



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m² SITUADO EN MONCADA

AUTOR: ELENA FERNÁNDEZ MANUEL

TUTOR: JOSÉ MIGUEL MONTALVA SUBIRATS

COTUTOR: JUAN JAIME CANO HURTADO

Curso Académico: 2013-14

MEMORIA Y ANEJOS

Índice de la memoria

1	OBJETO DEL TRABAJO	5
2	INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	5
2.1	Motivación.....	5
3	NORMATIVA APLICADA	6
4	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	6
5	REQUERIMIENTOS ESPACIALES	9
6	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	11
6.1	Actuaciones previas.....	11
6.2	Cimentación y solera	11
6.4	Cerramientos	13
6.4.1	Cerramiento de fachadas	13
6.4.2	Cerramiento de cubierta	14
6.5	Estructura	16
6.5.1	Pórticos.....	16
6.5.2	Elementos de arriostramiento lateral y frontal.....	17
6.5.3	Viga contraviento.....	18
6.6	Materiales.....	19
6.6.1	Acero.....	19
6.6.2	Hormigón.....	22
7	PRESUPUESTO.....	24

Anejo de cálculo

1	MODELO ESTRUCTURAL	27
2	MATERIALES.....	27
2.1	Hormigón.....	27
2.2	Acero.....	28
3	ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO	29
3.1	Acciones permanentes	29
3.1.1	Peso Propio.....	29
3.2	Acciones variables	29
3.2.1	Sobrecarga de uso	29
3.2.2	Viento	30
3.2.3	Nieve.....	31
3.3	Acciones accidentales.....	32
4	COMBINACIONES DE CÁLCULO	32
5	ESTRUCTURA METÁLICA.....	33
5.1	Correas.....	33
5.2	Pórtico interior.....	39
5.2.1	GEOMETRÍA	40
5.2.2	CARGAS.....	41
5.2.3	RESULTADOS.....	42
5.3	Pórtico de fachada frontal	78
5.3.1	GEOMETRÍA	79
5.3.2	CARGAS.....	80
5.3.3	RESULTADOS.....	86
5.4	Viga contraviento.....	194
5.4.1	GEOMETRÍA	195

5.4.2	CARGAS.....	195
5.4.3	RESULTADOS.....	196
5.5	Arriostamiento de fachada lateral y viga perimetral	214
5.5.1	GEOMETRÍA	215
5.5.2	CARGAS.....	215
5.5.3	RESULTADOS.....	216
5.6	Placas de anclaje.....	258
5.6.1	Descripción	258
5.6.2	Medición placas de anclaje.....	258
5.6.3	Medición pernos placas de anclaje.....	259
6	CIMENTACIONES.....	260
6.1	Zapatas de cimentación aisladas	260
6.1.1	Descripción	260
6.1.2	Medición.....	260
6.2	Vigas de atado	262
6.2.1	Descripción	262
6.2.2	Medición.....	263

1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto principal de este trabajo es realizar el cálculo completo de la estructura metálica y de la cimentación de una nave industrial, de acuerdo a la normativa vigente y mediante herramientas informáticas.

Se ha procedido de la siguiente forma para alcanzar el objetivo principal:

- Recopilación de la información necesaria para el planteamiento del cálculo estructural.
- Modelización de la estructura.
- Realización del cálculo estructural mediante el conjunto de programas informáticos CYPE 2014.
- Desarrollo de los documentos técnicos necesarios para la ejecución de la solución adoptada: Realización de los planos convenientes en AUTOCAD, presupuesto de la obra y la posterior realización de la memoria descriptiva a modo de resumen.

2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

Se desea construir una nave industrial, cuyas dimensiones y ubicación vienen predefinidas por un cliente ficticio, que esté destinada a albergar un centro de producción en el que se efectúa una serie de procesos relacionados con:

-Recepción, concentración, adecuación y colocación de productos recibidos (proceso de entradas). Se debe verificar que no existan daños externos así como clasificar y contar los artículos descargados.

