.00</u>	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>2140673</u>	kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G :	<u>825688</u>	kp/cm ²
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	<u>8.000</u>	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	<u>4.000</u>	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	<u>4.000</u>	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o :	<u>11.97</u>	cm
$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$			
Siendo:			
i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	<u>10.31</u>	cm
	i_z :	<u>6.08</u>	cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o :	<u>0.00</u>	mm
	z_o :	<u>0.00</u>	mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.021}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{5.656} \text{ t}$$

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

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma_{Mo}} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.028$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.042$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 7.749 \text{ t}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : 272.705 \text{ t}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$N_{b,Rd} : 184.213 \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : 0.68$$

$$\chi_z : 0.70$$

$$\chi_T : 0.83$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : 1.00$$

$$\phi_z : 0.91$$

$$\phi_T : 0.72$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.88$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.74$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.52$$

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

$$N_{cr} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : 518.022 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,T} : 1040.885 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.627$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.697$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 16.986 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 13.737 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 27.090 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:



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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

$M_{b,Rd}$: 24.361 t·m

Donde:

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

$W_{pl,y}$: 1053.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

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

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

χ_{LT} : 0.90

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Φ_{LT} : 0.70

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

α_{LT} : 0.21

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

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.57

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

M_{cr} : 86.041 t·m

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTV} : 66.278 t·m

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{r,z}^2$$

M_{LTW} : 54.866 t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$W_{el,y}$: 938.33 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 3923.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 102.70 cm⁴

E : Módulo de elasticidad.

E : 2140673 kp/cm²

G : Módulo de elasticidad transversal.

G : 825688 kp/cm²

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 4.000 m



L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{4.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

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

$$i_{f,z}^+ : \underline{6.65} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{6.65} \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.131}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.673} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{35.648} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.60 < 65.92$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.60}$$



$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{65.92}$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$4.243 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{4.243} \text{ t}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{35.648} \text{ t}$$

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.651}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.749$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.729$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : 6.473 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : 16.986 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : 0.000 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$N_{pl,Rd} : 272.705 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.090 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 12.822 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 498.40 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.02$$

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

$$k_z : 1.03$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

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

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

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

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

$$\chi_y : 0.68$$

$$\chi_z : 0.70$$

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

$$\chi_{LT} : 0.90$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.88$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.74$$

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

α_y : 0.60
 α_z : 0.60

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$4.243 \leq 17.824$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{4.243} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{35.648} \text{ t}$$

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

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

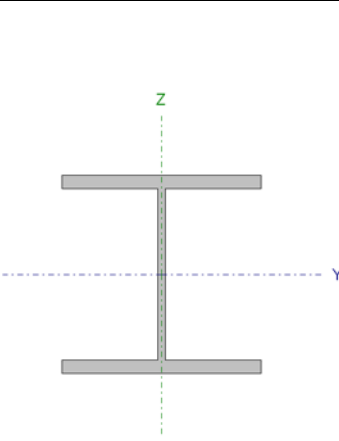
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N3/N11

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N3	N11	4.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.70	2.00	1.00	1.00			
L _K	2.800	8.000	4.000	4.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

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

Clase : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 371.714 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 371.714 t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1057.188 t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 1040.885 t

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 11260.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{486900.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{8.000} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{2.800} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{4.000} \text{ m}$$

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{11.97} \text{ cm}$$

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

y_o , z_o: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{4.403} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.032$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.048$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 8.802 \text{ t}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : 272.705 \text{ t}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$N_{b,Rd} : 184.213 \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : 0.68$$

$$\chi_z : 0.83$$

$$\chi_T : 0.83$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : 1.00$$

$$\phi_z : 0.71$$

$$\phi_T : 0.72$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

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

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

$$\begin{aligned}\bar{\lambda}_y &: 0.88 \\ \bar{\lambda}_z &: 0.52 \\ \bar{\lambda}_T &: 0.52\end{aligned}$$

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

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

$$N_{cr} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : 1057.188 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : 1040.885 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.535$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.595$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 14.489 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 11.111 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 27.090 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

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

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

$$M_{b,Rd} : \underline{24.361} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.90}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.70}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.57}$$

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

$$M_{cr} : \underline{86.041} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

Siendo:

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

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

$$M_{LTv} : \underline{66.278} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{LTw} : \underline{54.866} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{938.33} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{4.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{4.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la

$$i_{f,z}^+ : \underline{6.65} \text{ cm}$$

sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z} : \underline{6.65} \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.119}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.245} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{35.648} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$\underline{20.60} < \underline{65.92}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{65.92}$$

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

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

4.245 ≤ 17.824

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

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

V_{Ed} : 4.245 t

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

$V_{c,Rd}$: 35.648 t

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.566



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.659



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.630



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{8.440 \text{ t}}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{14.489 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{272.705 \text{ t}}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.090 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{12.822 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00 \text{ cm}^2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{498.40 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69 \text{ kp/cm}^2}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.03}$$

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

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

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

$$\chi_y : \underline{0.68}$$

$$\chi_z : \underline{0.83}$$

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.90}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.88}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.52}$$

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

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$4.245 \leq 17.824$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{4.245} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{35.648} \text{ t}$$

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

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

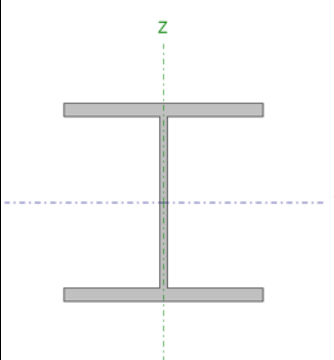
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N11/N4

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	N11	N4	4.000	106.00	11260.00	3923.00
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme					
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	β		1.00	2.00	1.00	1.00
	L _K		4.000	8.000	4.000	4.000
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.88



Donde:

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

Clase : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 371.714 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 371.714 t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 518.022 t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 1040.885 t

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 11260.00 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{486900.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{8.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{4.000} \text{ m}$$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{11.97} \text{ cm}$$

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.018}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{4.944} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.028$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.042$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 7.749 \text{ t}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : 272.705 \text{ t}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$N_{b,Rd} : 184.213 \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : 0.68$$

$$\chi_z : 0.70$$

$$\chi_T : 0.83$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : 1.00$$

$$\phi_z : 0.91$$

$$\phi_T : 0.72$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.88$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.74$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.52$$

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

$$N_{cr} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : 371.714 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : 518.022 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,T} : 1040.885 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.627$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.697$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 9.781 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 16.986 \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 27.090 \text{ t·m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

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

$$M_{b,Rd} : \underline{24.361} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.90}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.70}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.57}$$

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

$$M_{cr} : \underline{86.041} \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{66.278} \text{ t} \cdot \text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{r,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{54.866} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{938.33} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{4.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{4.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

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

$$i_{f,z}^+ : \underline{6.65} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{6.65} \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.131}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{4.673} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{35.648} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.60 < 65.92$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{65.92}$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{2395.51 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$f_y : \underline{2701.33 \text{ kp/cm}^2}$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$4.243 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{4.243 \text{ t}}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{35.648 \text{ t}}$$

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.651}$$



$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.749}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.729$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.468 m del nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 6.473 \text{ t}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : 16.986 \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : 0.000 \text{ t·m}$$

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

$$\text{Clase} : 1$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 272.705 \text{ t}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.090 \text{ t·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 12.822 \text{ t·m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 498.40 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.02$$

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

$$k_z : 1.03$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

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

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

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

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

$$\chi_y : 0.68$$

$$\chi_z : 0.70$$

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

$$\chi_{LT} : 0.90$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.88$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.74$$

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

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$4.243 \leq 17.824$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{4.243}{t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{35.648}{t}$$

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

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

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N2/N8

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N2	N8	4.500	119.43	69888.64	1564.30	54.29	0.00	163.49

Notas:

⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N2)

⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	1.00	1.00
L _K	0.000	0.000	4.500	4.500
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 1.08



Donde:

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

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 116.11 cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 279.814 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 279.814 t

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{74263.47} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1564.38} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{54.60} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1250136.35} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{4.500} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{25.05} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{24.79} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.60} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.122 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8 · G + 1.5 · V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{5.265} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.031 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.122 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

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

$N_{c,Ed}$: 5.906 t

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

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

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

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

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

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

$N_{b,Rd}$: 128.915 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_T : 0.69

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_T : 0.98$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_T : 0.34$$

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

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

$$\bar{\lambda}_T : 0.86$$

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

$$N_{cr} : 266.788 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : \infty$$

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

$$N_{cr,z} : \infty$$

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

$$N_{cr,T} : 266.788 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.320$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.715$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.123 m del nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 14.066 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.123 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 17.821 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}^+ : 55.640 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{c,Rd}^- : 55.640 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase}^+ : 3$$

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$\text{Clase}^- : 4$$

$$W_{el,y}^+ : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$W_{ef,v}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente

$$W_{ef,v}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{el,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 29.073 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{ef,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 24.909 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$W_{el,y}^+ : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$W_{ef,y}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

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

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

$$\chi_{LT}^+ : 0.52$$

$$\chi_{LT}^- : 0.45$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : 1.29$$

$$\Phi_{LT}^- : 1.47$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : 0.34$$

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

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 1.12$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 1.26$$

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

$$M_{cr}^+ : 46.454 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{cr}^- : 36.917 \text{ t} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : 27.127 \text{ t} \cdot \text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

E: Módulo de elasticidad.

G: Módulo de elasticidad transversal.

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

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

$$M_{LTW}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^+ : 37.711 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : 36.917 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,v}^+ : 2128.87 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,v}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$$I_z : 1564.38 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 54.60 \text{ cm}^4$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_c^+ : 4.500 \text{ m}$$

$$L_c^- : 4.500 \text{ m}$$

$$C_1 : 1.00$$

$$i_{f,z}^+ : 4.12 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 4.12 \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.097$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.124 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : 4.291 \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 44.392 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 28.80 \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : 360.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 41.83 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 41.83

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{max} : Esbeltez máxima.

λ_{max} : 64.71

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

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 5.439 \leq 43.478$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

V_{Ed} : 5.439 t

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

$V_{c,Rd}$: 86.956 t

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.377$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.639$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.395$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.124 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : 5.674 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : 9.452 \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : 0.000 \text{ t·m}$$

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$N_{pl,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.205 \text{ t·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 5.102 \text{ t·m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 191.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.00$$

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

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.60$$

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

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

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

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 1.00$$

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

$$\chi_{LT} : 0.57$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

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

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$5.439 \leq 43.478$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 5.439 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 86.956 \text{ t}$$

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

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

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

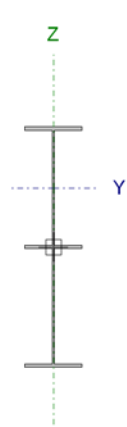
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N9

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)

Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm4)	I _z ⁽²⁾ (cm4)	I _t ⁽³⁾ (cm4)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N8	N9	3.000	121.06	74786.60	1564.39	54.64	0.00	173.65

Notas:

⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N8)

⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	1.00	1.00
L _K	0.000	0.000	3.000	3.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.67



Donde:

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

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

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

N_{cr,y}: ∞

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

N_{cr,z}: ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T}: 438.529 t

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 16270.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 1043.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 37.32 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 313600.00 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 3.000 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 15.43 \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 14.96 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.79 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.027$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : 5.215 \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.029 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.037 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$N_{c,Ed}$: 5.523 t

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

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

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

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

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

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

$N_{b,Rd}$: 150.108 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_T : 0.80

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

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

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

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

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

$$\phi_T : 0.80$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.67$$

$$N_{cr} : 438.529 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

$$N_{cr,z} : \infty$$

$$N_{cr,T} : 438.529 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.344$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.457$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 9.367 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 4.834 \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 27.205 \text{ t·m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

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

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

$$M_{b,Rd} : \underline{20.498} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.75}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.88}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.75}$$

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

$$M_{cr} : \underline{50.495} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{27.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{42.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{903.89} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.32} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la

$$C_1 : \underline{1.00}$$

forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

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

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.47} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.47} \text{ cm}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.066}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{2.947} \text{ t}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{44.392} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{28.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{360.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$\underline{41.83} < \underline{64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{41.83}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 2395.51 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$2.947 \leq 22.196$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{\text{Ed}} : 2.947 \text{ t}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : 44.392 \text{ t}$$

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

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : 0.370 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.483 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,\text{LT}} \cdot \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.300 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.969 \text{ t}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{9.367 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{194.093 \text{ t}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.205 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.102 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{72.70 \text{ cm}^2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{191.10 \text{ cm}^3}$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

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

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

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

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.75}$$

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

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

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.947 \leq 22.196$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{2.947}{t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{44.392}{t}$$

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

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

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

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

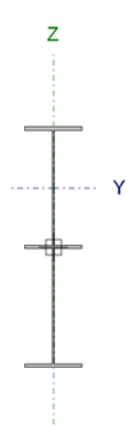
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N9/N5

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)

Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm4)	I _z ⁽²⁾ (cm4)	I _t ⁽³⁾ (cm4)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N9	N5	2.698	121.06	74786.60	1564.39	54.64	0.00	173.65

Notas:

⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N9)

⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	1.00	1.00
L _K	0.000	0.000	2.698	2.698
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.71



Donde:

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

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 116.06 cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 650.310 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 650.310 t

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{73878.50} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1564.37} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{54.57} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1244464.51} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{2.698} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{24.99} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{24.73} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.60} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.549 m del nudo N9, para la combinación de acciones 0.8 · G + 1.5 · V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{5.273} \text{ t}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.028 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.034 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

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

$N_{c,Ed}$: 5.331 t

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

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

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

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

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

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

$N_{b,Rd}$: 155.055 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_T : 0.83

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_T : 0.76$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_T : 0.34$$

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

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

$$\bar{\lambda}_T : 0.62$$

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

$$N_{cr} : 511.608 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : \infty$$

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

$$N_{cr,z} : \infty$$

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

$$N_{cr,T} : 511.608 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.348$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.439$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 9.457 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 5.330 \text{ t·m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 27.205 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{21.529} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.79}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.82}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.69}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{60.640} \text{ t} \cdot \text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv} : \underline{30.542} \text{ t} \cdot \text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot I_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{52.386} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{903.89} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.32} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 2.698 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 2.698 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 4.47 cm

$i_{f,z}^-$: 4.47 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.031



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.363 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 44.392 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 28.80 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 360.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

41.83 < 64.71

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 41.83

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{2395.51 \text{ kp/cm}^2}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$1.363 \leq 22.196$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{1.363 \text{ t}}$$

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{44.392 \text{ t}}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.370} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.462} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_{y,\text{LT}} \cdot \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : 0.286$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 4.393 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : 9.457 \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : 0.000 \text{ t·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.205 \text{ t·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 5.102 \text{ t·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 191.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.60$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.79$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$



Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.363 \leq 22.196$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.363} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{44.392} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

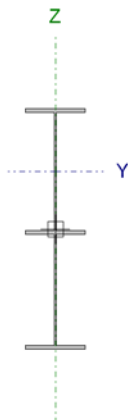
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N4/N6

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)

Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm4)	I _z ⁽²⁾ (cm4)	I _t ⁽³⁾ (cm4)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N4	N6	4.500	119.43	69888.64	1564.30	54.29	0.00	163.49

Notas:

⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N4)

⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	1.00	1.00
L _K	0.000	0.000	4.500	4.500
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.08



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 116.11 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 279.814 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 279.814 t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{74263.47} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1564.38} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{54.60} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1250136.35} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{4.500} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{25.05} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{24.79} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.60} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.122 m del nudo N4, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{5.265} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.031 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.122 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 5.906 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 128.915 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_T : 0.69

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_T : 0.98$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_T : 0.34$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.86$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 266.788 \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \infty$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \infty$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 266.788 \text{ t}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.320 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.715 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.123 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 10.536 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.123 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 17.821 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{el,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : 55.640 \text{ t·m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{el,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : 55.640 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : 3$$

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$\text{Clase}^- : 4$$

$$W_{el,y}^+ : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$W_{ef,y}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente

$$W_{ef,y}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{el,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 29.073 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{ef,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 24.909 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

$W_{el,y}^+$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$W_{el,y}^+ : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$W_{ef,y}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : 0.52$$

$$\chi_{LT}^- : 0.45$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : 1.29$$

$$\Phi_{LT}^- : 1.47$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : 0.34$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{el,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 1.12$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{ef,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 1.26$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : 46.454 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{cr}^- : 36.917 \text{ t} \cdot \text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : 27.127 \text{ t} \cdot \text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

E: Módulo de elasticidad.

G: Módulo de elasticidad transversal.

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$M_{LTW}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^+ : 37.711 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : 36.917 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,v}^+ : 2128.87 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,v}^- : 2084.09 \text{ cm}^3$$

$$I_z : 1564.38 \text{ cm}^4$$

$$I_t : 54.60 \text{ cm}^4$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

$$L_c^+ : 4.500 \text{ m}$$

$$L_c^- : 4.500 \text{ m}$$

$$C_1 : 1.00$$

$$i_{f,z}^+ : 4.12 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 4.12 \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.097$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.124 m del nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 4.291 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : 44.392 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 28.80 \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : 360.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 41.83 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 41.83

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{max} : Esbeltez máxima.