-Almacenamiento de productos en condiciones eficaces para su conservación. Se trata de colocar y guardar los productos en el lugar adecuado y con las condiciones óptimas en espera de la orden de entrega.

-Recogida de productos y preparación de la expedición de acuerdo con los requerimientos de los clientes (procesos de salida). Una vez recibida la orden de pedido se prepara el producto para proceder finalmente con la expedición.

2.2 Motivación

Los motivos que me han impulsado para el desarrollo de este Trabajo Final de Grado han sido principalmente los siguientes:

- La adaptación y aplicación de los conocimientos adquiridos durante mi formación académica en relación con el cálculo estructural y el desarrollo de proyectos para resolver un problema real.
- Tener un primer contacto con el mundo del proyecto de cálculo de estructuras industriales.
- Finalizar mis estudios de grado y tener acceso al Máster de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Valencia

3 NORMATIVA APLICADA

La normativa de obligado cumplimiento más relevante que se ha considerado en la redacción del presente trabajo ha sido:

- RD 413/2006. Por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. A continuación se citan los documentos básicos más importantes que se han tenido en cuenta en la realización de este trabajo:
 - DB-SE. Documento Básico. Seguridad Estructural.
 - DB-SE-AE. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
 - DB-SE-A. Documento Básico. Seguridad Estructural. Aceros.
- EHE-08. La **Instrucción Española del Hormigón Estructural** (EHE), normativa española sobre el cálculo y seguridad en estructuras de hormigón.

4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento destinado para la futura nave industrial es la parcela nº 21 del Polígono Industrial Moncada III, situado en el término municipal de Moncada, perteneciente a la provincia de Valencia.

Moncada está integrada en la comarca de L'Horta Nord, a 8 Km del norte de la ciudad de Valencia y a 7 del litoral mediterráneo. El territorio de Moncada es básicamente plano y su orografía está entre los 25 y los 90 metros sobre el nivel del mar.

La elección de este emplazamiento está basada en la buena comunicación y accesibilidad.

Las redes de comunicación básicas en el municipio de Moncada son:

- CARRETERA PROVINCIAL VALENCIA-MONCADA-NAQUERA. Cruza el término de Sur a Norte y la red de caminos locales que comunica el municipio con Masias, Massarrojos, Benifaraig...
- BY-PASS .
- LINEA 1 DE LOS FERROCARRILES DE LA GENERALITAT VALENCIANA.

El polígono, situado a un lado de la Autopista del Mediterráneo, tiene acceso a la carretera CV-315, como se observa en la siguiente imagen:



Figura 1 Vista aérea del Polígono Industrial Moncada III

El polígono industrial III de Moncada cumple las Normas Urbanísticas del Plan General.

Sistema de Ordenación: Edificación aislada
Tipología Edificatoria: Bloque adosado
Uso Global: Industrial

En la siguiente tabla se detallan los parámetros urbanísticos más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de realizar un proyecto de construcción en cualquiera de las parcelas del Polígono de Moncada III.

PARAMETROS URBANISTICOS			
Condiciones de Parcela y Edificación		Posición de la Edificación	
Parcela mínima	300 m ²	Retranqueos	
		Lindes frontales	>= 5 m.
Fachada mínima	10 m	Lindes traseros	>= 3 m.
Rectángulo inscrito	10x15 m	Lindes laterales	
Ángulo medianeras	> 80°	Parc. <= 1000 m ²	Adosado
		Parc. > 1000 m ²	>= 3 m.
Intensidad de la Edificación		Volumen y Forma	
Nº Plantas	3	Altura cornisa	12 m
Coeficiente ocupación máxima	80%	Cara inf. forjado techo Plta. Baja	<= 3,80 m
Edificabilidad neta máxima solar	1,45 m ² /m ² s	Desván bajo Cub. Inclinada	NO
		Entreplantas	SI
		Semisótanos	SI
		Sótanos	SI