λ_{max} : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 5.439 \leq 43.478$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 5.439 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 86.956 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.377$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.639$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.395$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.124 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 5.674 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : 9.452 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} : 0.000 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.205 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 5.102 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 191.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.60$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.57$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$5.439 \leq 43.478$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 5.439 \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 86.956 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

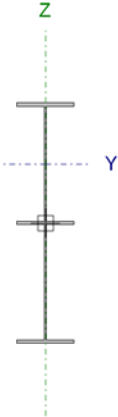
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N6/N7

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)

Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
N6	N7	3.000	121.06	74786.60	1564.39	54.64	0.00	173.65

Notas:

⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del per-
fil (N6)

⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	1.00	1.00
L _K	0.000	0.000	3.000	3.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.67



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,y}: ∞

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

N_{cr,z}: ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T}: 438.529 t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 16270.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 1043.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 37.32 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 313600.00 \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 0.000 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 3.000 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 15.43 \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 14.96 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.79 \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.027$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 5.215 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.029



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.037



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 5.523 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 150.108 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_T : 0.80

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\phi_T : 0.80$$

$$\alpha_T : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.67$$

$$N_{cr} : 438.529 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \infty$$

$$N_{cr,z} : \infty$$

$$N_{cr,T} : 438.529 \text{ t}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.344$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.457$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 9.367 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 6.787 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 27.205 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{20.498} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.75}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.88}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.75}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{50.495} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{27.468} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{42.370} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{903.89} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.32} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la

$$C_1 : \underline{1.00}$$

forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.47} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.47} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.066}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.947} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{44.392} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{28.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{360.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$\underline{41.83} < \underline{64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{41.83}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 2395.51 \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$2.947 \leq 22.196$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : 2.947 \text{ t}$$

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{\text{c,Rd}} : 44.392 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : 0.370$$



$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.483$$



$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,\text{LT}} \cdot \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.300$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.969 \text{ t}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{9.367 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{194.093 \text{ t}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.205 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.102 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{72.70 \text{ cm}^2}$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{191.10 \text{ cm}^3}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.75}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo} **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.947 \leq 22.196$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{2.947}{t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{44.392}{t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

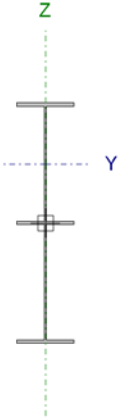
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N7/N5

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 1.15 m.)									
Material: Acero (S275)									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽²⁾ (cm4)	I _z ⁽²⁾ (cm4)	I _t ⁽³⁾ (cm4)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
	N7	N5	2.698	121.06	74786.60	1564.39	54.64	0.00	173.65
	Notas:								
	⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N7)								
	⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado								
	⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme								
	⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo				Pandeo lateral			
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.	
β	0.00		0.00		1.00		1.00		
L _k	0.000		0.000		2.698		2.698		
C _m	1.000		1.000		1.000		1.000		
Notación:									
β: Coeficiente de pandeo									
L _k : Longitud de pandeo (m)									
C _m : Coeficiente de momentos									

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.71



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 116.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 650.310 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : ∞

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 650.310 t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{73878.50} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1564.37} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{54.57} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1244464.51} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{2.698} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{24.99} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{24.73} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.60} \text{ cm}$$

y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.549 m del nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{5.273} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.028 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.034 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 5.331 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 187.566 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 155.055 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 70.26 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

χ_T : 0.83

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_T : \underline{0.76}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_T : \underline{0.62}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{511.608 \text{ t}}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{511.608 \text{ t}}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.348} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.439} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{9.457 \text{ t·m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{6.782 \text{ t·m}}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{27.205 \text{ t·m}}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{21.529} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT} : \underline{0.79}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT} : \underline{0.82}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.69}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{60.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv} : \underline{30.542} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot I_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{52.386} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{903.89} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.32} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 2.698 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 2.698 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 4.47 cm

$i_{f,z}^-$: 4.47 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.031



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.363 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 44.392 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 28.80 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 360.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

41.83 < 64.71

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 41.83

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$1.363 \leq 22.196$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{1.363} \text{ t}$$

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{44.392} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{N_{\text{pl,Rd}}} + \frac{M_{\text{y,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,y}}} + \frac{M_{\text{z,Ed}}}{M_{\text{pl,Rd,z}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.370} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_y \cdot \frac{C_{\text{m,y}} \cdot M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.462} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{\text{c,Ed}}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{\text{yd}}} + k_{y,\text{LT}} \cdot \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \cdot W_{\text{pl,y}} \cdot f_{\text{yd}}} + k_z \cdot \frac{C_{\text{m,z}} \cdot M_{\text{z,Ed}}}{W_{\text{pl,z}} \cdot f_{\text{yd}}} \leq 1$$

$$\eta : 0.286$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.774 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 4.393 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : 9.457 \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : 0.000 \text{ t·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 194.093 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 27.205 \text{ t·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 5.102 \text{ t·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 191.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.60$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.79$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.363 \leq 22.196$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.363} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{44.392} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.- CIMENTACIÓN

3.1.- Elementos de cimentación aislados

3.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1	Zapata cuadrada Ancho: 305.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 16Ø12c/19 Sup Y: 16Ø12c/19 Inf X: 16Ø12c/19 Inf Y: 16Ø12c/19
N3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 207.5 cm Ancho inicial Y: 177.5 cm Ancho final X: 207.5 cm Ancho final Y: 27.5 cm Ancho zapata X: 415.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 15Ø12c/13 Sup Y: 17Ø16c/24 Inf X: 15Ø12c/13 Inf Y: 17Ø16c/24

3.1.2.- Comprobación

Referencia: N1 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.8 kp/cm ² Calculado: 0.32 kp/cm ² Máximo: 3.5 kp/cm ² Calculado: 0.443 kp/cm ² Máximo: 3.5 kp/cm ² Calculado: 0.64 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 1.5 %	No procede Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 2.86 t·m Momento: 10.25 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.50 t Cortante: 9.30 t	Cumple Cumple



Referencia: N1 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 9.26 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 48 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple



Referencia: N1 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Abertura de fisuras:		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.02 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3 Dimensiones: 415 x 205 x 90 Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.8 kp/cm ² Calculado: 1.544 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.5 kp/cm ² Calculado: 0.986 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.5 kp/cm ² Calculado: 3.088 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X ⁽¹⁾		No procede
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 16.6 %	Cumple
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		



Referencia: N3		
Dimensiones: 415 x 205 x 90		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 4.20 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -16.04 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.56 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.55 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 10.42 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 48 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple



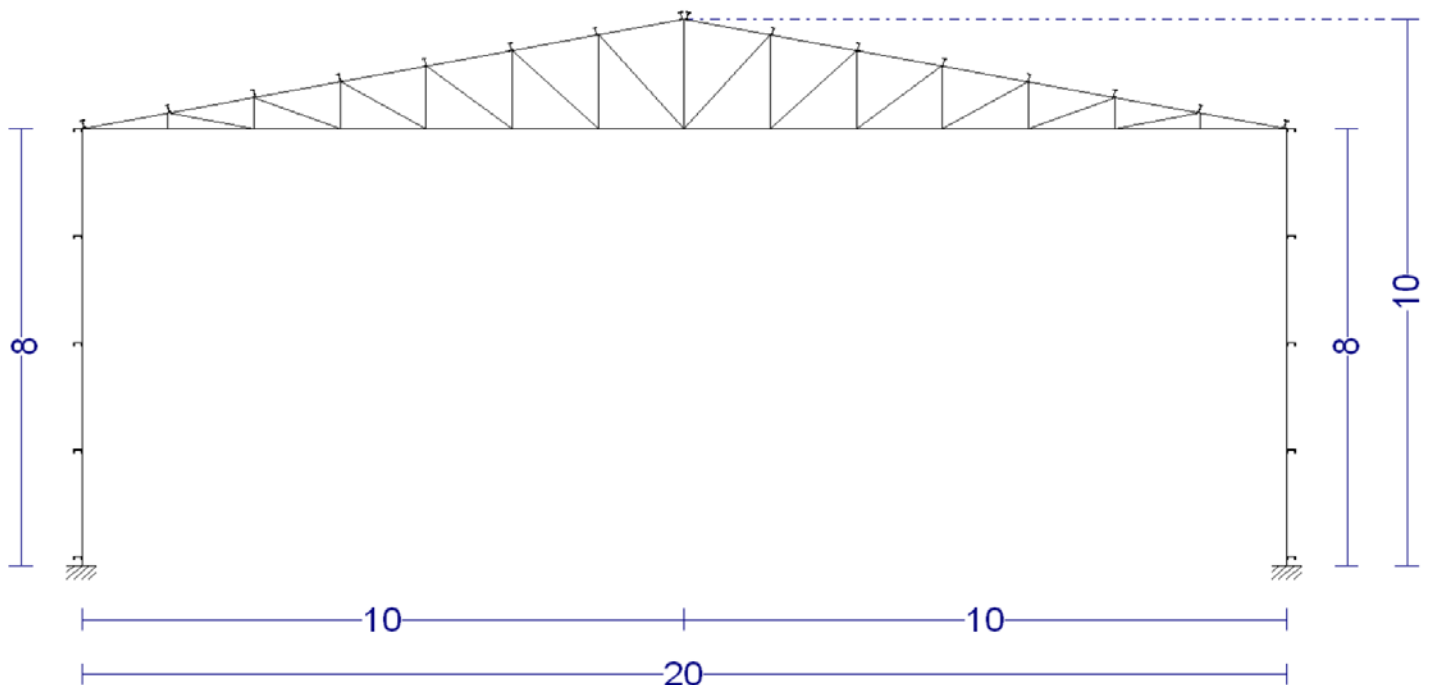
Referencia: N3 Dimensiones: 415 x 205 x 90 Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 106 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 106 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 92 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 106 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 106 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

6.2 TIPOLOGIA 2

Nave industrial con pórticos tipo cercha con tipología de cubierta tipo celosía americana materializados mediante perfiles laminados

Solución ejecutada mediante perfiles laminados de acero S 275 el dimensionamiento de la estructura se hace en base a los criterios establecidos en el código técnico de la edificación.

El pórtico tipo que se establece para la solución de la tipología 2 es pórtico rígido, en la imagen que se presenta a continuación se puede observar las dimensiones establecidas.



A continuación se procede a mostrar el listado obtenido con el generador de pórticos que utilizamos para la solución tipología 2



Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 8.71 kg/m²

- Sobrecarga del cerramiento: 40.00 kg/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 14.37 kg/m²

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Periodo de servicio (años): 100

Profundidad nave industrial: 70.00

Con huecos:

- Área izquierda: 8.00

- Altura izquierda: 6.00

- Área derecha: 0.00

- Altura derecha: 0.00

- Área frontal: 40.00

- Altura frontal: 2.50

- Área trasera: 40.00

- Altura trasera: 2.50

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior

2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior

3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior

4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior

5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior

6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior

7 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

8 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior

9 - V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

10 - V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior

11 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior

12 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior



Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 5

Altitud topográfica: 300.00 m

Cubierta sin resaltos

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

- 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico kp/cm ²	Módulo de elasticidad kp/cm ²
Aceros Laminados	S275	2803	2140673

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 10.00 m. Luz derecha: 10.00 m. Alero izquierdo: 8.00 m. Alero derecho: 8.00 m. Altura cumbrera: 10.00 m.	Celosía americana

Cargas en barras

Pórtico 6, Pórtico 7, Pórtico 8, Pórtico 9, Pórtico 10

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.11 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.08 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.15 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.15 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.11 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.37 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.37 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.30 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.30 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.53 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.40 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.06 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.20 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.20 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.20 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.23 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con presión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.80 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.80/1.00 (R)	0.09 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.39 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.17 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.20 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.20/1.00 (R)	0.05 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.22 t/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con presión interior	Uniforme	---	0.42 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.07 t/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.17 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.09 t/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

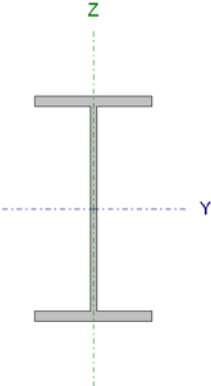
EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación por gancho

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 80.30 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 140 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.735, 5.000, 8.147	0.735, 0.000, 8.147	5.000	16.40	541.20	44.92	2.45
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.00	1.00	0.00	1.00		
	L _K	0.000	5.000	0.000	5.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.300			
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 3.33 m η = 80.3	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 8.8	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m η = 50.2	x: 0 m η = 11.4	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 80.3
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.



Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.253 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.803 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.333 m del nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.598 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 2.358 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 88.34 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : 2.358 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : 0.744 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 88.34 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\chi_{LT}^+ : \underline{1.00}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.32}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{2.01}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.65}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{cr}^- : \underline{0.909 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTv}^- : \underline{0.876 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{r,z}^2$$

$$M_{LTw}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{0.243 \text{ t} \cdot \text{m}}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{77.31 \text{ cm}^3}$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{44.92 \text{ cm}^4}$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.45 \text{ cm}^4}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673 \text{ kp/cm}^2}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688 \text{ kp/cm}^2}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.000 \text{ m}}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000 \text{ m}}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$



$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.93} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.93} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.088}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.895} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{10.142} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{6.58} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$\underline{26.85} < \underline{64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{26.85}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$



λ_{\max} : Esbeltez máxima.

λ_{\max} : 64.71

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$0.895 \leq 5.071$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.895 t

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{\text{c,Rd}}$: 10.142 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.502$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.027 \text{ t} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.055 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 3.55 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.114$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.735, 5.000, 8.147, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.895 \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.027 \text{ t} \cdot \text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : 7.847 \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 10.142 \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 773.28 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : 3.55 \text{ cm}^3$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 47.87 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.735, 70.000, 8.147

Coordenadas del nudo final: 0.735, 65.000, 8.147

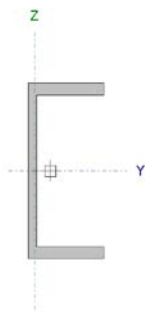
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(0^\circ)$ H4 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 541 \text{ cm}^4$) ($I_z = 45 \text{ cm}^4$)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: UPN 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 2.00 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación por gancho

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 92.63 %
Barra pésima en lateral

Perfil: UPN 140 Material: S275									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)
	0.000, 5.000, 1.000	0.000, 0.000, 1.000	5.000	20.40	605.00	62.70	5.68	-12.50	0.00
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
	β	0.00	1.00	0.00		1.00			
L _K	0.000	5.000	0.000		5.000				
C _m	1.000	1.000	1.000		1.300				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 3.33 \text{ m}$ $\eta = 92.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 7.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 49.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 9.5$	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.300$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.926$$



Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.333 m del nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(270°) H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.826 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 2.750 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 103.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+ :$ 2.750 t·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^- :$ 0.892 t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 103.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$\chi_{LT}^+ :$ 1.00

$\chi_{LT}^- :$ 0.32

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$\Phi_{LT}^+ :$ 0.00

$\Phi_{LT}^- :$ 1.83

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_{LT} :$ 0.76

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^+ :$ 0.00

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^- :$ 1.34

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$M_{cr}^+ :$ ∞

$M_{cr}^- :$ 1.604 t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTv}^+ : \infty$$

$$M_{LTv}^- : 1.576 \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \infty$$

$$M_{LTW}^- : 0.298 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : 86.43 \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 62.70 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 5.68 \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : 0.000 \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : 5.000 \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : 1.00$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : 2.02 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 2.02 \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.075$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 1.136 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : 15.106 \text{ t}$$



Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$17.14 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{17.14}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.136 \leq 7.553$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.136 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 15.106 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.499 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.044 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 0.088 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 5.68 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.095$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 1.136 \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.040 \text{ t} \cdot \text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : 12.003 \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 15.106 \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 710.23 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 5.68 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 57.00 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 70.000, 1.000

Coordenadas del nudo final: 0.000, 65.000, 1.000

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$ H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 605 \text{ cm}^4$) ($I_z = 63 \text{ cm}^4$)

Medición de correas

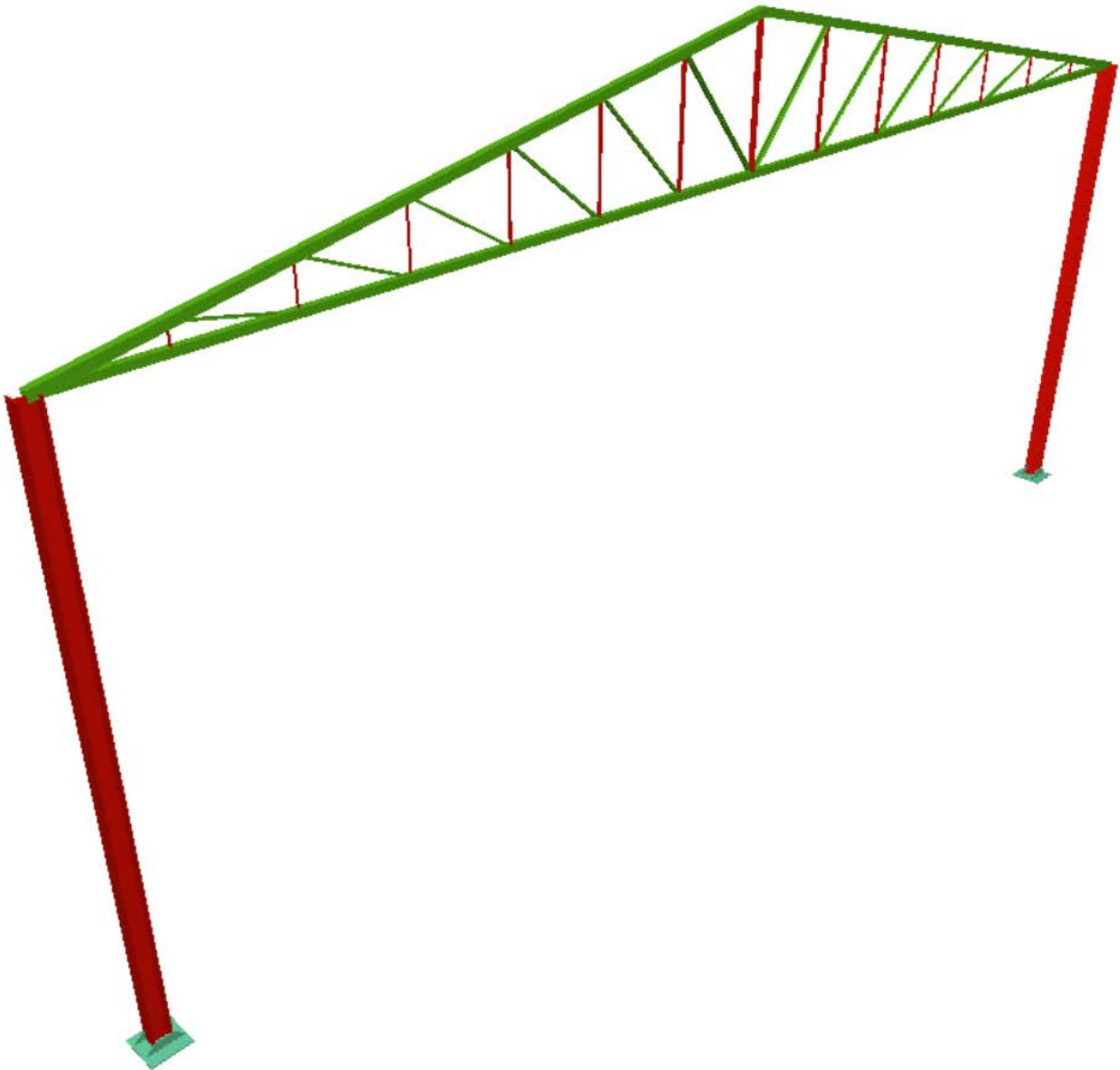


Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	16	205.98	10.30
Correas laterales	10	160.14	8.01

En el listado se puede comprobar que el perfil elegido para las correas laterales y de cubierta y su separación cumple la normativa por tanto para la cubierta se utilizan perfiles IPE 140 con separación de 1.5 metros y en la fachada lateral se utilizan perfiles UPN 140 con separación de 2 metros.

A continuación se han exportado el pórtico 8 del generador de pórticos al nuevo metal 3 D para dimensionar los pilares y dinteles que conforman el pórtico.

Vista 3D de la estructura



AUTOCAD IMAGEN DEL PÓRTICO CON LOS NUDOS



Características especiales

Para dimensionar los perfiles de la solución nº2 se han tenido en cuenta 2 soluciones hipótesis una con uniones articuladas entre barras y otra solución con uniones rígidas entre barras.

NUDOS ARTICULADOS EN LAS UNIONES ENTRE BARRAS DEL DINTEL

Todos los nudos del dintel (las uniones entre las barras que conforman la celosía del pórtico solución) se han articulado.

En esta hipótesis de solución los nudos de la estructura de la celosía se han tomado como articulados, de este modo las barras que forman el dintel (cordon superior e inferior, montantes y diagonales) están sometidas a esfuerzos axiles de tracción y compresión ya que las correas transmiten las cargas directamente sobre los nudos de la estructura coincidiendo la posición de las correas con los montantes de la celosía.

Debido a que la acción principal a la cual están sometidas las barras es el esfuerzo axil y los momentos son prácticamente despreciables debido a las cargas puntuales transmitidas a la estructura por los nudos del dintel es recomendable la unión articulada ya que no existe de esta forma transmisión de momentos, los momentos producidos en la celosía son de una magnitud pequeña y poco importantes.

Con nudos articulados se pretende hacer trabajar a los montantes y diagonales a tracción/compresión al igual que el cordon superior y cordon inferior de la celosía, de esta manera se tiene un mayor control del comportamiento del pórtico.

El cálculo realizado con nudos articulados hace que estemos del lado de la seguridad ya que el dimensionamiento del cordón superior e inferior, montantes y diagonales es mayor a la opción de nudos rígidos ya que la deformación es más elevada y por tanto se necesita un perfil de la serie mayor del que se necesitaría para el dimensionamiento con nudos rígidos para tener así mayor resistencia y mayor control de las deformaciones.