OTRAS CONDICIONES			
Reserva de aparcamiento		1 cada 140 m ² o según el uso	
Naves pareadas		Superficie de parcela (S)	1.000 < S <= 4.000 m ²
Vallados	Patio de fachada	Zócalo h <= 0,90 m	Altura Total H <= 2,20 m
	Patios interiores	Cerramiento macizo	Altura Total 2 <= H <= 3 m
Cubiertas inclinadas		<i>Sobre los faldones no se permite que sobresalga ningún elemento o construcción excepto antenas y chimeneas</i>	
		Altura de la cumbrera	<= 4,00 m sobre altura cornisa
Control de residuos		En todo caso	Arqueta de toma de muestras
		Industrias contaminantes	Plan de control
Paneles de captación solar		Cubierta plana	Sin condiciones
		Cubierta inclinada	Adosados al faldón de cubierta
Depósito ACS solar		NO se permite por encima de los faldones de cubierta inclinada	

Tabla 1 Parámetros urbanísticos Polígono Industrial Moncada III

La parcela que se va a utilizar para la implantación del edificio industrial, puede verse en el **Plano 1. Situación y emplazamiento**, está limitada por el norte y oeste con otras parcelas ya edificadas, por el sur con la calle La Palmera y por el este con la calle Pla de Foios, la cual servirá de vía para el acceso al interior de la parcela de maquinaria y personal. Esta información se detalla en el **Plano 2. Replanteo**.

5 REQUERIMIENTOS ESPACIALES

La nave objeto del proyecto estará situada en una parcela de forma casi rectangular de 3700 m². La zona edificada de la parcela tiene unas dimensiones de 70x26 m, con lo cual ocupará un área de 1820 m², lo que representa el 49% de la superficie total del solar.

El resto de superficie no edificada no tiene en principio ningún uso particular, excepto una zona destinada para aparcamiento de vehículos con 14 plazas, 2 de ellas reservadas para minusválidos.

La nave en cuestión está compuesta por 15 pórticos a dos aguas con un 10% de pendiente y separados 5 m entre sí, y dispone de panel de sándwich en la cubierta y cerramiento lateral y frontal a base de placas de hormigón prefabricado de 16 cm de espesor.

Se detalla un resumen con las características básicas.

- Luz: 26 m.
- Longitud de la nave: 70 m.
- Separación entre pilares: 6,5 m.
- Altura de pilares: 7 m.
- Pendiente de los faldones: 10 %
- Altura de coronación: 8,3 m.
- Zona eólica: A
- Grado de aspereza: IV
- Tensión admisible del terreno: 0.2 MPa (se ha considerado este valor debido a los estudios geotécnicos realizados en las parcelas colindantes).

Se ha realizado un cuadro de superficies con los distintos departamentos encargados de llevar a cabo las tareas relacionadas con el centro de producción y almacenaje, y la distribución en planta del proceso productivo que se realizará en el interior de la nave construida.

ACTIVIDAD	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
OFICINAS	179 m ²
RECEPCIÓN	351 m ²
ALMACENAJE	351 m ²
PREPARACIÓN PEDIDOS	455 m ²
EXPEDICIÓN	430,40 m ²
BAÑOS	53,60 m ²

Tabla 2 Cuadro de superficies

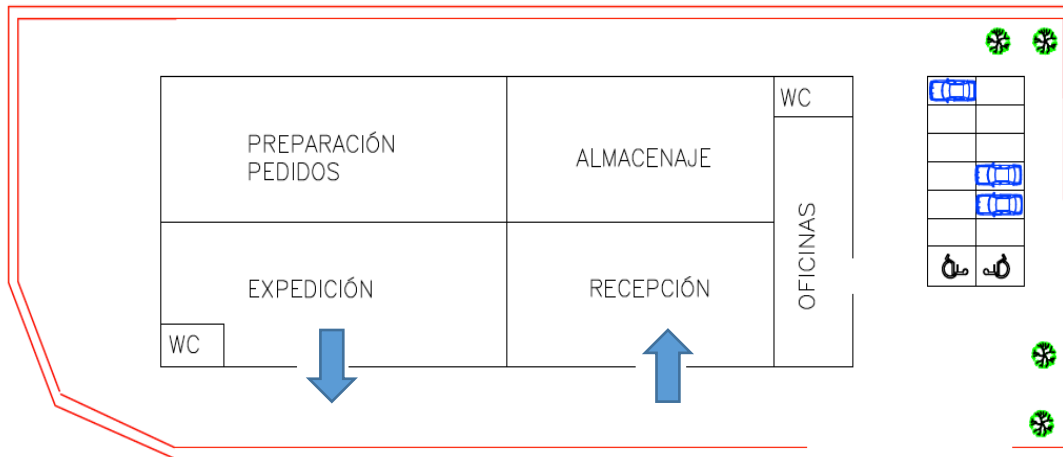


Figura 2 Distribución en planta

Como se puede comprobar en la imagen y más detalladamente en el **Plano 4.3 Fachada lateral** la fachada lateral correspondiente a la zona este, dispone de dos puertas grandes adaptadas para el paso de camiones. En la zona de recepción se habilita una puerta para la entrada de camiones y en la zona de expedición se habilita otra puerta de salida.

6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1 Actuaciones previas

Se precisa realizar un desbroce y limpieza de la parcela, con la maquinaria adecuada. Este desbroce y limpieza comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación todo tipo de broza, escombros, maleza, etc. No presenta desniveles, por lo que no es necesario realizar un movimiento de tierras para eliminar la diferencia de cotas.

Posteriormente se realizará el replanteo para fijar los puntos y niveles de referencia y concretar las tareas de excavación de las zapatas y vigas de atado.

La excavación se ejecuta en sucesivas franjas horizontales y se finaliza con la extracción de tierras, llevando el exceso de tierras al vertedero.

6.2 Cimentación y solera

Sobre la superficie de excavación de las zapatas y vigas de atado se debe de extender una capa de hormigón de regularización de acero HL-150, llamada también solera de asiento, que tiene un espesor mínimo de 10 cm y que sirve de base para la posterior cimentación y facilita la colocación del armado.

La cimentación, que es la parte de la estructura encargada de transmitir las cargas al terreno, es superficial y se ha resuelto por medio de zapatas aisladas relacionadas entre sí con vigas de atado. Como material se ha utilizado hormigón armado del tipo HA-25/B/30/IIa y acero B 500 S. Se han utilizado 3 tipos diferentes de zapatas y 2 tipos de vigas de atado como se puede comprobar en el **Plano 3. Cimentación**. La disposición del armado en las zapatas siempre es en forma de parrilla. En este caso se dispone de armado inferior y superior en las zapatas.

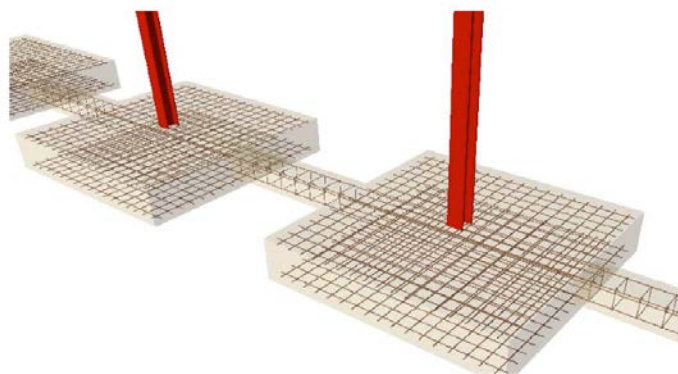


Figura 3 Zapatas aisladas y vigas de atado

Posteriormente se extiende sobre el terreno una capa base compuesta por zahorra natural caliza previamente compactada al 95 % de 15 cm de espesor. Esta capa estará dispuesta entre la parte superior del cemento y la parte inferior de la solera.