NUDOS RÍGIDOS EN LAS UNIONES ENTRE BARRAS DEL DINTEL

En esta hipótesis se reducen las deformaciones y se permite la transmisión de momentos flectores que introducen mecanismos resistentes no previstos en el cálculo que hace comportar a la estructura de manera más resistente, demostrado en la teoría de la plasticidad que lo demuestra.

El mayor grado de hiperestatismo permite una redistribución plástica en los nudos que permite a la estructura adquirir mayor ductilidad y resistencia respecto a la unión articulada.

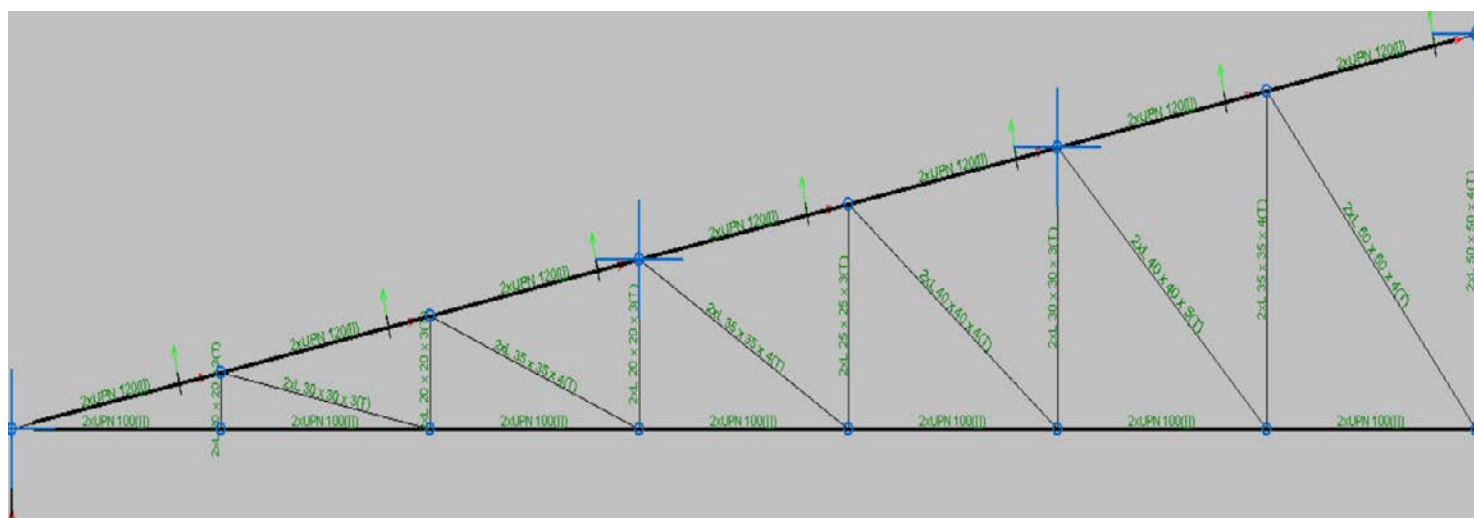
Por lo tanto aunque en obra las uniones suelen ejecutarse rígidas el calculo se ha realizado con los nudos articulados de esta manera hemos obtenido un dimensionamiento de los perfiles de la celosía que están del lado de la seguridad.

Si las acciones cargan sólo en los nudos de la estructura para que no haya flexión en las barras la diferencia tanto en desplazamientos como en esfuerzos para nudos articulados o nudos rígidos sería prácticamente despreciable.

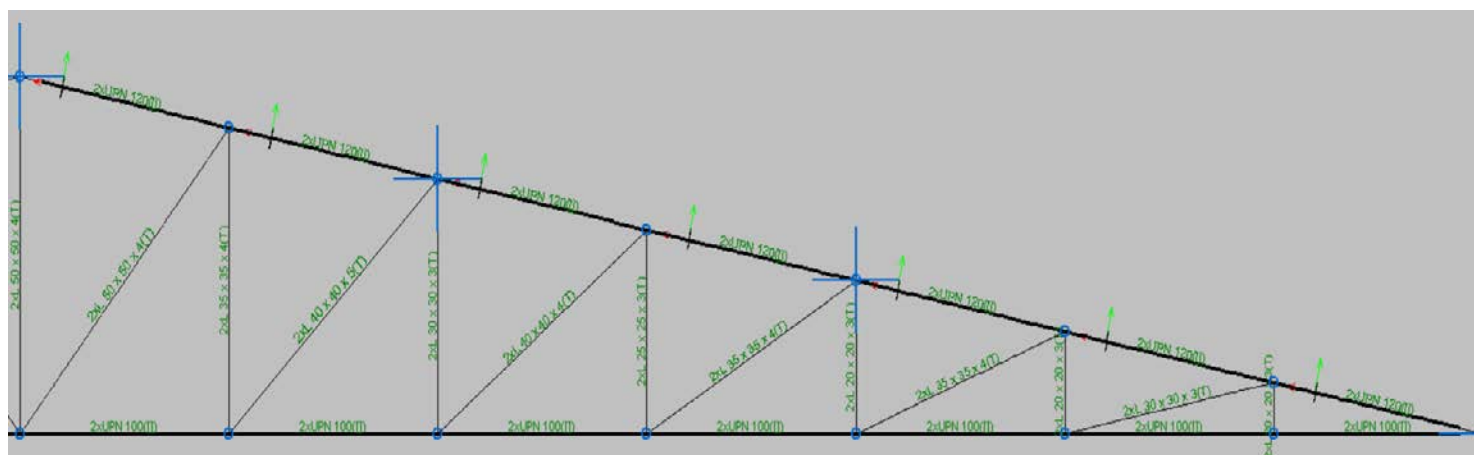
Para el dimensionamiento de la tipología estructural 2 tanto para la opción de nudos articulados y nudos rígidos aunque las acciones exportadas del generador de pórticos al nuevo metal 3d de peso propio de correas, sobrecarga de uso, nieve y viento están representados como cargas uniformemente repartidas sobre el cordón superior de la celosía no variará el cálculo bastante respecto a la realidad de transmisión de cargas puntuales sobre los nudos de la estructura. Los momentos obtenidos en las barras son prácticamente despreciables y por lo tanto no se aleja el comportamiento estructural real del pórtico.

La unión entre cercha y pilar se ha optado por realizarla como nudo articulado tanto para la solución hipótesis 1 y 2.

6.2.1 NUDOS ARTICULADOS EN LAS UNIONES ENTRE BARRAS DEL DINTEL

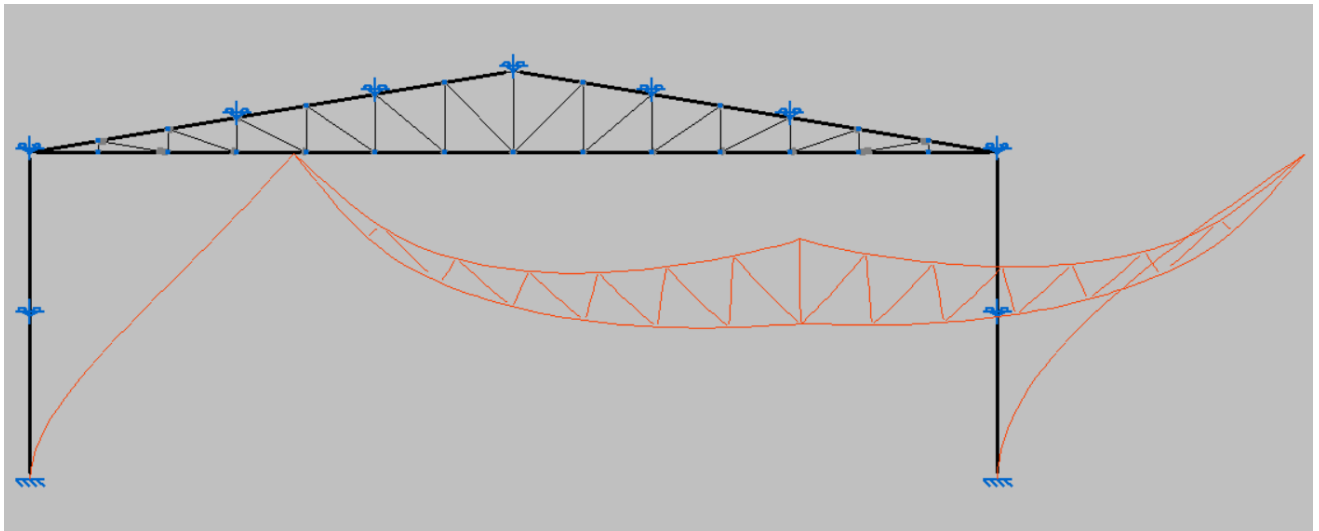


Mitad izquierda de la celosía con su dimensionamiento resultante



Mitad derecha de la celosía con su dimensionamiento resultante

Los perfiles resultantes son HEB 240



Deformada para la combinación : $G+Q+V(0^\circ)H_4+N(EI)$

A continuación se muestra un listado de los desplazamientos de los nudos, flecha, resistencia y comprobaciones ELU resumido de esta tipología de uniones articuladas entre barras.

1.- ESTRUCTURA

1.1.- Resultados

1.1.1.- Nudos

1.1.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

1.1.1.1.1.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-63.601	-0.297	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.643	0.078	-	-	-
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.361	-0.297	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	63.601	0.069	-	-	-
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.087	-41.226	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.087	15.194	-	-	-
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-62.935	-20.751	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.591	7.727	-	-	-
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.372	-20.775	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.335	7.739	-	-	-
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-62.268	-31.733	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.540	11.575	-	-	-
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.206	-31.731	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.685	11.567	-	-	-
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-61.565	-37.758	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.484	13.706	-	-	-
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.060	-37.595	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.188	13.641	-	-	-
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.911	-41.111	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.432	14.930	-	-	-
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.993	-40.822	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.270	14.829	-	-	-
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.334	-42.643	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.381	15.536	-	-	-
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.968	-42.231	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.050	15.398	-	-	-
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.836	-42.808	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.336	15.676	-	-	-



Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.972	-42.412	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.645	15.548	-	-	-
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.390	-41.980	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.390	15.479	-	-	-
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.513	-20.751	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	62.935	7.414	-	-	-
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.042	-20.775	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.372	7.424	-	-	-
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.666	-31.733	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	62.268	11.393	-	-	-
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.685	-31.731	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.355	11.396	-	-	-
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.823	-37.758	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	61.565	13.619	-	-	-
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.188	-37.595	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.375	13.567	-	-	-
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.965	-41.111	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.911	14.901	-	-	-
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.270	-40.822	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.339	14.804	-	-	-
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.091	-42.643	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.334	15.537	-	-	-
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.050	-42.231	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.257	15.397	-	-	-
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.201	-42.808	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.836	15.689	-	-	-
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.645	-42.412	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.150	15.554	-	-	-
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-20.997	-0.155	-8.511	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	22.907	0.032	8.855	0.000	0.000
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-22.907	-0.155	-8.906	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	22.699	0.028	8.511	0.000	0.000

1.1.2.- Barras

1.1.2.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)



Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N31	83.83	0.000	-8.964	0.000	5.138	0.000	15.801	0.000	GV	Cumple
N31/N2	34.41	0.000	-6.874	0.000	-1.190	0.000	-5.618	0.000	GV	Cumple
N3/N32	83.83	0.000	-8.964	0.000	-5.138	0.000	-15.801	0.000	GV	Cumple
N32/N4	34.41	0.000	-6.874	0.000	1.190	0.000	5.618	0.000	GV	Cumple
N2/N7	84.33	1.457	-27.988	0.000	0.007	0.000	0.724	0.000	GV	Cumple
N7/N9	87.50	0.182	-29.156	0.000	0.025	0.000	0.731	0.000	GV	Cumple
N9/N11	74.19	0.546	-26.889	0.000	-0.063	0.000	0.274	0.000	GV	Cumple
N11/N13	44.32	0.728	-24.374	0.000	0.032	0.000	0.205	0.000	GV	Cumple
N13/N15	39.19	0.728	-21.804	0.000	0.035	0.000	0.156	0.000	GV	Cumple
N15/N17	34.57	0.728	-19.247	0.000	-0.013	0.000	0.137	0.000	GV	Cumple
N17/N5	30.74	0.728	-16.759	0.000	-0.019	0.000	0.160	0.000	GV	Cumple
N4/N20	84.33	1.457	-27.988	0.000	0.007	0.000	0.724	0.000	GV	Cumple
N20/N22	87.50	0.182	-29.156	0.000	0.025	0.000	0.731	0.000	GV	Cumple
N22/N24	74.19	0.546	-26.889	0.000	-0.063	0.000	0.274	0.000	GV	Cumple
N24/N26	44.32	0.728	-24.374	0.000	0.032	0.000	0.205	0.000	GV	Cumple
N26/N28	39.19	0.728	-21.804	0.000	0.035	0.000	0.156	0.000	GV	Cumple
N28/N30	34.57	0.728	-19.247	0.000	-0.013	0.000	0.137	0.000	GV	Cumple
N30/N5	30.74	0.728	-16.759	0.000	-0.019	0.000	0.160	0.000	GV	Cumple
N2/N6	87.12	1.429	-20.391	0.000	0.310	0.000	-0.426	0.000	GV	Cumple
N6/N8	87.12	0.000	-20.391	0.000	-0.247	0.000	-0.426	0.000	GV	Cumple
N8/N10	80.25	0.000	-20.741	0.000	-0.020	0.000	-0.091	0.000	GV	Cumple
N10/N12	45.23	0.000	-18.717	0.000	-0.032	0.000	-0.080	0.000	GV	Cumple
N12/N14	40.15	0.000	-16.824	0.000	-0.023	0.000	-0.052	0.000	GV	Cumple
N14/N16	35.90	1.429	-14.970	0.000	0.024	0.000	-0.053	0.000	GV	Cumple
N16/N18	31.95	1.429	-13.092	0.000	-0.074	0.000	0.070	0.000	GV	Cumple
N18/N29	32.28	0.000	-13.237	0.000	0.076	0.000	0.070	0.000	GV	Cumple
N29/N27	36.43	0.000	-15.179	0.000	-0.025	0.000	-0.055	0.000	GV	Cumple
N27/N25	40.75	1.429	-17.055	0.000	0.024	0.000	-0.054	0.000	GV	Cumple
N25/N23	45.65	1.429	-18.898	0.000	0.030	0.000	-0.080	0.000	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _s imos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N23/N21	80.06	1.429	-20.599	0.000	0.030	0.000	-0.105	0.000	GV	Cumple
N21/N19	83.36	1.429	-19.688	0.000	0.205	0.000	-0.381	0.000	GV	Cumple
N19/N4	83.36	0.000	-19.688	0.000	-0.279	0.000	-0.381	0.000	GV	Cumple
N6/N7	11.72	0.050	-0.567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N7	41.34	0.778	-0.845	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N8/N9	5.41	0.050	-0.157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N10/N9	70.27	0.782	-2.586	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N10/N11	47.49	0.050	-0.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N12/N11	93.03	0.837	-3.013	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N12/N13	59.06	0.050	-1.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N14/N13	84.02	0.916	-3.381	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N14/N15	68.71	0.050	-1.496	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N16/N15	93.55	1.009	-3.860	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	GV	Cumple
N16/N17	57.08	0.050	-1.811	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N18/N17	78.86	1.114	-4.159	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	GV	Cumple
N18/N5	70.18	0.050	-4.604	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N19/N20	11.72	0.050	-0.567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N21/N20	45.37	0.778	-0.929	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N21/N22	5.41	0.050	-0.157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N23/N22	70.27	0.782	-2.586	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N23/N24	40.39	0.050	-0.655	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N25/N24	93.03	0.837	-3.013	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N25/N26	57.28	0.050	-1.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N27/N26	84.02	0.916	-3.381	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N27/N28	68.81	0.050	-1.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N29/N28	93.55	1.009	-3.860	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	GV	Cumple
N29/N30	57.12	0.050	-1.813	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N18/N30	78.86	1.114	-4.159	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	GV	Cumple

1.1.2.2.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p_simo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.000	0.00	3.500	12.76	0.000	0.00	3.500	23.43
	-	L/(>1000)	3.500	L/626.8	-	L/(>1000)	3.500	L/629.2



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	12.76 L/626.8	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.250 3.500	21.37 L/629.2
N2/N5	1.457 -	0.00 L/(>1000)	3.642 3.642	20.58 L/495.6	2.003 -	0.00 L/(>1000)	3.642 3.642	27.98 L/527.5
N4/N5	2.550 -	0.00 L/(>1000)	3.642 3.642	20.58 L/495.6	2.367 -	0.00 L/(>1000)	3.642 3.642	27.88 L/504.0
N2/N4	11.607 -	0.00 L/(>1000)	11.964 11.964	42.64 L/469.1	10.893 -	0.00 L/(>1000)	11.964 12.500	58.26 L/491.6
N6/N7	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.173 -	0.00 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.173 -	0.00 L/(>1000)
N8/N7	0.523 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.16 L/(>1000)	0.697 -	0.00 L/(>1000)	0.697 -	0.00 L/(>1000)
N8/N9	0.459 -	0.00 L/(>1000)	0.458 -	0.00 L/(>1000)	0.459 -	0.00 L/(>1000)	0.458 -	0.00 L/(>1000)
N10/N9	0.647 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.17 L/(>1000)	0.862 -	0.00 L/(>1000)	0.862 -	0.00 L/(>1000)
N10/N11	0.373 -	0.00 L/(>1000)	0.373 -	0.00 L/(>1000)	0.373 -	0.00 L/(>1000)	0.373 -	0.00 L/(>1000)
N12/N11	0.739 -	0.00 L/(>1000)	0.739 0.739	0.24 L/(>1000)	0.739 -	0.00 L/(>1000)	0.739 -	0.00 L/(>1000)
N12/N13	0.172 -	0.00 L/(>1000)	0.859 -	0.00 L/(>1000)	1.030 -	0.00 L/(>1000)	0.859 -	0.00 L/(>1000)
N14/N13	0.835 -	0.00 L/(>1000)	0.835 0.835	0.25 L/(>1000)	0.835 -	0.00 L/(>1000)	0.835 -	0.00 L/(>1000)
N14/N15	0.439 -	0.00 L/(>1000)	1.097 -	0.00 L/(>1000)	0.439 -	0.00 L/(>1000)	1.097 -	0.00 L/(>1000)
N16/N15	0.938 -	0.00 L/(>1000)	0.938 0.938	0.35 L/(>1000)	1.313 -	0.00 L/(>1000)	1.501 -	0.00 L/(>1000)
N16/N17	0.401 -	0.00 L/(>1000)	1.601 -	0.00 L/(>1000)	1.601 -	0.00 L/(>1000)	1.601 -	0.00 L/(>1000)
N18/N17	1.048 -	0.00 L/(>1000)	1.048 1.048	0.30 L/(>1000)	1.258 -	0.00 L/(>1000)	1.258 -	0.00 L/(>1000)
N18/N5	1.755 -	0.00 L/(>1000)	1.755 -	0.00 L/(>1000)	1.755 -	0.00 L/(>1000)	0.585 -	0.00 L/(>1000)
N19/N20	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)
N21/N20	0.523 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.16 L/(>1000)	0.523 -	0.00 L/(>1000)	0.523 -	0.00 L/(>1000)
N21/N22	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.458 -	0.00 L/(>1000)	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.458 -	0.00 L/(>1000)
N23/N22	0.647 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.17 L/(>1000)	0.431 -	0.00 L/(>1000)	0.431 -	0.00 L/(>1000)
N23/N24	0.373 -	0.00 L/(>1000)	0.373 -	0.00 L/(>1000)	0.559 -	0.00 L/(>1000)	0.373 -	0.00 L/(>1000)
N25/N24	0.739	0.00	0.739	0.24	0.739	0.00	0.739	0.00