El carácter fundamental de las soleras es servir de elemento de separación con el terreno. En nuestro caso se dispondrá una solera de 15 cm de espesor de hormigón armado HA-25/B/20/IIa vertido desde camión y malla electrosoldada ME 15x15 de 5 mm de diámetro, sin tratamiento específico de su superficie.

En la siguiente tabla se detalla la geometría de los 3 tipos esenciales de zapatas utilizadas y los 2 tipos de vigas de atado.

Referencias	Geometría	Armado
N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73	Zapata cuadrada Ancho: 220.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25
N18, N13, N8, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63 y N68	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 30.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 290.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 18Ø12c/17 Sup Y: 9Ø12c/17 Inf X: 18Ø12c/17 Inf Y: 9Ø12c/17
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61 y N66	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 290.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 30.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 18Ø12c/17 Sup Y: 9Ø12c/17 Inf X: 18Ø12c/17 Inf Y: 9Ø12c/17
N77 y N76	Zapata cuadrada Ancho: 230.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25

Tabla 2 Geometría zapatas

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N73-N81], C [N81-N77], C [N77-N79], C [N79-N71], C [N1-N87], C [N87-N76], C [N76-N89] y C [N89-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Tabla 3 Geometría vigas de atado

6.4 Cerramientos

Se han seleccionado los cerramientos óptimos para la cubierta y las fachadas de la nave, teniendo en cuenta sus características básicas y su funcionalidad.

6.4.1 Cerramiento de fachadas

Se ha utilizado panel prefabricado, liso, de hormigón armado como cerramiento en las fachadas frontales y laterales. El panel consta de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, con acabado liso de color gris a una cara e inclusión o delimitación de huecos.



Figura 4 Panel prefabricado hormigón con espesor de 16 cm

El material idóneo para la fabricación de paneles de fachadas es el hormigón, ya que posee ciertas características tales como: moldeable, enlazable, buen aislante térmico y acústico, resistente al fuego, imputrescible y de fácil mantenimiento, dimensionalmente estable y buenas características mecánicas y económicas.

Producto de la mezcla de áridos, cemento y agua, tras un proceso de endurecimiento adquiere una consistencia pétreo y elevada consistencia a compresión.

Además de sus características resistentes, este material es utilizado por su carácter fornáceo, que permite configurar todo tipo de piezas de fachada por moldeo.

Se reúnen las siguientes ventajas de los cerramientos de fachadas a base de hormigón arquitectónico frente a otras soluciones de cerramiento:

- Reducción de horas de trabajo en la ejecución del cerramiento que se traduce en más seguridad y coordinación de los restantes trabajos dentro de la obra.
- Rapidez de ejecución de la fachada, lo que supone un gran ahorro económico y una reducción en el plazo de la obra.
- Aportación de diferenciación e identidad a la fachada además de reunir excelentes cualidades estéticas.

Las fachadas de hormigón arquitectónico se conforman con paneles prefabricados de hormigón, destacando por la libertad que ofrece al proyectista gracias a la gran adaptabilidad de formas y tamaños, así como por reunir toda una serie de ventajas y cualidades como son:

- Durabilidad de la fachada
- Variedad en los acabados
- Rapidez de ejecución
- Flexibilidad en el diseño
- Sostenibilidad de la solución
- Aislamiento acústico
- Resistencia al fuego
- Inexistencia de escombros
- Seguridad en obra
- Mantenimiento reducido
- Eliminación de andamios

6.4.2 Cerramiento de cubierta

Se ha propuesto panel de sándwich de 30 mm de espesor como cerramiento para la cubierta de la nave. Consiste en un panel sándwich lacado, aislante y galvanizado, de 30 mm de espesor, conformado con doble chapa de acero y perfil nervado, lacado al exterior y galvanizado al interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 40 Kg/m³ de densidad, fijado mecánicamente a correas estructurales.