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N25/N26	-	L/(>1000)	0.739	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	1.030	0.00	0.687	0.00	1.030	0.00	0.687	0.00
N27/N26	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	0.835	0.00	0.835	0.25	0.835	0.00	0.835	0.00
N27/N28	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	0.219	0.00	1.316	0.00	0.878	0.00	1.316	0.00
N29/N28	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	0.938	0.00	0.938	0.35	1.501	0.00	1.501	0.00
N29/N30	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	0.401	0.00	0.801	0.00	1.601	0.00	0.801	0.00
N18/N30	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	1.048	0.00	1.048	0.30	1.258	0.00	1.258	0.00

1.1.2.3.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	
N1/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 65.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 14.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 83.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 83.8$
N31/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 23.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 34.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 34.4$
N3/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 65.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 14.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 83.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 83.8$
N32/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 23.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 34.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 34.4$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 23.9$	x: 0 m $\eta = 72.8$	x: 1.46 m $\eta = 18.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.182 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.46 m $\eta = 84.3$	x: 0.182 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 84.3$
N7/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 24.4$	x: 0 m $\eta = 75.7$	x: 0.182 m $\eta = 18.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 4.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.182 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 87.5$
N9/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 22.5$	x: 0 m $\eta = 69.8$	x: 0.728 m $\eta = 7.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.546 m $\eta = 74.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 74.2$
N11/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 20.7$	x: 0 m $\eta = 41.1$	x: 0.728 m $\eta = 5.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 44.3$
N13/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 18.8$	x: 0 m $\eta = 36.8$	x: 0.728 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 39.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 39.2$
N15/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 16.8$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0.728 m $\eta = 3.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 34.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 34.6$
N17/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 14.9$	x: 0 m $\eta = 28.3$	x: 0.728 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 30.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 30.7$
N4/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 23.2$	x: 0 m $\eta = 72.8$	x: 1.46 m $\eta = 18.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.182 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.46 m $\eta = 84.3$	x: 0.182 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 84.3$
N20/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 24.2$	x: 0 m $\eta = 75.7$	x: 0.182 m $\eta = 18.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 4.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.182 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 87.5$
N22/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 22.5$	x: 0 m $\eta = 69.8$	x: 0.728 m $\eta = 7.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.546 m $\eta = 74.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 74.2$
N24/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 20.7$	x: 0 m $\eta = 41.1$	x: 0.728 m $\eta = 5.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 44.3$
N26/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 18.8$	x: 0 m $\eta = 36.8$	x: 0.728 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 39.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 39.2$
N28/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 16.8$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0.728 m $\eta = 3.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 34.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 34.6$
N30/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 14.9$	x: 0 m $\eta = 28.3$	x: 0.728 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.728 m $\eta = 30.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 30.7$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.5$	$\eta = 76.7$	x: 1.43 m $\eta = 19.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 87.1$	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 87.1$
N6/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.5$	$\eta = 76.7$	x: 0 m $\eta = 19.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 1.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 87.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 87.1$
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 38.2$	$\eta = 78.0$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 80.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 80.2$
N10/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 35.1$	$\eta = 43.3$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 45.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 45.2$

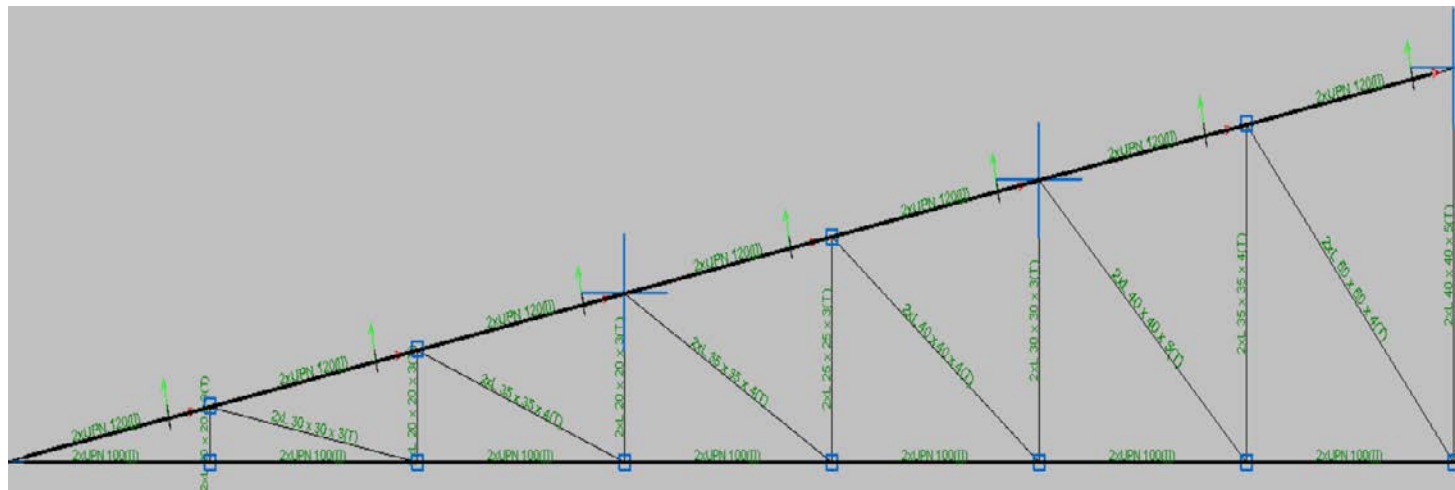


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

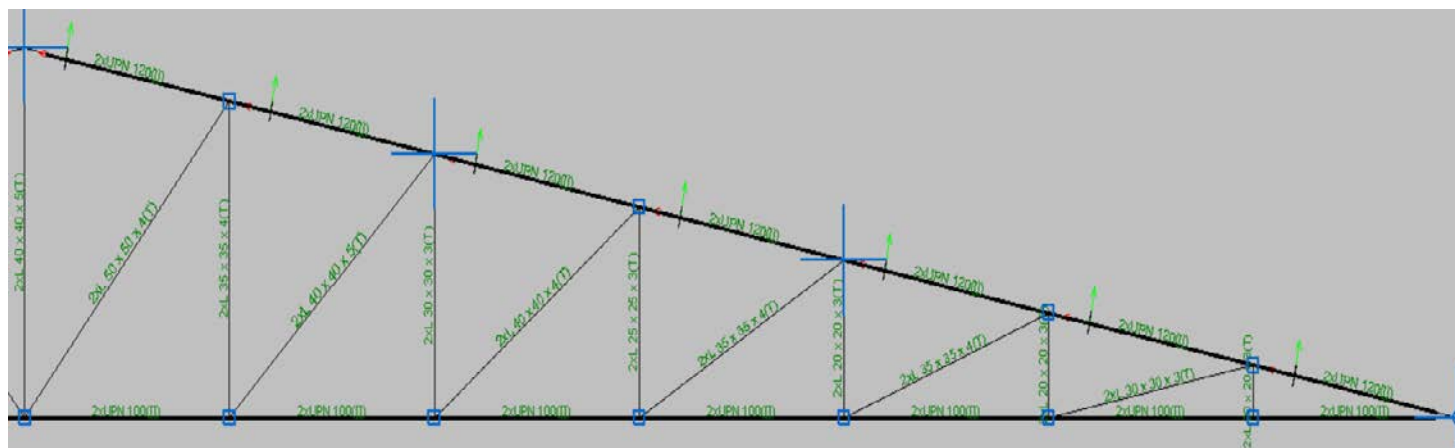


Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

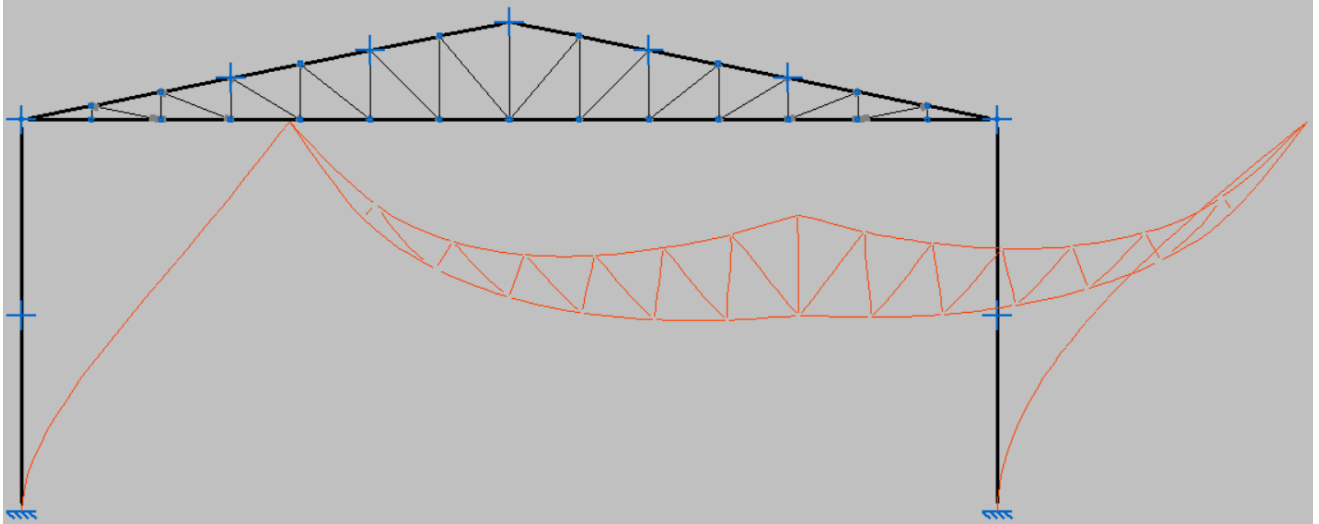
6.2.2 NUDOS RÍGIDOS EN LAS UNIONES ENTRE BARRAS DEL DINTEL



Mitad izquierda de la celosía con su dimensionamiento resultante



Mitad derecha de la celosía con su dimensionamiento resultante



Deformada de la solución hipótesis de nudos rígidos para la combinación de máximo desplazamiento:
 $G+Q+V(0^\circ)H_4+N(EI)$.

La unión rígida entre barras de la celosía es la solución que se suele ejecutar en obra, aunque para estar del lado de la seguridad se puede hacer el cálculo de la estructura con unión articulada entre barras de la celosía lo más recomendable es la unión rígida.

La solución que se adopta definitivamente para la solución tipológica 2 es la de nudos rígidos en la unión entre barras de la celosía.

Se reducen las deformaciones y flechas de la celosía y de la estructura en general.

Debido a la mayor rigidez que le da a la estructura este tipo de unión que es la que se hace en obra casi siempre, los perfiles resistentes de la celosía resultantes del dimensionamiento son menores a los obtenidos en la opción de nudos articulados.

Por tanto las ventajas de esta solución son mayor resistencia, menor deformación y precio del material estructural más económico.

Y como desventajas destacar que no se conocen perfectamente los mecanismos resistentes no previstos en el cálculo que hace comportar a la estructura de manera más resistente con lo cual el comportamiento estructural y fallo no se pueden intuir al no saber a ciencia exacta como es el comportamiento resistente. También añadir como desventaja que no trabajan a axil las barras de la celosía sino que hay transmisiones de momentos flectores al ser las uniones entre barras de la celosía rígidas.

Una vez adoptada la solución estructural pasamos a las hipótesis que hemos considerado para el cálculo de la solución 2.

Características de la estructura

A la hora de realizar la exportación desde el generador de pórticos al cypemetal 3d se ha considerado pórtico traslacional en la dirección del pórtico y pórtico intraslacional en la dirección perpendicular asegurando el desplazamiento nulo en esa dirección mediante cruces de san Andrés y montantes que aseguran un sistema de arriostramiento rígido en dicho plano.

PANDEO

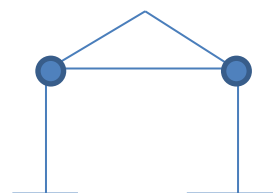
Pilares

Dirección perpendicular al plano del pórtico (intraslacional)

$\beta = 0.7$ (pilar desde empotramiento hasta $H = 4\text{m}$) $\beta = 1$ ($H = 4\text{m}$ a 8m)

Dirección paralela al plano del pórtico (traslacional)

$\beta = 2$ para toda la altura del pilar $L_k = \beta * L = 2 * 8 = 16\text{m}$



BARRAS QUE CONFORMAN LA CELOSÍA

Cordón superior:

2 perfiles UPN con disposición doble en cajón soldado con cordón de soldadura continuo.

Pandeo en el plano de la celosía $\beta = 1$, $L_k = L * \beta = 1.457 * 1 = 1.457\text{m}$

Pandeo fuera del plano de la celosía. La longitud de barra (L) sometida a pandeo fuera del plano considerada es la distancia entre las correas que actúan como montantes del sistema de arriostramiento (cruz de san Andrés- montante). Las coacciones al desplazamiento en la dirección perpendicular a la celosía se producen en $x = 4.37\text{m}$, $x = 7.28\text{m}$ y $x = 10.19\text{m}$ (tomando como $x = 0$ cada uno de los extremos de la celosía).

$L_{k1} = \beta * L = 1 * 4.3 = 4.37\text{m}$,

L_{k2} y $L_{k3} = \beta * L = 1 * 2.91 = 2.91\text{m}$.

Montantes y diagonales:

2 perfiles angulares en L con disposición doble en T unión soldada con cordón de soldadura continuo.

$\beta = 1$ (tanto para la dirección paralela como en perpendicular a la celosía) para estar de la seguridad aunque en la realidad será menor el coeficiente debido a que las uniones se ejecutarán rígidas y no articuladas.

Cordón inferior:

2 perfiles UPN con disposición doble en cajón soldado con cordón de soldadura continuo.

Coacciones en la dirección perpendicular al pórtico: $x = 4.29\text{m}$, $x = 7.15\text{m}$, $x = 10\text{m}$. $x = 0$ para cada uno de los extremos de la celosía).

$L_k = \beta * L$, tomamos $\beta = 1$ para estar del lado de la seguridad y simplificar los cálculos de longitud de pandeo.

$L_{k1} = 4.29\text{m}$, $L_{k2} = L_{k3} = 2.86\text{m}$



PANDEO LATERAL

Dinteles de la nave industrial

Esta solución tipológica hace trabajar las barras que conforman la celosía fundamentalmente a axil, se ha tomado como hipótesis despreciar los momentos flectores que se producen en las barras que son de magnitud muy pequeña que apenas modifica su comportamiento real.

Al haber considerado que no hay momento flector no hace falta realizar la comprobación a pandeo lateral. Por tanto para el ala superior e inferior de las barras que componen la celosía se toma como $\beta=0$.

Pilares de la nave industrial

Las barras que representan los pilares de la nave industrial tienen una altura $H=8\text{m}$ la coacción al pandeo lateral tanto para el ala superior como el ala inferior se produce a la altura del montante del sistema de arriostramiento tanto para la fachada lateral norte y la fachada lateral sud, dicha altura se produce a $H=4\text{m}$.

Una vez exportado el pórtico del generador de pórticos al cypemetal 3d con sus correas laterales y de cubierta con las dimensiones y separaciones optimas calculadas y con todas las hipótesis de carga sobre la nave, procedemos a calcular las dimensiones del pilar con perfiles HEB y el cordón superior e inferior con 2 UPN con disposición doble en cajón soldado con cordón de soldadura continuo, y las diagonales y montantes con 2 angulares en L disposición doble en T unión soldada con cordón de soldadura continuo con un dimensionamiento rápido.

Se ha considerado en los pilares una coacción en la dirección perpendicular al pórtico en la mitad de la longitud de los mismos a 4 m. Estas coacciones con un desplazamiento en x (dirección perpendicular al pórtico) nulo representa en el programa el sistema de arriostramiento de los montantes y diagonales (cruces de san andres) de la fachada lateral norte y sur.

Tras realizar todo lo descrito anteriormente se ha procedido a dar a la opción calcular con dimensionamiento rápido de perfiles.

El límite de flecha establecido para el cordón superior e inferior de la celosía ha sido de $L/300$ y en los pilares de $L/250$

Los perfiles que cumplen tanto la limitación de tensión como de flecha para todas las hipótesis posibles de solicitaciones actuantes sobre la estructura de la nave que se pueden dar han resultado ser los siguientes:

Cordón superior de la celosía 2xUPN 120

Cordón inferior de la celosía 2xUPN 100

Diagonales y montantes:

2xL20x20x3 (T) 6 montantes

2xL25x25x3(T) 2 montantes

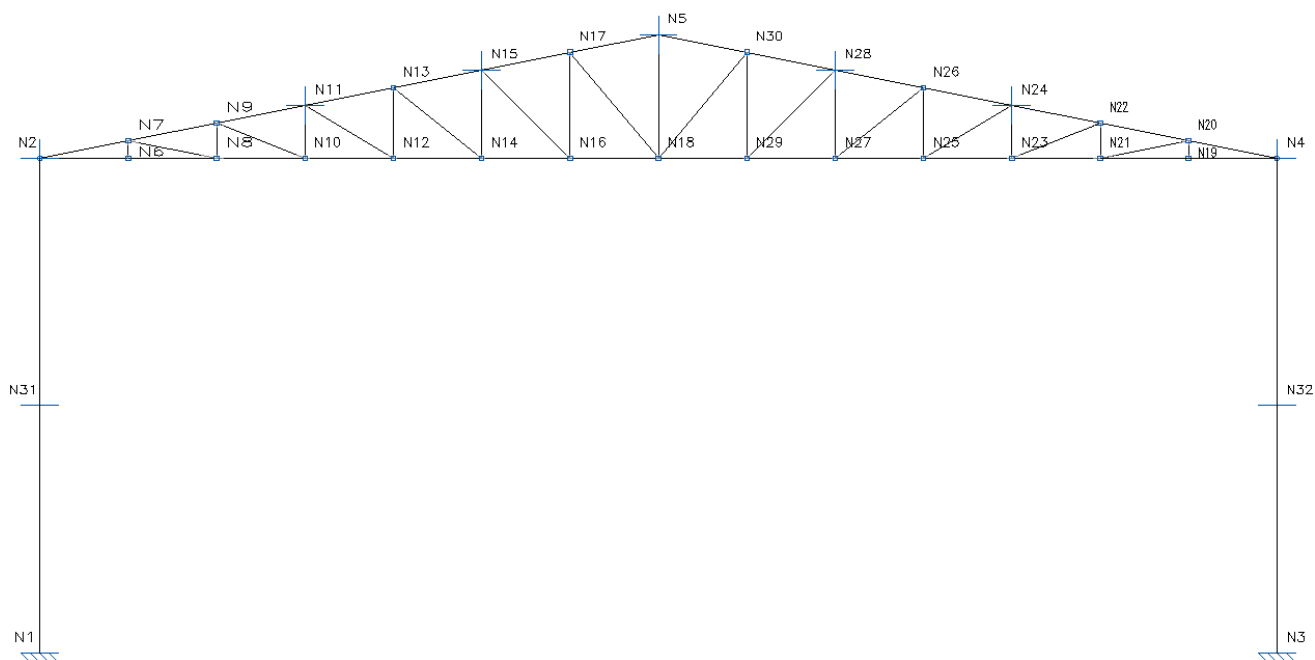
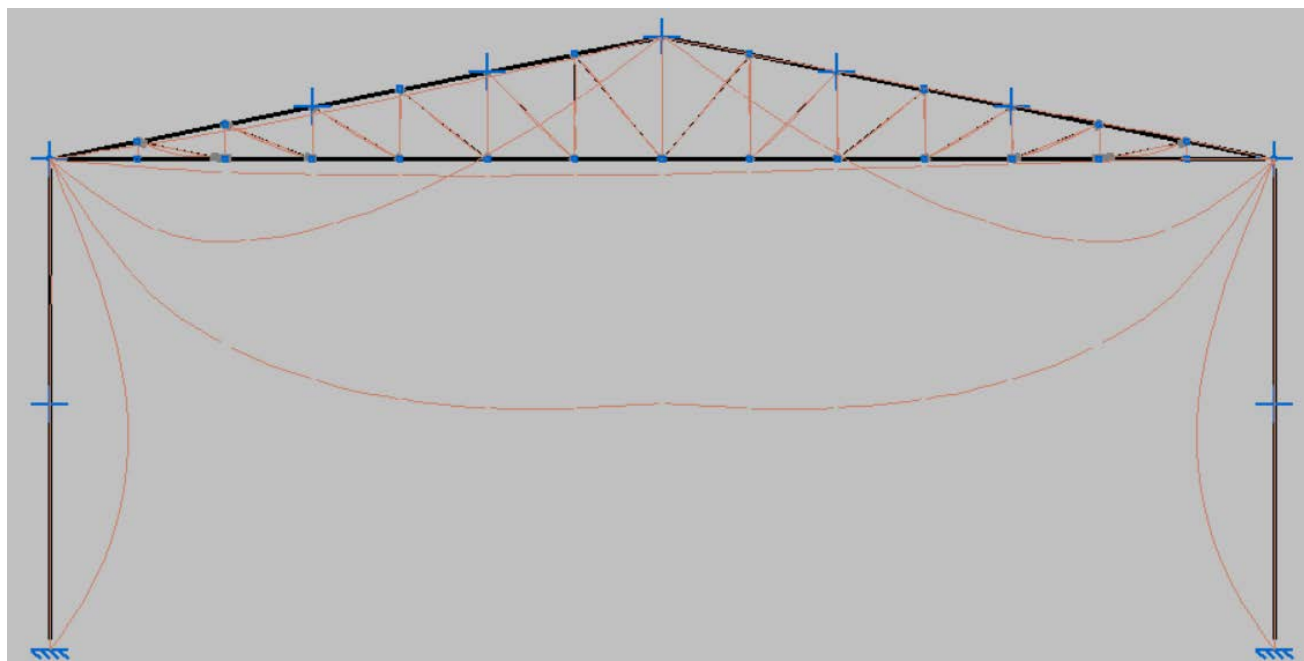


Ilustración de la tipología estructural solución 2 (referenciación de los nudos).



Envolvente de flecha para todas las barras que componen el pórtico solución tipo 2.

La flecha máxima en el cordón inferior a destacar son las barras siguientes:

Pieza(N27/N29) $F_{max}=40.731\text{mm}$ x:0.703m

Pieza(N16/N14) $F_{max}= 40.757\text{mm}$ x:0.729m



Tras haber analizado la solución 2 procedemos a mostrar el listado de cype donde se comprueba que se cumplen todas las comprobaciones tanto de la estructura como de la placa de anclaje y también para la cimentación resultante.

Las normas consideradas y las combinaciones +situaciones de proyecto consideradas para estados límite son las mismas que para la solución 1 por tanto no se incluyen en el listado.

1.- ESTRUCTURA

1.1.- Geometría

1.1.1.- Nudos

Referencias:

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.



$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

U_x, U_y, U_z : Vector director de la recta o vector normal al plano de dependencia

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	Dependencias	U_x	U_y	U_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	8.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Articulado
N3	0.000	20.000	0.000	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	20.000	8.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Articulado
N5	0.000	10.000	10.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N6	0.000	1.429	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	1.429	8.286	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	2.857	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	2.857	8.571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	4.286	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	4.286	8.857	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N12	0.000	5.714	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	5.714	9.143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	7.143	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	7.143	9.429	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N16	0.000	8.571	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	8.571	9.714	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	10.000	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.000	18.571	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.000	18.571	8.286	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	17.143	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.000	17.143	8.571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	15.714	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.000	15.714	8.857	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N25	0.000	14.286	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	14.286	9.143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	0.000	12.857	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.000	12.857	9.429	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N29	0.000	11.429	8.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	11.429	9.714	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	0.000	0.000	4.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado
N32	0.000	20.000	4.000	X	-	-	-	-	-	Plano	1.000	0.000	0.000	Empotrado

1.1.2.- Barras

1.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f _v (kp/cm ²)	α _t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f _y : Límite elástico α _t : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

1.1.2.2.- Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β _{xy}	β _{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N31	N1/N2	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	0.70	4.00	4.000	4.000
		N31/N2	N1/N2	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	4.00	4.000	4.000
		N3/N32	N3/N4	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	0.70	4.00	4.000	4.000
		N32/N4	N3/N4	HE 240 B (HEB)	-	4.000	-	1.00	4.00	4.000	4.000
		N2/N7	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	-	1.435	0.022	3.00	1.00	-	-
		N7/N9	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.057	1.381	0.019	3.00	1.00	-	-
		N9/N11	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.046	1.396	0.015	3.00	1.00	-	-
		N11/N13	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.038	1.404	0.015	2.00	1.00	-	-
		N13/N15	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.038	1.419	-	2.00	1.00	-	-
		N15/N17	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	-	1.441	0.016	2.00	1.00	-	-
		N17/N5	N2/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.042	1.415	-	2.00	1.00	-	-
		N4/N20	N4/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	-	1.435	0.022	3.00	1.00	-	-
		N20/N22	N4/N5	2xUPN 120([I]) (UPN)	0.057	1.381	0.019	3.00	1.00	-	-



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N22/N24	N4/N5	2xUPN 120(II) (UPN)	0.046	1.396	0.015	3.00	1.00	-	-
		N24/N26	N4/N5	2xUPN 120(II) (UPN)	0.038	1.400	0.019	2.00	1.00	-	-
		N26/N28	N4/N5	2xUPN 120(II) (UPN)	0.038	1.396	0.023	2.00	1.00	-	-
		N28/N30	N4/N5	2xUPN 120(II) (UPN)	0.035	1.396	0.026	2.00	1.00	-	-
		N30/N5	N4/N5	2xUPN 120(II) (UPN)	0.042	1.386	0.029	2.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	-	1.429	-	3.00	1.00	-	-
		N6/N8	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	-	1.386	0.043	3.00	1.00	-	-
		N8/N10	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.111	1.291	0.027	3.00	1.00	-	-
		N10/N12	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.068	1.341	0.020	2.00	1.00	-	-
		N12/N14	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.049	1.362	0.018	2.00	1.00	-	-
		N14/N16	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.047	1.365	0.017	2.00	1.00	-	-
		N16/N18	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.041	1.340	0.048	2.00	1.00	-	-
		N18/N29	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.048	1.340	0.041	2.00	1.00	-	-
		N29/N27	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.025	1.357	0.047	2.00	1.00	-	-
		N27/N25	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.022	1.358	0.049	2.00	1.00	-	-
		N25/N23	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.020	1.341	0.068	2.00	1.00	-	-
		N23/N21	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.027	1.291	0.111	3.00	1.00	-	-
		N21/N19	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	0.043	1.386	-	3.00	1.00	-	-
		N19/N4	N2/N4	2xUPN 100(II) (UPN)	-	1.429	-	3.00	1.00	-	-



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N6/N7	N6/N7	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.174	0.062	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	2xL 30 x 30 x 3(T) (L)	0.255	1.046	0.156	1.00	1.00	-	-
		N8/N9	N8/N9	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.459	0.062	1.00	1.00	-	-
		N10/N9	N10/N9	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.135	1.294	0.110	1.00	1.00	-	-
		N10/N11	N10/N11	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.745	0.062	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.098	1.478	0.090	1.00	1.00	-	-
		N12/N13	N12/N13	2xL 25 x 25 x 3(T) (L)	0.050	1.031	0.062	1.00	1.00	-	-
		N14/N13	N14/N13	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	0.081	1.669	0.079	1.00	1.00	-	-
		N14/N15	N14/N15	2xL 30 x 30 x 3(T) (L)	0.050	1.317	0.062	1.00	1.00	-	-
		N16/N15	N16/N15	2xL 40 x 40 x 5(T) (L)	0.071	1.876	0.073	1.00	1.00	-	-
		N16/N17	N16/N17	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.050	1.602	0.062	1.00	1.00	-	-
		N18/N17	N18/N17	2xL 50 x 50 x 4(T) (L)	0.066	2.096	0.069	1.00	1.00	-	-
		N18/N5	N18/N5	2xL 40 x 40 x 5(T) (L)	0.057	1.881	0.062	1.00	1.00	-	-
		N19/N20	N19/N20	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.174	0.062	1.00	1.00	-	-
		N21/N20	N21/N20	2xL 30 x 30 x 3(T) (L)	0.255	1.046	0.156	1.00	1.00	-	-
		N21/N22	N21/N22	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.459	0.062	1.00	1.00	-	-
		N23/N22	N23/N22	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.135	1.294	0.110	1.00	1.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	2xL 20 x 20 x 3(T) (L)	0.050	0.745	0.062	1.00	1.00	-	-
		N25/N24	N25/N24	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.098	1.478	0.090	1.00	1.00	-	-
		N25/N26	N25/N26	2xL 25 x 25 x 3(T) (L)	0.050	1.031	0.062	1.00	1.00	-	-
		N27/N26	N27/N26	2xL 40 x 40 x 4(T) (L)	0.081	1.669	0.079	1.00	1.00	-	-
		N27/N28	N27/N28	2xL 30 x 30 x 3(T) (L)	0.050	1.317	0.062	1.00	1.00	-	-
		N29/N28	N29/N28	2xL 40 x 40 x 5(T) (L)	0.071	1.876	0.073	1.00	1.00	-	-
		N29/N30	N29/N30	2xL 35 x 35 x 4(T) (L)	0.050	1.602	0.062	1.00	1.00	-	-
		N18/N30	N18/N30	2xL 50 x 50 x 4(T) (L)	0.066	2.096	0.069	1.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior											

1.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2 y N3/N4
2	N2/N5 y N4/N5
3	N2/N4
4	N6/N7, N8/N9, N10/N11, N19/N20, N21/N22 y N23/N24
5	N8/N7, N14/N15, N21/N20 y N27/N28
6	N10/N9, N12/N11, N16/N17, N23/N22, N25/N24 y N29/N30
7	N12/N13 y N25/N26
8	N14/N13 y N27/N26
9	N16/N15, N18/N5 y N29/N28
10	N18/N17 y N18/N30

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 240 B , (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70
		2	UPN 120, Doble en cajón soldado, (UPN) Cordón continuo	34.00	14.85	12.85	728.00	603.54	963.21
		3	UPN 100, Doble en cajón soldado, (UPN) Cordón continuo	27.00	12.75	8.96	412.00	379.97	566.25
		4	L 20 x 20 x 3, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	2.24	1.02	1.02	0.78	1.59	0.16
		5	L 30 x 30 x 3, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	3.48	1.62	1.62	2.80	5.26	0.25
		6	L 35 x 35 x 4, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	5.34	2.48	2.48	5.90	11.24	0.68
		7	L 25 x 25 x 3, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	2.84	1.32	1.32	1.60	3.07	0.20
		8	L 40 x 40 x 4, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	6.16	2.88	2.88	8.94	16.67	0.79
		9	L 40 x 40 x 5, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	7.58	3.50	3.50	10.86	21.06	1.50
		10	L 50 x 50 x 4, Doble en T unión soldada, (L) Cordón continuo	7.78	3.68	3.68	17.94	32.33	1.00
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.2.- Cargas

1.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.

- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N31	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(0°) H1	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(0°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(0°) H3	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(0°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(180°) H1	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(180°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(180°) H3	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(180°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N1/N31	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N1/N31	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(0°) H3	Uniforme	0.082	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(0°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(180°) H3	Uniforme	0.152	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(180°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N31/N2	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N3/N32	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(0°) H1	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N32	V(0°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(0°) H3	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N32	V(0°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N32	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N32	V(180°) H1	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(180°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(180°) H3	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(180°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N3/N32	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N3/N32	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	Carga permanente	Uniforme	0.083	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	Carga permanente	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(0°) H3	Uniforme	0.374	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	V(0°) H4	Uniforme	0.072	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	V(90°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(180°) H3	Uniforme	0.304	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(180°) H4	Uniforme	0.527	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N32/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.403	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N4	V(270°) H2	Uniforme	0.056	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(0°) H1	Faja	0.392	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(0°) H2	Faja	0.392	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N7	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N2/N7	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N7	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H1	Faja	0.392	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H2	Faja	0.392	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N9	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N9/N11	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N11	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N11/N13	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N13/N15	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N13/N15	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N15	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H1	Faja	0.196	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H1	Faja	0.231	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H2	Faja	0.196	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H2	Faja	0.231	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N15/N17	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N15/N17	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N17	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(0°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(0°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(0°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(0°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(180°) H1	Faja	0.231	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(180°) H2	Faja	0.231	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(180°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(180°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N5	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	N(R) 1	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N5	N(R) 2	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(180°) H1	Faja	0.392	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(180°) H2	Faja	0.392	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N20	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N4/N20	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N20	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(180°) H1	Faja	0.392	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(180°) H2	Faja	0.392	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	0.583	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.583	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N20/N22	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N22/N24	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N24	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N24	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N26	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N26/N28	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N28	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N28	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(0°) H1	Faja	0.196	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H1	Faja	0.231	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H2	Faja	0.196	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H2	Faja	0.231	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	0.874	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.874	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N30	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N28/N30	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N30	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	Carga permanente	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	Carga permanente	Uniforme	0.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	Q	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(0°) H1	Faja	0.231	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H1	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H2	Faja	0.231	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(0°) H3	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H3	Uniforme	0.222	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H4	Faja	0.092	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(0°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(90°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(180°) H1	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(180°) H2	Faja	0.170	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(180°) H2	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(180°) H3	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(180°) H4	Faja	0.052	-	0.000	1.457	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(180°) H4	Uniforme	0.223	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	V(270°) H1	Uniforme	0.418	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	V(270°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N5	N(EI)	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	N(R) 1	Uniforme	0.175	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N5	N(R) 2	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N12	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N16	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N18	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N29	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N27	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N25	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N23	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N21	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N19	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N4	Carga permanente	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Carga permanente	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N10/N9	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N13	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	Carga permanente	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Carga permanente	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N17	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N5	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N20	Carga permanente	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N22	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N24	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N24	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N26	Carga permanente	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N26	Carga permanente	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N28	Carga permanente	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N28	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Carga permanente	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N30	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

1.3.- Resultados

1.3.1.- Nudos

1.3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

1.3.1.1.1.- Envoltentes

Envoltente de los desplazamientos en nudos									
Referencia	Tipo	Combinación	Desplazamientos en ejes globales						
		Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)	
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	-63.375	-0.297	-	-	-	
		Valor máximo de la envoltente	0.000	59.616	0.078	-	-	-	
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	-58.400	-0.297	-	-	-	
		Valor máximo de la envoltente	0.000	63.375	0.069	-	-	-	
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	-59.103	-39.436	-0.359	0.000	0.000	
		Valor máximo de la envoltente	0.000	59.088	14.538	0.328	0.000	0.000	
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	-62.713	-19.983	-10.702	0.000	0.000	



Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.565	7.446	3.910	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.280	-20.005	-10.428	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.322	7.458	3.744	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-62.067	-30.429	-5.066	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.516	11.105	1.779	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.193	-30.432	-4.922	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.695	11.099	1.730	0.000	0.000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-61.431	-36.182	-3.105	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.466	13.135	1.082	0.000	0.000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.059	-36.017	-2.983	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.171	13.070	1.032	0.000	0.000
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.818	-39.372	-1.773	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.416	14.299	0.575	0.000	0.000
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.996	-39.083	-1.631	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.242	14.198	0.523	0.000	0.000
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.268	-40.809	-0.902	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.368	14.868	0.239	0.000	0.000
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.973	-40.401	-0.875	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.016	14.731	0.240	0.000	0.000
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.792	-40.907	-0.210	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.326	14.980	0.549	0.000	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.981	-40.504	-0.209	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.603	14.848	0.710	0.000	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.376	-40.109	-0.319	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.379	14.791	0.328	0.000	0.000
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.551	-19.976	-3.858	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	62.713	7.137	10.697	0.000	0.000
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.053	-19.998	-3.751	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.281	7.146	10.424	0.000	0.000
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.699	-30.415	-1.852	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	62.067	10.919	5.062	0.000	0.000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.692	-30.419	-1.803	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.345	10.923	4.917	0.000	0.000
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.841	-36.161	-1.121	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	61.431	13.043	3.101	0.000	0.000
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.167	-35.997	-1.070	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.369	12.989	2.979	0.000	0.000
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-58.974	-39.344	-0.605	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.818	14.260	1.770	0.000	0.000
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.239	-39.055	-0.546	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.333	14.163	1.626	0.000	0.000
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.094	-40.780	-0.255	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	60.270	14.859	0.906	0.000	0.000
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-60.020	-40.372	-0.234	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.253	14.720	0.880	0.000	0.000
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.199	-40.885	-0.537	0.000	0.000

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.797	14.985	0.295	0.000	0.000
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-59.621	-40.482	-0.695	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	59.148	14.847	0.253	0.000	0.000
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-20.946	-0.155	-8.526	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	22.939	0.032	8.833	0.000	0.000
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-22.939	-0.155	-8.892	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	22.668	0.028	8.526	0.000	0.000

1.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

1.3.1.2.1.- Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.501	-4.109	-12.765	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.196	10.041	17.017	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.433	-1.443	-8.177	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.022	9.207	10.599	0.000	0.000
N2	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.315	-3.684	-17.017	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.501	10.041	15.369	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.721	-1.177	-10.599	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.433	9.207	9.804	0.000	0.000
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N15	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N24	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N28	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N31	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N32	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

1.3.2.- Barras

1.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

1.3.2.1.1.- Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N1/N31	Acero laminado	N _{min}	-8.963	-8.832	-8.700	-8.568	-8.437	-8.305	-8.173	-8.042	-7.910
		N _{máx}	4.265	4.343	4.421	4.499	4.577	4.655	4.733	4.811	4.889
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-2.994	-2.692	-2.391	-2.089	-1.950	-1.836	-1.722	-1.608	-1.494
		Vz _{máx}	5.159	4.763	4.368	3.973	3.577	3.182	2.787	2.391	1.996
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-11.953	-10.779	-9.661	-8.601	-7.767	-7.268	-6.741	-6.188	-5.608
		My _{máx}	15.967	13.486	11.204	9.118	7.568	6.770	6.001	5.264	4.556
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N31/N2	Acero laminado	N _{min}	-7.910	-7.778	-7.647	-7.515	-7.383	-7.252	-7.120	-6.988	-6.856
		N _{máx}	4.889	4.967	5.045	5.123	5.201	5.279	5.357	5.435	5.514
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-1.494	-1.380	-1.295	-1.348	-1.402	-1.456	-1.509	-1.563	-1.617
		Vz _{máx}	1.996	1.601	1.261	1.200	1.139	1.078	1.251	1.552	1.854
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-5.608	-5.001	-4.367	-3.706	-3.019	-2.304	-1.563	-0.795	0.000
		My _{máx}	4.556	3.880	3.234	2.749	2.501	2.102	1.552	0.852	0.000
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N3/N32	Acero laminado	N _{min}	-8.964	-8.832	-8.700	-8.568	-8.437	-8.305	-8.173	-8.042	-7.910
		N _{máx}	3.867	3.945	4.023	4.101	4.179	4.257	4.335	4.413	4.491
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-5.159	-4.763	-4.368	-3.973	-3.577	-3.182	-2.787	-2.391	-1.996
		Vz _{máx}	4.043	3.763	3.482	3.202	2.921	2.641	2.360	2.080	1.799
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-15.967	-13.486	-11.204	-9.119	-7.400	-6.157	-5.028	-4.013	-3.111
		My _{máx}	14.394	12.443	10.631	8.960	7.767	7.268	6.741	6.188	5.608
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N32/N4	Acero laminado	N _{min}	-7.910	-7.778	-7.647	-7.515	-7.383	-7.252	-7.120	-6.988	-6.856
		N _{máx}	4.491	4.569	4.647	4.725	4.803	4.881	4.959	5.037	5.115
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-1.996	-1.601	-1.233	-1.006	-0.778	-0.949	-1.251	-1.552	-1.854
		Vz _{máx}	1.799	1.519	1.295	1.348	1.402	1.456	1.509	1.563	1.617
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-3.111	-2.792	-2.846	-2.749	-2.501	-2.102	-1.552	-0.852	0.000
		My _{máx}	5.608	5.001	4.367	3.706	3.019	2.304	1.563	0.795	0.000
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.179 m	0.359 m	0.538 m	0.717 m	0.897 m	1.076 m	1.256 m	1.435 m
N2/N7	Acero laminado	N_{\min}	-27.911	-27.901	-27.891	-27.881	-27.871	-27.861	-27.851	-27.842	-27.832
		N_{\max}	21.581	21.584	21.587	21.590	21.594	21.597	21.600	21.603	21.606
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-1.037	-0.913	-0.789	-0.665	-0.541	-0.422	-0.305	-0.252	-0.255
		$V_{z\max}$	1.019	0.870	0.721	0.571	0.422	0.290	0.194	0.097	0.026
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	-0.169	-0.312	-0.428	-0.517	-0.579	-0.615	-0.623	-0.605
		$M_{y\max}$	0.000	0.175	0.327	0.458	0.566	0.652	0.715	0.757	0.776
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.057 m	0.287 m	0.517 m	0.747 m	0.978 m	1.208 m	1.438 m
N7/N9	Acero laminado	N_{\min}	-29.173	-29.160	-29.147	-29.134	-29.121	-29.109	-29.096
		N_{\max}	22.169	22.173	22.177	22.181	22.185	22.189	22.194
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.080	-0.078	-0.269	-0.406	-0.521	-0.636	-0.760
		$V_{z\max}$	0.173	0.151	0.295	0.452	0.611	0.771	0.943
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.593	-0.597	-0.557	-0.477	-0.371	-0.238	-0.092
		$M_{y\max}$	0.756	0.743	0.694	0.608	0.486	0.327	0.140
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.046 m	0.279 m	0.511 m	0.744 m	0.977 m	1.209 m	1.442 m
N9/N11	Acero laminado	N_{\min}	-26.922	-26.909	-26.896	-26.883	-26.870	-26.857	-26.845
		N_{\max}	20.482	20.486	20.491	20.495	20.499	20.503	20.507
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.453	-0.260	-0.099	-0.046	-0.171	-0.296	-0.429
		$V_{z\max}$	0.355	0.205	0.086	0.064	0.224	0.385	0.557
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.095	-0.157	-0.190	-0.194	-0.169	-0.114	-0.039
		$M_{y\max}$	0.143	0.217	0.257	0.261	0.228	0.158	0.061
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.038 m	0.213 m	0.389 m	0.564 m	0.740 m	0.915 m	1.091 m	1.266 m



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.038 m	0.213 m	0.389 m	0.564 m	0.740 m	0.915 m	1.091 m	1.266 m	1.442 m
N11/N13	Acero laminado	N _{min}	-24.414	-24.404	-24.395	-24.385	-24.375	-24.365	-24.355	-24.346	-24.336
		N _{máx}	18.789	18.792	18.795	18.798	18.801	18.804	18.807	18.810	18.814
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.470	-0.322	-0.201	-0.080	-0.030	-0.124	-0.218	-0.312	-0.415
		Vz _{máx}	0.369	0.254	0.160	0.065	0.042	0.164	0.285	0.407	0.538
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.046	-0.095	-0.128	-0.148	-0.151	-0.137	-0.107	-0.063	-0.010
		My _{máx}	0.071	0.129	0.174	0.199	0.202	0.184	0.145	0.086	0.028
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.038 m	0.215 m	0.393 m	0.570 m	0.747 m	0.925 m	1.102 m	1.280 m	1.457 m
N13/N15	Acero laminado	N _{min}	-21.876	-21.862	-21.847	-21.833	-21.818	-21.804	-21.792	-21.782	-21.772
		N _{máx}	17.065	17.068	17.071	17.074	17.077	17.080	17.084	17.087	17.090
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.456	-0.307	-0.184	-0.061	-0.047	-0.143	-0.238	-0.334	-0.429
		Vz _{máx}	0.355	0.239	0.143	0.048	0.064	0.186	0.309	0.432	0.555
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.012	-0.059	-0.091	-0.108	-0.109	-0.092	-0.058	-0.009	-0.074
		My _{máx}	0.036	0.084	0.125	0.146	0.146	0.124	0.080	0.018	0.061
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.180 m	0.360 m	0.540 m	0.720 m	0.901 m	1.081 m	1.261 m	1.441 m
N15/N17	Acero laminado	N _{min}	-19.277	-19.262	-19.247	-19.233	-19.218	-19.203	-19.189	-19.174	-19.159
		N _{máx}	15.245	15.248	15.252	15.255	15.258	15.261	15.264	15.268	15.271
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.568	-0.443	-0.318	-0.194	-0.087	-0.034	-0.128	-0.225	-0.330
		Vz _{máx}	0.454	0.357	0.260	0.163	0.068	0.062	0.187	0.312	0.447
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.067	-0.017	-0.071	-0.109	-0.129	-0.132	-0.119	-0.091	-0.047
		My _{máx}	0.058	0.031	0.094	0.140	0.164	0.166	0.149	0.124	0.090
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.042 m	0.219 m	0.396 m	0.573 m	0.749 m	0.926 m	1.103 m	1.280 m	1.457 m
N17/N5	Acero laminado	N _{min}	-16.958	-16.944	-16.929	-16.915	-16.901	-16.886	-16.872	-16.857	-16.843
		N _{máx}	13.663	13.666	13.670	13.673	13.676	13.679	13.682	13.685	13.688
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.247	-0.102	-0.080	-0.166	-0.255	-0.343	-0.438	-0.533	-0.629



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.042 m	0.219 m	0.396 m	0.573 m	0.749 m	0.926 m	1.103 m	1.280 m	1.457 m
		Vz _{máx}	0.159	0.108	0.166	0.239	0.323	0.419	0.537	0.660	0.782
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.053	-0.062	-0.058	-0.039	-0.022	-0.083	-0.160	-0.255	-0.369
		My _{máx}	0.097	0.088	0.076	0.057	0.020	0.055	0.124	0.208	0.307
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.179 m	0.359 m	0.538 m	0.717 m	0.897 m	1.076 m	1.256 m	1.435 m
N4/N20	Acero laminado	N _{mín}	-27.912	-27.902	-27.892	-27.882	-27.872	-27.862	-27.852	-27.842	-27.832
		N _{máx}	20.974	20.977	20.981	20.984	20.987	20.990	20.993	20.996	21.000
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-1.037	-0.913	-0.789	-0.665	-0.541	-0.422	-0.305	-0.252	-0.255
		Vz _{máx}	0.787	0.690	0.593	0.497	0.400	0.303	0.207	0.110	0.016
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.000	-0.132	-0.247	-0.345	-0.426	-0.489	-0.535	-0.563	-0.574
		My _{máx}	0.000	0.175	0.327	0.458	0.566	0.652	0.715	0.757	0.776
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.057 m	0.287 m	0.517 m	0.747 m	0.978 m	1.208 m	1.438 m
N20/N22	Acero laminado	N _{mín}	-29.173	-29.160	-29.147	-29.134	-29.122	-29.109	-29.096
		N _{máx}	21.993	21.998	22.002	22.006	22.010	22.014	22.018
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.080	-0.087	-0.211	-0.335	-0.459	-0.583	-0.717
		Vz _{máx}	0.137	0.151	0.295	0.452	0.611	0.771	0.943
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.558	-0.553	-0.519	-0.456	-0.365	-0.245	-0.096
		My _{máx}	0.756	0.743	0.694	0.609	0.486	0.327	0.140
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.046 m	0.279 m	0.511 m	0.744 m	0.977 m	1.209 m	1.442 m
N22/N24	Acero laminado	N _{mín}	-26.923	-26.910	-26.897	-26.884	-26.871	-26.858	-26.845
		N _{máx}	20.482	20.486	20.491	20.495	20.499	20.503	20.507
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.453	-0.260	-0.099	-0.047	-0.172	-0.298	-0.431
		Vz _{máx}	0.354	0.205	0.079	0.064	0.225	0.386	0.557



Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.046 m	0.279 m	0.511 m	0.744 m	0.977 m	1.209 m	1.442 m
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.099	-0.161	-0.194	-0.198	-0.172	-0.118	-0.034
		$M_{y_{\max}}$	0.143	0.217	0.257	0.261	0.228	0.157	0.061
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.038 m	0.271 m	0.505 m	0.738 m	0.971 m	1.205 m	1.438 m
N24/N26	Acero laminado	N_{\min}	-24.414	-24.401	-24.388	-24.375	-24.362	-24.349	-24.336
		N_{\max}	18.788	18.793	18.797	18.801	18.805	18.809	18.813
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.471	-0.283	-0.122	-0.028	-0.154	-0.279	-0.415
		$V_{z_{\max}}$	0.369	0.223	0.098	0.040	0.202	0.363	0.538
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.042	-0.108	-0.146	-0.154	-0.133	-0.082	-0.007
		$M_{y_{\max}}$	0.070	0.146	0.193	0.202	0.174	0.110	0.029
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.038 m	0.271 m	0.503 m	0.736 m	0.969 m	1.201 m	1.434 m
N26/N28	Acero laminado	N_{\min}	-21.879	-21.860	-21.841	-21.822	-21.803	-21.790	-21.777
		N_{\max}	17.067	17.071	17.076	17.080	17.084	17.088	17.092
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.452	-0.264	-0.103	-0.045	-0.170	-0.296	-0.433
		$V_{z_{\max}}$	0.352	0.206	0.081	0.060	0.221	0.382	0.559
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.010	-0.072	-0.105	-0.109	-0.084	-0.030	-0.067
		$M_{y_{\max}}$	0.037	0.098	0.139	0.144	0.111	0.042	0.055
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.035 m	0.268 m	0.500 m	0.733 m	0.966 m	1.198 m	1.431 m
N28/N30	Acero laminado	N_{\min}	-19.274	-19.255	-19.236	-19.218	-19.199	-19.180	-19.161
		N_{\max}	15.246	15.250	15.254	15.258	15.263	15.267	15.271
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.035 m	0.268 m	0.500 m	0.733 m	0.966 m	1.198 m	1.431 m
		V _z _{min}	-0.572	-0.387	-0.226	-0.085	-0.068	-0.205	-0.357
		V _z _{máx}	0.458	0.313	0.188	0.063	0.103	0.264	0.443
		M _t _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{min}	-0.052	-0.043	-0.101	-0.130	-0.130	-0.099	-0.041
		M _y _{máx}	0.047	0.059	0.129	0.162	0.161	0.134	0.093
		M _z _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.042 m	0.273 m	0.504 m	0.735 m	0.966 m	1.197 m	1.428 m
N30/N5	Acero laminado	N _{min}	-16.958	-16.939	-16.921	-16.902	-16.883	-16.864	-16.845
		N _{máx}	13.663	13.667	13.672	13.676	13.680	13.684	13.688
		V _y _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{min}	-0.246	-0.071	-0.117	-0.241	-0.373	-0.510	-0.663
		V _z _{máx}	0.202	0.116	0.211	0.317	0.446	0.603	0.782
		M _t _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{min}	-0.045	-0.064	-0.056	-0.024	-0.098	-0.208	-0.349
		M _y _{máx}	0.097	0.085	0.067	0.024	0.063	0.161	0.289
		M _z _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.179 m	0.357 m	0.536 m	0.714 m	0.893 m	1.071 m	1.250 m
N2/N6	Acero laminado	N _{min}	-20.278	-20.278	-20.278	-20.278	-20.278	-20.278	-20.278	-20.278
		N _{máx}	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128
		V _y _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{min}	-0.366	-0.361	-0.356	-0.350	-0.345	-0.340	-0.335	-0.330
		V _z _{máx}	0.282	0.285	0.288	0.291	0.294	0.297	0.300	0.303
		M _t _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{min}	0.000	-0.051	-0.102	-0.153	-0.205	-0.258	-0.311	-0.365
		M _y _{máx}	0.000	0.065	0.129	0.192	0.254	0.315	0.375	0.435
		M _z _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.231 m	0.462 m	0.693 m	0.924 m	1.155 m	1.384 m
N6/N8	Acero laminado	N _{min}	-20.363	-20.363	-20.363	-20.363	-20.363	-20.363	-20.363
		N _{máx}	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264
		V _y _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.231 m	0.462 m	0.693 m	0.924 m	1.155 m	1.384 m	1.386 m
		Vz _{min}	-0.229	-0.225	-0.221	-0.217	-0.213	-0.209	-0.205	-0.204
		Vz _{máx}	0.211	0.218	0.224	0.231	0.237	0.244	0.251	0.252
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.408	-0.355	-0.304	-0.253	-0.204	-0.155	-0.119	-0.119
		My _{máx}	0.475	0.425	0.374	0.322	0.268	0.212	0.156	0.155
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.111 m	0.326 m	0.541 m	0.756 m	0.971 m	1.186 m	1.402 m
N8/N10	Acero laminado	N _{min}	-20.751	-20.751	-20.751	-20.751	-20.751	-20.751	-20.751
		N _{máx}	27.537	27.537	27.537	27.537	27.537	27.537	27.537
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.043	-0.033	-0.029	-0.026	-0.022	-0.018	-0.014
		Vz _{máx}	0.019	0.024	0.030	0.036	0.042	0.049	0.056
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.111	-0.103	-0.096	-0.091	-0.085	-0.081	-0.080
		My _{máx}	0.145	0.141	0.135	0.128	0.119	0.110	0.099
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.068 m	0.070 m	0.291 m	0.515 m	0.738 m	0.962 m	1.185 m	1.407 m
N10/N12	Acero laminado	N _{min}	-18.718	-18.718	-18.718	-18.718	-18.718	-18.718	-18.718	-18.718
		N _{máx}	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.041	-0.039	-0.033	-0.027	-0.023	-0.019	-0.016	-0.012
		Vz _{máx}	0.012	0.014	0.017	0.022	0.028	0.034	0.041	0.048
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.081	-0.081	-0.074	-0.067	-0.062	-0.057	-0.054	-0.051
		My _{máx}	0.100	0.100	0.097	0.093	0.088	0.081	0.072	0.063
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.049 m	0.051 m	0.276 m	0.503 m	0.730 m	0.957 m	1.184 m
N12/N14	Acero laminado	N _{min}	-16.824	-16.824	-16.824	-16.824	-16.824	-16.824	-16.824
		N _{máx}	22.841	22.841	22.841	22.841	22.841	22.841	22.841
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.033	-0.031	-0.025	-0.018	-0.014	-0.010	-0.006



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.049 m	0.051 m	0.276 m	0.503 m	0.730 m	0.957 m	1.184 m	1.409 m	1.411 m
		Vz _{máx}	0.004	0.004	0.008	0.012	0.018	0.024	0.031	0.037	0.038
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.054	-0.054	-0.049	-0.044	-0.041	-0.038	-0.036	-0.036	-0.036
		My _{máx}	0.065	0.065	0.065	0.063	0.060	0.055	0.049	0.041	0.041
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.047 m	0.049 m	0.274 m	0.502 m	0.729 m	0.957 m	1.184 m	1.410 m	1.412 m
N14/N16	Acero laminado	N _{mín}	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979	-14.979
		N _{máx}	20.351	20.351	20.351	20.351	20.351	20.351	20.351	20.351	20.351
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.030	-0.029	-0.022	-0.016	-0.009	-0.004	0.000	0.004	0.004
		Vz _{máx}	-0.007	-0.006	-0.002	0.002	0.006	0.011	0.017	0.024	0.024
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.041	-0.041	-0.040	-0.039	-0.040	-0.042	-0.045	-0.048	-0.048
		My _{máx}	0.046	0.046	0.052	0.056	0.059	0.060	0.059	0.058	0.058
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.041 m	0.043 m	0.264 m	0.488 m	0.711 m	0.934 m	1.157 m	1.379 m	1.381 m
N16/N18	Acero laminado	N _{mín}	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056	-13.056
		N _{máx}	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.105	-0.105	-0.101	-0.097	-0.093	-0.090	-0.086	-0.082	-0.081
		Vz _{máx}	0.099	0.100	0.106	0.113	0.119	0.126	0.132	0.138	0.140
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.053	-0.052	-0.030	-0.008	-0.014	-0.040	-0.068	-0.098	-0.098
		My _{máx}	0.061	0.061	0.038	0.014	0.014	0.034	0.054	0.072	0.072
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.048 m	0.050 m	0.271 m	0.495 m	0.718 m	0.941 m	1.164 m	1.386 m	1.388 m
N18/N29	Acero laminado	N _{mín}	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201	-13.201
		N _{máx}	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702	17.702
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.140	-0.138	-0.132	-0.126	-0.119	-0.113	-0.106	-0.100	-0.099
		Vz _{máx}	0.082	0.083	0.087	0.091	0.095	0.098	0.102	0.106	0.107
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.098	-0.098	-0.068	-0.040	-0.014	-0.009	-0.031	-0.054	-0.055
		My _{máx}	0.073	0.072	0.054	0.034	0.014	0.014	0.038	0.061	0.061



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.048 m	0.050 m	0.271 m	0.495 m	0.718 m	0.941 m	1.164 m	1.386 m	1.388 m
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.025 m	0.027 m	0.251 m	0.477 m	0.703 m	0.929 m	1.155 m	1.380 m	1.382 m
N29/N27	Acero laminado	N _{min}	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191	-15.191
		N _{máx}	20.355	20.355	20.355	20.355	20.355	20.355	20.355	20.355	20.355
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.025	-0.024	-0.018	-0.011	-0.006	-0.003	0.001	0.005	0.006
		Vz _{máx}	-0.004	-0.003	0.001	0.004	0.010	0.016	0.023	0.029	0.030
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.050	-0.050	-0.046	-0.043	-0.042	-0.041	-0.040	-0.041	-0.041
		My _{máx}	0.058	0.058	0.059	0.060	0.058	0.056	0.051	0.046	0.046
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.022 m	0.024 m	0.248 m	0.475 m	0.701 m	0.927 m	1.153 m	1.378 m	1.380 m
N27/N25	Acero laminado	N _{min}	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056	-17.056
		N _{máx}	22.840	22.840	22.840	22.840	22.840	22.840	22.840	22.840	22.840
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.038	-0.037	-0.031	-0.024	-0.018	-0.012	-0.008	-0.004	-0.004
		Vz _{máx}	0.002	0.003	0.006	0.010	0.014	0.019	0.025	0.032	0.033
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.036	-0.036	-0.037	-0.039	-0.042	-0.045	-0.050	-0.055	-0.055
		My _{máx}	0.041	0.041	0.048	0.055	0.059	0.063	0.064	0.065	0.065
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.020 m	0.022 m	0.243 m	0.467 m	0.690 m	0.914 m	1.137 m	1.359 m	1.361 m
N25/N23	Acero laminado	N _{min}	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899	-18.899
		N _{máx}	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286	25.286
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.048	-0.047	-0.041	-0.035	-0.028	-0.022	-0.017	-0.014	-0.013
		Vz _{máx}	0.009	0.010	0.013	0.017	0.021	0.025	0.031	0.037	0.039
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.053	-0.053	-0.055	-0.058	-0.063	-0.068	-0.074	-0.080	-0.081
		My _{máx}	0.062	0.062	0.072	0.080	0.087	0.093	0.097	0.100	0.100
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.027 m	0.242 m	0.457 m	0.672 m	0.887 m	1.102 m	1.318 m
N23/N21	Acero laminado	N_{\min}	-20.605	-20.605	-20.605	-20.605	-20.605	-20.605	-20.605
		N_{\max}	27.538	27.538	27.538	27.538	27.538	27.538	27.538
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.055	-0.049	-0.042	-0.036	-0.030	-0.024	-0.019
		$V_{z\max}$	0.015	0.019	0.023	0.027	0.030	0.034	0.044
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.079	-0.083	-0.088	-0.093	-0.099	-0.106	-0.114
		$M_{y\max}$	0.099	0.110	0.120	0.128	0.135	0.141	0.145
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltorios de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.043 m	0.045 m	0.274 m	0.505 m	0.736 m	0.967 m	1.198 m	1.429 m
N21/N19	Acero laminado	N_{\min}	-19.671	-19.671	-19.671	-19.671	-19.671	-19.671	-19.671	-19.671
		N_{\max}	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264	26.264
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.252	-0.251	-0.244	-0.238	-0.231	-0.224	-0.218	-0.211
		$V_{z\max}$	0.161	0.162	0.166	0.169	0.173	0.177	0.181	0.185
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.122	-0.122	-0.160	-0.198	-0.238	-0.278	-0.320	-0.362
		$M_{y\max}$	0.155	0.156	0.212	0.268	0.322	0.374	0.425	0.475
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltorios de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.179 m	0.357 m	0.536 m	0.714 m	0.893 m	1.071 m	1.250 m	1.429 m
N19/N4	Acero laminado	N _{min}	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569	-19.569
		N _{máx}	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128	26.128
		V _{ymin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{ymáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _{zmin}	-0.275	-0.272	-0.269	-0.266	-0.263	-0.260	-0.257	-0.254	-0.251
		V _{zmáx}	0.325	0.330	0.335	0.340	0.345	0.350	0.356	0.361	0.366
		M _{tmin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _{tmáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _{ymin}	-0.376	-0.327	-0.279	-0.231	-0.184	-0.137	-0.091	-0.045	0.000
		M _{ymáx}	0.493	0.435	0.375	0.315	0.254	0.192	0.129	0.065	0.000
		M _{zmin}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _{zmáx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltorios de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.137 m	0.223 m	0.224 m
N6/N7	Acero laminado	N _{mín}	-0.536	-0.536	-0.536	-0.535	-0.535
		N _{máx}	0.534	0.534	0.535	0.535	0.535



Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.137 m	0.223 m	0.224 m
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
		$V_{z_{\max}}$	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.012	-0.012	0.000	-0.008	-0.008
		$M_{y_{\max}}$	0.009	0.009	0.000	0.011	0.012
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.255 m	0.429 m	0.604 m	0.778 m	0.952 m	1.127 m	1.301 m
N8/N7	Acero laminado	N_{\min}	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873	-0.873
		N_{\max}	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001
		$V_{z_{\max}}$	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003
		$M_{y_{\max}}$	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.280 m	0.508 m	0.509 m
N8/N9	Acero laminado	N_{\min}	-0.172	-0.172	-0.171	-0.171	-0.171
		N_{\max}	0.077	0.077	0.077	0.078	0.078
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		$V_{z_{\max}}$	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.002	-0.002	0.000	-0.002	-0.002
		$M_{y_{\max}}$	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras								
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra					
			0.135 m	0.351 m	0.566 m	0.782 m	0.997 m	1.213 m



Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.135 m	0.351 m	0.566 m	0.782 m	0.997 m	1.213 m	1.429 m
N10/N9	Acero laminado	N_{\min}	-2.591	-2.590	-2.590	-2.590	-2.589	-2.589	-2.588
		N_{\max}	2.186	2.186	2.186	2.187	2.187	2.187	2.187
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.006	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001
		$V_{z\max}$	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.003	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y\max}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.050 m	0.051 m	0.236 m	0.423 m	0.609 m	0.794 m	0.795 m
N10/N11	Acero laminado	N_{\min}	-0.776	-0.776	-0.776	-0.775	-0.775	-0.775	-0.775
		N_{\max}	1.011	1.011	1.012	1.012	1.013	1.013	1.013
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{z\max}$	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y\max}$	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.098 m	0.283 m	0.467 m	0.652 m	0.837 m	1.022 m	1.206 m	1.391 m
N12/N11	Acero laminado	N_{\min}	-3.012	-3.011	-3.011	-3.010	-3.009	-3.009	-3.008	-3.007
		N_{\max}	2.203	2.203	2.204	2.204	2.204	2.205	2.205	2.206
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.003	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001
		$M_{y\max}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.050 m	0.051 m	0.222 m	0.394 m	0.565 m	0.737 m	0.909 m



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.222 m	0.394 m	0.565 m	0.737 m	0.909 m	1.080 m	1.081 m
N12/N13	Acero laminado	N _{min}	-1.116	-1.116	-1.116	-1.116	-1.115	-1.115	-1.115	-1.114	-1.114
		N _{máx}	1.602	1.602	1.602	1.603	1.604	1.604	1.605	1.605	1.605
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
		My _{máx}	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.081 m	0.290 m	0.498 m	0.707 m	0.916 m	1.124 m	1.333 m	1.542 m	1.750 m
N14/N13	Acero laminado	N _{min}	-3.367	-3.366	-3.365	-3.364	-3.363	-3.363	-3.362	-3.361	-3.360
		N _{máx}	2.384	2.384	2.385	2.385	2.386	2.386	2.387	2.387	2.388
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.007	-0.005	-0.004	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
		Vz _{máx}	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.004
		My _{máx}	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.269 m	0.489 m	0.708 m	0.928 m	1.147 m	1.366 m	1.367 m
N14/N15	Acero laminado	N _{min}	-1.480	-1.480	-1.479	-1.479	-1.478	-1.478	-1.477	-1.477	-1.477
		N _{máx}	2.170	2.170	2.171	2.172	2.172	2.173	2.174	2.175	2.175
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
		My _{máx}	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.071 m	0.259 m	0.446 m	0.822 m	1.009 m	1.197 m	1.572 m	1.760 m	1.947 m
N16/N15	Acero laminado	N _{min}	-3.927	-3.926	-3.925	-3.923	-3.922	-3.921	-3.919	-3.918	-3.917
		N _{máx}	2.794	2.794	2.795	2.796	2.797	2.798	2.799	2.799	2.800
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.008	-0.007	-0.006	-0.004	-0.003	-0.003	-0.001	-0.001	0.000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.071 m	0.259 m	0.446 m	0.822 m	1.009 m	1.197 m	1.572 m	1.760 m	1.947 m
		Vz _{máx}	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.008	0.009	0.010
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.005	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.005
		My _{máx}	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.250 m	0.451 m	0.651 m	0.851 m	1.051 m	1.252 m	1.452 m	1.652 m
N16/N17	Acero laminado	N _{mín}	-1.848	-1.847	-1.846	-1.846	-1.845	-1.844	-1.844	-1.843	-1.842
		N _{máx}	2.692	2.694	2.695	2.696	2.697	2.698	2.699	2.700	2.701
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz _{máx}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.005
		My _{máx}	0.004	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.066 m	0.276 m	0.485 m	0.905 m	1.114 m	1.324 m	1.743 m	1.953 m	2.162 m
N18/N17	Acero laminado	N _{mín}	-3.822	-3.820	-3.819	-3.816	-3.815	-3.814	-3.811	-3.810	-3.808
		N _{máx}	2.598	2.599	2.600	2.601	2.602	2.603	2.605	2.605	2.606
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.009	-0.007	-0.006	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.000
		Vz _{máx}	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.008	0.009	0.010
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.003	-0.005	-0.007
		My _{máx}	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.057 m	0.245 m	0.433 m	0.809 m	0.997 m	1.186 m	1.562 m	1.750 m	1.938 m
N18/N5	Acero laminado	N _{mín}	-4.145	-4.144	-4.143	-4.141	-4.140	-4.139	-4.138	-4.137	-4.136
		N _{máx}	5.155	5.157	5.158	5.161	5.163	5.164	5.168	5.169	5.171
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		My _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.057 m	0.245 m	0.433 m	0.809 m	0.997 m	1.186 m	1.562 m	1.750 m	1.938 m
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.137 m	0.223 m	0.224 m
N19/N20	Acero laminado	N _{min}	-0.536	-0.536	-0.536	-0.535	-0.535
		N _{máx}	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102
		Vz _{máx}	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.009	-0.009	0.000	-0.011	-0.012
		My _{máx}	0.012	0.012	0.000	0.009	0.009
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.255 m	0.429 m	0.604 m	0.778 m	0.952 m	1.127 m	1.301 m
N21/N20	Acero laminado	N _{min}	-0.959	-0.959	-0.959	-0.959	-0.959	-0.958	-0.958
		N _{máx}	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001
		Vz _{máx}	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003
		My _{máx}	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.280 m	0.508 m	0.509 m
N21/N22	Acero laminado	N _{min}	-0.172	-0.172	-0.171	-0.171	-0.171
		N _{máx}	0.071	0.071	0.071	0.072	0.072
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz _{máx}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.050 m	0.051 m	0.280 m	0.508 m	0.509 m
		$M_{y_{\min}}$	-0.002	-0.002	0.000	-0.002	-0.002
		$M_{y_{\max}}$	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.135 m	0.351 m	0.566 m	0.782 m	0.997 m	1.213 m	1.429 m
N23/N22	Acero laminado	N_{\min}	-2.591	-2.590	-2.590	-2.589	-2.589	-2.589	-2.588
		N_{\max}	1.839	1.839	1.840	1.840	1.840	1.841	1.841
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.005	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.001
		$V_{z_{\max}}$	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y_{\max}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.050 m	0.051 m	0.236 m	0.423 m	0.609 m	0.794 m	0.795 m
N23/N24	Acero laminado	N_{\min}	-0.661	-0.661	-0.660	-0.660	-0.660	-0.660	-0.660
		N_{\max}	1.011	1.011	1.012	1.012	1.012	1.013	1.013
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		$V_{z_{\max}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001
		$M_{y_{\max}}$	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.098 m	0.283 m	0.467 m	0.652 m	0.837 m	1.022 m	1.206 m	1.391 m
N25/N24	Acero laminado	N_{\min}	-3.012	-3.012	-3.011	-3.011	-3.010	-3.009	-3.009	-3.008
		N_{\max}	2.145	2.145	2.146	2.146	2.146	2.147	2.147	2.148
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
		$V_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.098 m	0.283 m	0.467 m	0.652 m	0.837 m	1.022 m	1.206 m	1.391 m	1.576 m
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.222 m	0.394 m	0.565 m	0.737 m	0.909 m	1.080 m	1.081 m
N25/N26	Acero laminado	$N_{m\acute{a}x}$	-1.083	-1.083	-1.082	-1.082	-1.082	-1.082	-1.081	-1.081	-1.081
		$N_{m\acute{a}x}$	1.602	1.602	1.603	1.603	1.604	1.605	1.605	1.606	1.606
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.081 m	0.290 m	0.498 m	0.707 m	0.916 m	1.124 m	1.333 m	1.542 m	1.750 m
N27/N26	Acero laminado	$N_{m\acute{a}x}$	-3.361	-3.361	-3.360	-3.359	-3.358	-3.357	-3.356	-3.355	-3.355
		$N_{m\acute{a}x}$	2.381	2.381	2.382	2.382	2.383	2.383	2.384	2.384	2.385
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.007	-0.005	-0.004	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.004
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.269 m	0.489 m	0.708 m	0.928 m	1.147 m	1.366 m	1.367 m
N27/N28	Acero laminado	$N_{m\acute{a}x}$	-1.479	-1.479	-1.479	-1.478	-1.478	-1.477	-1.477	-1.476	-1.476
		$N_{m\acute{a}x}$	2.167	2.167	2.168	2.168	2.169	2.170	2.171	2.172	2.172
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.071 m	0.259 m	0.446 m	0.822 m	1.009 m	1.197 m	1.572 m	1.760 m	1.947 m
N29/N28	Acero laminado	N _{min}	-3.934	-3.932	-3.931	-3.929	-3.928	-3.927	-3.925	-3.924	-3.923
		N _{máx}	2.803	2.804	2.805	2.806	2.806	2.807	2.808	2.809	2.810
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.008	-0.007	-0.006	-0.004	-0.003	-0.003	-0.001	-0.001	0.000
		Vz _{máx}	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.008	0.009	0.010
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.005	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.005
		My _{máx}	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.250 m	0.451 m	0.651 m	0.851 m	1.051 m	1.252 m	1.452 m	1.652 m
N29/N30	Acero laminado	N _{min}	-1.852	-1.852	-1.851	-1.850	-1.850	-1.849	-1.848	-1.848	-1.847
		N _{máx}	2.697	2.698	2.699	2.700	2.701	2.702	2.703	2.704	2.706
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz _{máx}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003
		My _{máx}	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.004	0.005
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.066 m	0.276 m	0.485 m	0.905 m	1.114 m	1.324 m	1.743 m	1.953 m	2.162 m
N18/N30	Acero laminado	N _{min}	-3.821	-3.820	-3.818	-3.816	-3.814	-3.813	-3.810	-3.809	-3.808
		N _{máx}	2.682	2.683	2.684	2.685	2.686	2.687	2.689	2.689	2.690
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.008	-0.007	-0.006	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.000
		Vz _{máx}	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.008	0.009	0.010
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.003	-0.005	-0.007
		My _{máx}	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

1.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)



My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N31	83.93	0.000	-8.963	0.000	5.140	0.000	15.822	0.000	GV	Cumple
N31/N2	34.36	0.000	-6.874	0.000	-1.187	0.000	-5.608	0.000	GV	Cumple
N3/N32	83.93	0.000	-8.964	0.000	-5.140	0.000	-15.822	0.000	GV	Cumple
N32/N4	34.36	0.000	-6.874	0.000	1.187	0.000	5.608	0.000	GV	Cumple
N2/N7	84.76	1.435	-27.832	0.000	-0.029	0.000	0.776	0.000	GV	Cumple
N7/N9	87.95	0.059	-29.173	0.000	-0.024	0.000	0.756	0.000	GV	Cumple
N9/N11	73.97	0.744	-26.883	0.000	0.063	0.000	0.261	0.000	GV	Cumple
N11/N13	44.27	0.740	-24.375	0.000	0.042	0.000	0.202	0.000	GV	Cumple
N13/N15	39.06	0.570	-21.821	0.000	-0.059	0.000	0.146	0.000	GV	Cumple
N15/N17	34.96	0.901	-19.203	0.000	0.044	0.000	0.166	0.000	GV	Cumple
N17/N5	34.19	1.457	-16.843	0.000	0.694	0.000	-0.369	0.000	GV	Cumple
N4/N20	84.76	1.435	-27.832	0.000	-0.029	0.000	0.776	0.000	GV	Cumple
N20/N22	87.95	0.059	-29.173	0.000	-0.024	0.000	0.756	0.000	GV	Cumple
N22/N24	73.97	0.744	-26.884	0.000	0.064	0.000	0.261	0.000	GV	Cumple
N24/N26	44.27	0.738	-24.375	0.000	0.040	0.000	0.202	0.000	GV	Cumple
N26/N28	39.02	0.736	-21.815	0.000	0.060	0.000	0.144	0.000	GV	Cumple
N28/N30	34.92	0.733	-19.218	0.000	-0.070	0.000	0.162	0.000	GV	Cumple
N30/N5	33.88	1.428	-16.845	0.000	0.694	0.000	-0.349	0.000	GV	Cumple
N2/N6	86.53	1.429	-20.278	0.000	0.306	0.000	-0.419	0.000	GV	Cumple
N6/N8	86.56	0.000	-20.363	0.000	-0.229	0.000	-0.408	0.000	GV	Cumple
N8/N10	80.48	0.111	-20.751	0.000	-0.028	0.000	-0.099	0.000	GV	Cumple
N10/N12	45.26	0.068	-18.718	0.000	-0.036	0.000	-0.081	0.000	GV	Cumple
N12/N14	40.18	0.049	-16.824	0.000	-0.025	0.000	-0.053	0.000	GV	Cumple
N14/N16	35.78	1.412	-14.979	0.000	0.017	0.000	-0.048	0.000	GV	Cumple
N16/N18	31.91	1.381	-13.056	0.000	-0.080	0.000	0.072	0.000	GV	Cumple
N18/N29	32.25	0.048	-13.201	0.000	0.082	0.000	0.072	0.000	GV	Cumple
N29/N27	36.33	0.025	-15.191	0.000	-0.018	0.000	-0.050	0.000	GV	Cumple
N27/N25	40.77	1.380	-17.056	0.000	0.026	0.000	-0.055	0.000	GV	Cumple
N25/N23	45.66	1.361	-18.899	0.000	0.033	0.000	-0.081	0.000	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{ésimos}						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N23/N21	80.30	1.318	-20.605	0.000	0.039	0.000	-0.114	0.000	GV	Cumple
N21/N19	82.83	1.429	-19.671	0.000	0.185	0.000	-0.362	0.000	GV	Cumple
N19/N4	82.79	0.000	-19.569	0.000	-0.275	0.000	-0.376	0.000	GV	Cumple
N6/N7	55.47	0.050	-0.529	0.000	-0.135	0.000	-0.012	0.000	GV	Cumple
N8/N7	47.67	1.301	-0.873	0.000	0.003	0.000	-0.003	0.000	GV	Cumple
N8/N9	10.68	0.509	-0.121	0.000	-0.007	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N10/N9	71.22	0.351	-2.590	0.000	-0.001	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N10/N11	51.87	0.795	-0.775	0.000	-0.002	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N12/N11	93.28	0.283	-3.011	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N12/N13	62.80	1.081	-1.114	0.000	-0.002	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N14/N13	84.97	1.750	-3.360	0.000	0.008	0.000	-0.004	0.000	GV	Cumple
N14/N15	71.05	0.050	-1.480	0.000	-0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Cumple
N16/N15	96.81	1.947	-3.917	0.000	0.010	0.000	-0.005	0.000	GV	Cumple
N16/N17	62.35	1.652	-1.842	0.000	-0.004	0.000	0.003	0.000	GV	Cumple
N18/N17	76.33	2.162	-3.808	0.000	0.010	0.000	-0.007	0.000	GV	Cumple
N18/N5	95.95	0.057	-4.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N19/N20	55.47	0.050	-0.529	0.000	0.135	0.000	0.012	0.000	GV	Cumple
N21/N20	52.09	1.301	-0.958	0.000	0.003	0.000	-0.003	0.000	GV	Cumple
N21/N22	8.15	0.509	-0.119	0.000	-0.005	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N23/N22	71.22	0.351	-2.590	0.000	-0.001	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N23/N24	44.36	0.795	-0.658	0.000	0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Cumple
N25/N24	93.30	0.283	-3.012	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	GV	Cumple
N25/N26	60.97	1.081	-1.081	0.000	0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Cumple
N27/N26	84.85	1.750	-3.355	0.000	0.008	0.000	-0.004	0.000	GV	Cumple
N27/N28	71.09	0.050	-1.479	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	GV	Cumple
N29/N28	96.95	1.947	-3.923	0.000	0.010	0.000	-0.005	0.000	GV	Cumple
N29/N30	62.52	1.652	-1.847	0.000	0.004	0.000	-0.003	0.000	GV	Cumple
N18/N30	76.30	2.162	-3.808	0.000	0.010	0.000	-0.007	0.000	GV	Cumple

1.3.2.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p_{ésimo} de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.000	0.00	3.500	12.72	0.000	0.00	3.500	23.39
	-	L/(>1000)	3.500	L/629.0	-	L/(>1000)	3.500	L/629.3
N3/N4	0.000	0.00	3.500	12.72	0.000	0.00	3.250	21.33
	-	L/(>1000)	3.500	L/629.0	-	L/(>1000)	3.500	L/629.3



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N5	7.246 -	0.00 L/(>1000)	3.612 3.612	19.74 L/514.5	7.246 -	0.00 L/(>1000)	3.612 3.612	26.85 L/547.3
N4/N5	7.223 -	0.00 L/(>1000)	3.612 3.612	19.68 L/514.7	7.223 -	0.00 L/(>1000)	3.612 3.612	26.66 L/523.7
N2/N4	17.605 -	0.00 L/(>1000)	7.825 7.825	40.76 L/490.7	17.605 -	0.00 L/(>1000)	8.053 12.559	55.67 L/514.6
N6/N7	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 0.173	0.01 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 0.173	0.01 L/(>1000)
N8/N7	0.523 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.72 L/(>1000)	0.523 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.96 L/(>1000)
N8/N9	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.230 0.001	0.01 L/(>1000)	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.230 0.001	0.01 L/(>1000)
N10/N9	0.862 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.33 L/(>1000)	0.862 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.42 L/(>1000)
N10/N11	0.186 -	0.00 L/(>1000)	0.559 0.559	0.07 L/(>1000)	0.186 -	0.00 L/(>1000)	0.559 0.559	0.10 L/(>1000)
N12/N11	1.108 -	0.00 L/(>1000)	0.554 0.554	0.29 L/(>1000)	1.108 -	0.00 L/(>1000)	0.554 0.554	0.35 L/(>1000)
N12/N13	0.859 -	0.00 L/(>1000)	0.859 0.859	0.10 L/(>1000)	0.859 -	0.00 L/(>1000)	0.859 0.859	0.13 L/(>1000)
N14/N13	0.626 -	0.00 L/(>1000)	0.626 0.626	0.25 L/(>1000)	0.626 -	0.00 L/(>1000)	0.626 0.626	0.29 L/(>1000)
N14/N15	0.658 -	0.00 L/(>1000)	1.097 1.097	0.10 L/(>1000)	0.439 -	0.00 L/(>1000)	1.097 1.097	0.13 L/(>1000)
N16/N15	1.313 -	0.00 L/(>1000)	0.563 0.563	0.32 L/(>1000)	0.938 -	0.00 L/(>1000)	0.563 0.563	0.38 L/(>1000)
N16/N17	0.401 -	0.00 L/(>1000)	1.202 1.202	0.19 L/(>1000)	0.401 -	0.00 L/(>1000)	1.202 1.202	0.26 L/(>1000)
N18/N17	1.468 -	0.00 L/(>1000)	1.677 1.677	0.14 L/(>1000)	1.468 -	0.00 L/(>1000)	1.468 1.677	0.24 L/(>1000)
N18/N5	1.317 -	0.00 L/(>1000)	1.505 1.505	0.03 L/(>1000)	1.317 -	0.00 L/(>1000)	1.505 1.505	0.06 L/(>1000)
N19/N20	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 0.173	0.01 L/(>1000)	0.087 -	0.00 L/(>1000)	0.087 0.173	0.01 L/(>1000)
N21/N20	0.697 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.72 L/(>1000)	0.697 -	0.00 L/(>1000)	0.523 0.523	0.95 L/(>1000)
N21/N22	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.230 0.001	0.01 L/(>1000)	0.230 -	0.00 L/(>1000)	0.230 0.001	0.01 L/(>1000)
N23/N22	0.862 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.34 L/(>1000)	0.862 -	0.00 L/(>1000)	0.647 0.647	0.42 L/(>1000)
N23/N24	0.186 -	0.00 L/(>1000)	0.559 0.559	0.07 L/(>1000)	0.186 -	0.00 L/(>1000)	0.559 0.559	0.10 L/(>1000)
N25/N24	1.108 -	0.00 L/(>1000)	0.554 0.554	0.29 L/(>1000)	1.108 -	0.00 L/(>1000)	0.554 0.554	0.35 L/(>1000)
N25/N26	0.859 -	0.00 L/(>1000)	0.859 0.859	0.10 L/(>1000)	0.859 -	0.00 L/(>1000)	0.859 0.859	0.13 L/(>1000)
N27/N26	0.626 -	0.00 L/(>1000)	0.626 0.626	0.25 L/(>1000)	0.626 -	0.00 L/(>1000)	0.626 0.626	0.29 L/(>1000)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N27/N28	0.439 -	0.00 L/(>1000)	1.097 1.097	0.10 L/(>1000)	0.439 -	0.00 L/(>1000)	1.097 1.097	0.13 L/(>1000)
N29/N28	1.126 -	0.00 L/(>1000)	0.563 0.563	0.32 L/(>1000)	0.938 -	0.00 L/(>1000)	0.563 0.563	0.38 L/(>1000)
N29/N30	1.202 -	0.00 L/(>1000)	1.202 1.202	0.19 L/(>1000)	1.202 -	0.00 L/(>1000)	1.202 1.202	0.26 L/(>1000)
N18/N30	1.468 -	0.00 L/(>1000)	1.677 1.677	0.14 L/(>1000)	1.258 -	0.00 L/(>1000)	1.468 1.677	0.24 L/(>1000)

1.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 65.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 14.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 83.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 83.9$
N31/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 23.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 34.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 34.4$
N3/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 65.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 14.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 83.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 83.9$
N32/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 4 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 23.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 34.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 34.4$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 23.7$	x: 0 m $\eta = 72.4$	x: 1.43 m $\eta = 19.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 84.8$	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 84.8$
N7/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 24.4$	x: 0.057 m $\eta = 75.7$	x: 0.059 m $\eta = 19.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 4.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.059 m $\eta = 88.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 88.0$
N9/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 22.5$	x: 0.046 m $\eta = 69.8$	x: 0.744 m $\eta = 6.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 2.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.744 m $\eta = 74.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 74.0$
N11/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 20.7$	x: 0.038 m $\eta = 41.1$	x: 0.74 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.74 m $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 44.3$
N13/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 18.8$	x: 0.038 m $\eta = 36.8$	x: 0.57 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 2.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.57 m $\eta = 39.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 39.1$
N15/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 16.8$	x: 0 m $\eta = 32.4$	x: 0.901 m $\eta = 4.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.901 m $\eta = 35.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 35.0$
N17/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.46 m $\eta = 15.0$	x: 0.042 m $\eta = 28.5$	x: 1.46 m $\eta = 9.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.46 m $\eta = 3.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.46 m $\eta = 34.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 34.2$
N4/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 23.1$	x: 0 m $\eta = 72.4$	x: 1.43 m $\eta = 19.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 84.8$	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 84.8$
N20/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 24.2$	x: 0.057 m $\eta = 75.7$	x: 0.059 m $\eta = 19.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 4.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.059 m $\eta = 88.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 88.0$
N22/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 22.5$	x: 0.046 m $\eta = 69.8$	x: 0.744 m $\eta = 6.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 2.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.744 m $\eta = 74.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 74.0$
N24/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.44 m $\eta = 20.7$	x: 0.038 m $\eta = 41.1$	x: 0.738 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.44 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.738 m $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 44.3$
N26/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 18.8$	x: 0.038 m $\eta = 36.8$	x: 0.736 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 2.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.736 m $\eta = 39.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 39.0$
N28/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 16.8$	x: 0.035 m $\eta = 32.4$	x: 0.733 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.035 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.733 m $\eta = 34.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 34.9$
N30/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 15.0$	x: 0.042 m $\eta = 28.5$	x: 1.43 m $\eta = 8.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 3.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 33.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 33.9$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.3$	$\eta = 76.3$	x: 1.43 m $\eta = 18.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 86.5$	x: 0.179 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
N6/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.5$	$\eta = 76.6$	x: 0 m $\eta = 18.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.39 m $\eta = 1.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 86.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 86.6$
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 38.3$	$\eta = 78.1$	x: 0.111 m $\eta = 5.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.4 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.111 m $\eta = 80.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 80.5$
N10/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 35.1$	$\eta = 43.3$	x: 0.068 m $\eta = 3.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.41 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.068 m $\eta = 45.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 45.3$
N12/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 31.7$	$\eta = 38.9$	x: 0.051 m $\eta = 2.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.41 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.049 m $\eta = 40.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 40.2$
N14/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 28.3$	$\eta = 34.6$	x: 0.957 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.047 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.41 m $\eta = 35.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 35.8$
N16/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 24.6$	$\eta = 30.2$	x: 1.38 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.38 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.38 m $\eta = 31.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 31.9$
N18/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 24.6$	$\eta = 30.5$	x: 0.048 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.048 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.048 m $\eta = 32.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 32.2$
N29/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 28.3$	$\eta = 35.1$	x: 0.477 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.38 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.025 m $\eta = 36.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 36.3$



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_Y V_Z$	$M_Y V_Y$	
N27/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 31.7$	$\eta = 39.4$	x: 1.38 m $\eta = 2.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.022 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.38 m $\eta = 40.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 40.8$
N25/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 35.1$	$\eta = 43.7$	x: 1.36 m $\eta = 3.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.02 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.36 m $\eta = 45.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 45.7$
N23/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 38.3$	$\eta = 77.5$	x: 1.32 m $\eta = 5.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.027 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.32 m $\eta = 80.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 80.3$
N21/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.5$	$\eta = 74.0$	x: 1.43 m $\eta = 18.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.043 m $\eta = 1.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.43 m $\eta = 82.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 82.8$
N19/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta = 36.3$	$\eta = 73.6$	x: 0 m $\eta = 18.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 82.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 82.8$
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.223 m $\eta = 9.0$	x: 0.05 m $\eta = 11.1$	x: 0.05 m $\eta = 42.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 7.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.05 m $\eta = 55.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 55.5$
N8/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.3 m $\eta = 15.1$	x: 0.255 m $\eta = 41.4$	x: 1.3 m $\eta = 5.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.255 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.3 m $\eta = 47.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 47.7$
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.508 m $\eta = 1.3$	x: 0.05 m $\eta = 5.9$	x: 0.509 m $\eta = 7.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.509 m $\eta = 10.7$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.7$
N10/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 15.5$	x: 0.135 m $\eta = 68.3$	x: 0.135 m $\eta = 2.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.351 m $\eta = 71.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 71.2$
N10/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.794 m $\eta = 17.1$	x: 0.05 m $\eta = 47.8$	x: 0.795 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.795 m $\eta = 51.9$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 51.9$
N12/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.57 m $\eta = 15.6$	x: 0.098 m $\eta = 90.5$	x: 0.098 m $\eta = 2.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.58 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.283 m $\eta = 93.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 93.3$
N12/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.08 m $\eta = 21.3$	x: 0.05 m $\eta = 59.0$	x: 1.08 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.08 m $\eta = 62.8$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 62.8$
N14/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.75 m $\eta = 14.7$	x: 0.081 m $\eta = 81.4$	x: 1.75 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.75 m $\eta = 85.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 85.0$
N14/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.37 m $\eta = 23.8$	x: 0.05 m $\eta = 68.0$	x: 1.37 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.05 m $\eta = 71.0$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 71.0$
N16/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.95 m $\eta = 14.0$	x: 0.071 m $\eta = 92.5$	x: 1.95 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.95 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.95 m $\eta = 96.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 96.8$
N16/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.65 m $\eta = 19.2$	x: 0.05 m $\eta = 58.2$	x: 1.65 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.65 m $\eta = 62.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 62.3$
N18/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 2.16 m $\eta = 12.7$	x: 0.066 m $\eta = 69.2$	x: 2.16 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.16 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.16 m $\eta = 76.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 76.3$
N18/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.94 m $\eta = 25.8$	x: 0.057 m $\eta = 96.0$	x: 1.94 m $\eta = 0.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.057 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.94 m $\eta = 95.9$	x: 0.057 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 96.0$
N19/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.223 m $\eta = 7.8$	x: 0.05 m $\eta = 11.1$	x: 0.05 m $\eta = 42.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 7.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.05 m $\eta = 55.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 55.5$
N21/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.3 m $\eta = 15.1$	x: 0.255 m $\eta = 45.5$	x: 1.3 m $\eta = 5.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.255 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.3 m $\eta = 52.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 52.1$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.508 m $\eta = 1.2$	x: 0.05 m $\eta = 5.9$	x: 0.509 m $\eta = 7.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.509 m $\eta = 8.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.1$
N23/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.43 m $\eta = 13.1$	x: 0.135 m $\eta = 68.3$	x: 0.135 m $\eta = 2.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.43 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.351 m $\eta = 71.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 71.2$
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 0.794 m $\eta = 17.1$	x: 0.05 m $\eta = 40.7$	x: 0.795 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.795 m $\eta = 44.4$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 44.4$
N25/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.57 m $\eta = 15.2$	x: 0.098 m $\eta = 90.5$	x: 0.098 m $\eta = 2.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.58 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.283 m $\eta = 93.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 93.3$
N25/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.08 m $\eta = 21.3$	x: 0.05 m $\eta = 57.2$	x: 1.08 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.08 m $\eta = 61.0$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 61.0$
N27/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.75 m $\eta = 14.7$	x: 0.081 m $\eta = 81.3$	x: 1.75 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.75 m $\eta = 84.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 84.9$
N27/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.37 m $\eta = 23.8$	x: 0.05 m $\eta = 67.9$	x: 1.37 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.05 m $\eta = 71.1$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 71.1$
N29/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.95 m $\eta = 14.0$	x: 0.071 m $\eta = 92.6$	x: 1.95 m $\eta = 2.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.95 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.95 m $\eta = 96.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 96.9$
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.65 m $\eta = 19.2$	x: 0.05 m $\eta = 58.4$	x: 1.65 m $\eta = 4.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.65 m $\eta = 62.5$	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 62.5$
N18/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 2.16 m $\eta = 13.1$	x: 0.066 m $\eta = 69.2$	x: 2.16 m $\eta = 5.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.16 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.16 m $\eta = 76.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 76.3$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_Y : Resistencia a flexión eje Y M_Z : Resistencia a flexión eje Z V_Z : Resistencia a corte Z V_Y : Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_Y V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_Y V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															



1.4.- Placas de anclaje

1.4.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3	Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)	8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta

1.4.2.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 11.981 t Calculado: 10.655 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 8.386 t Calculado: 0.688 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.981 t Calculado: 11.637 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 10.036 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2059.53 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 28.033 t Calculado: 0.645 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 1785.05 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1785.05 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2659.9 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2379.86 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1145.48	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1145.48	Cumple



Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Arriba:	Calculado: 3280.48	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3060.89	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2758.04 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 11.981 t Calculado: 10.655 t Máximo: 8.386 t Calculado: 0.688 t Máximo: 11.981 t Calculado: 11.637 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 10.036 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm ² Calculado: 2059.53 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 28.033 t Calculado: 0.645 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2133.38 kp/cm ² Calculado: 2133.38 kp/cm ² Calculado: 2379.87 kp/cm ² Calculado: 2659.9 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	



Referencia: N3

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm

-Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta

-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada

-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)

Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 1005.08	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1005.08	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3060.89	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3128.84	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm ² Calculado: 2758.04 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.- CIMENTACIÓN

2.1.- Elementos de cimentación aislados

2.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1	Zapata cuadrada Ancho: 285.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 16Ø12c/17 Sup Y: 16Ø12c/17 Inf X: 16Ø12c/17 Inf Y: 16Ø12c/17
N3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 202.5 cm Ancho inicial Y: 182.5 cm Ancho final X: 202.5 cm Ancho final Y: 27.5 cm Ancho zapata X: 405.0 cm Ancho zapata Y: 210.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 16Ø12c/12.5 Sup Y: 32Ø12c/12.5 Inf X: 16Ø12c/12.5 Inf Y: 32Ø12c/12.5

2.1.2.- Comprobación

Referencia: N1

Dimensiones: 285 x 285 x 65

Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.303 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.125 kp/cm ² Calculado: 0.256 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.125 kp/cm ² Calculado: 0.606 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾		No procede



Referencia: N1		
Dimensiones: 285 x 285 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> (1) Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 16.2 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.82	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 2.65 t·m Momento: 13.15 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.36 t Cortante: 13.10 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 9.4 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 54 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple



Referencia: N1		
Dimensiones: 285 x 285 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 62 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N3		
Dimensiones: 405 x 210 x 90		
Armados: Xi:Ø12c/12.5 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø12c/12.5 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.494 kp/cm ²	Cumple



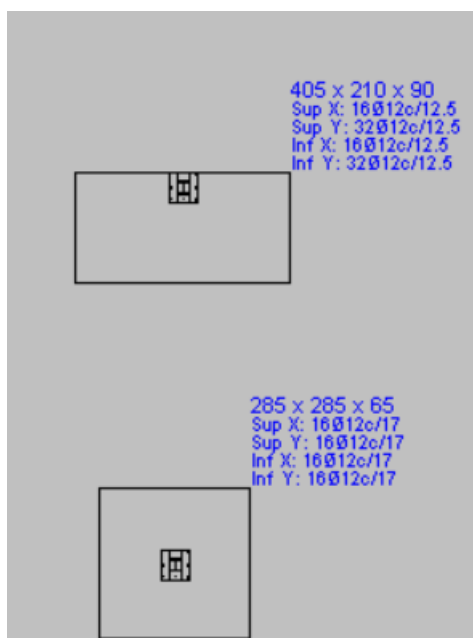
Referencia: N3		
Dimensiones: 405 x 210 x 90		
Armados: Xi:Ø12c/12.5 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø12c/12.5 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.125 kp/cm ² Calculado: 0.496 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.125 kp/cm ² Calculado: 0.988 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	 Reserva seguridad: 3.5 %	 Cumple
(1) Sin momento de vuelco		
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 9.07	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 4.14 t·m Momento: 19.60 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.53 t Cortante: 15.68 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 10.54 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 54 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 405 x 210 x 90		
Armados: Xi:Ø12c/12.5 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø12c/12.5 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 96 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 96 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 405 x 210 x 90		
Armados: Xi:Ø12c/12.5 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø12c/12.5 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



En la ilustración se aprecia la cimentación que resulta de la solución 2:

N1 el de la zapata aislada , N3 el de la zapata de medianería. Una vez se han descrito las cimentaciones hay que explicar que las cimentaciones resultantes son de unas dimensiones bastante grandes esto es debido a la ausencia de vigas de atado que unen estas zapatas del pórtico tipo con el resto de pórticos. Además en la zapata de medianería no se ha introducido el macizo de hormigón en masa el cual mediante una viga centradora centre la carga de la zapata de medianería y reduzca sus dimensiones.

Se considera válida la cimentación debido a que se trata de un estudio de soluciones donde se comparan las distintas soluciones.