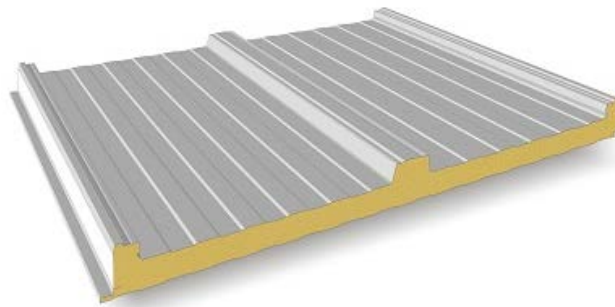


Figura 5 Panel de sándwich de 30 mm de espesor

Las correas tienen función de atado y de transmisión de los esfuerzos de viento, nieve o peso propio de la cubierta a los demás elementos de la estructura. Están constituidas por vigas continuas. Se utilizarán perfiles CF-200x3.0 que cumplen las condiciones de tensión admisible y de flecha máxima. El perfil CF ha sido elegido porque a igualdad de material, ofrece condiciones mecánicas similares a otras opciones y facilita mucho el montaje de los paneles de cubierta. Se disponen 16 correas a lo largo de toda la cubierta tal y como se indica en la siguiente imagen:

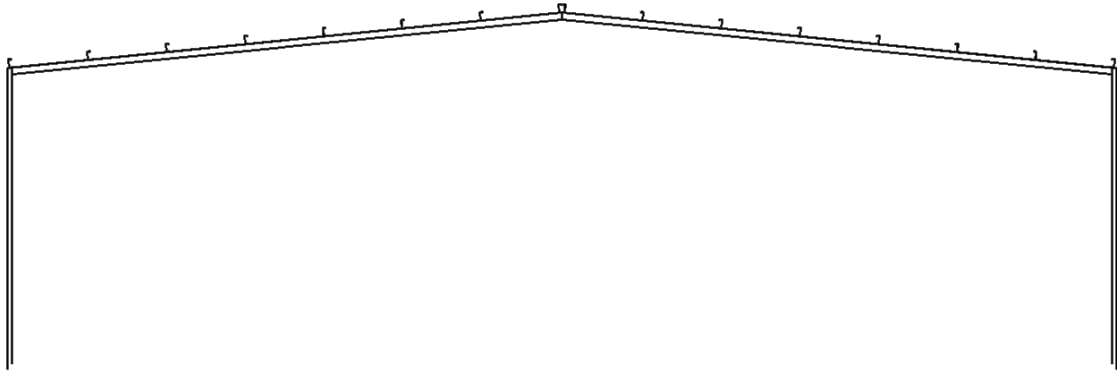


Figura 6 Disposición de correas de cubierta en nave industrial

Utilizado sobre todo en el sector de la construcción, es la solución ideal para el cerramiento de naves industriales, centros deportivos, grandes instalaciones de almacenaje y distribución y un sin fin de usos. Otorgan resistencia mecánica al conjunto y cumplen las funciones de aislante térmico y acústico.

Entre sus múltiples ventajas destacan:

- Ligereza en la estructura
- Rapidez de montaje
- Economía y resistencia en las aplicaciones más variadas (Edificios industriales, inmuebles de oficinas, viviendas, terrazas, viveros criaderos, etc).

6.5 Estructura

La estructura metálica está compuesta por 15 pórticos a dos aguas con un 10% de pendiente y separados 5 m entre sí. Se ha numerado cada pórtico, correspondiendo el 1 y 15 con los pórticos de fachada frontal. Ésta dispone a su vez de 5 pilares también numerados con las letras de A a E. Dicha enumeración puede comprobarse en el **Plano 2. Replanteo**.

La altura de la nave es de 7 m con una altura de cumbrera de 8,3 m, y la luz total de los pórticos es de 26 m a ejes.

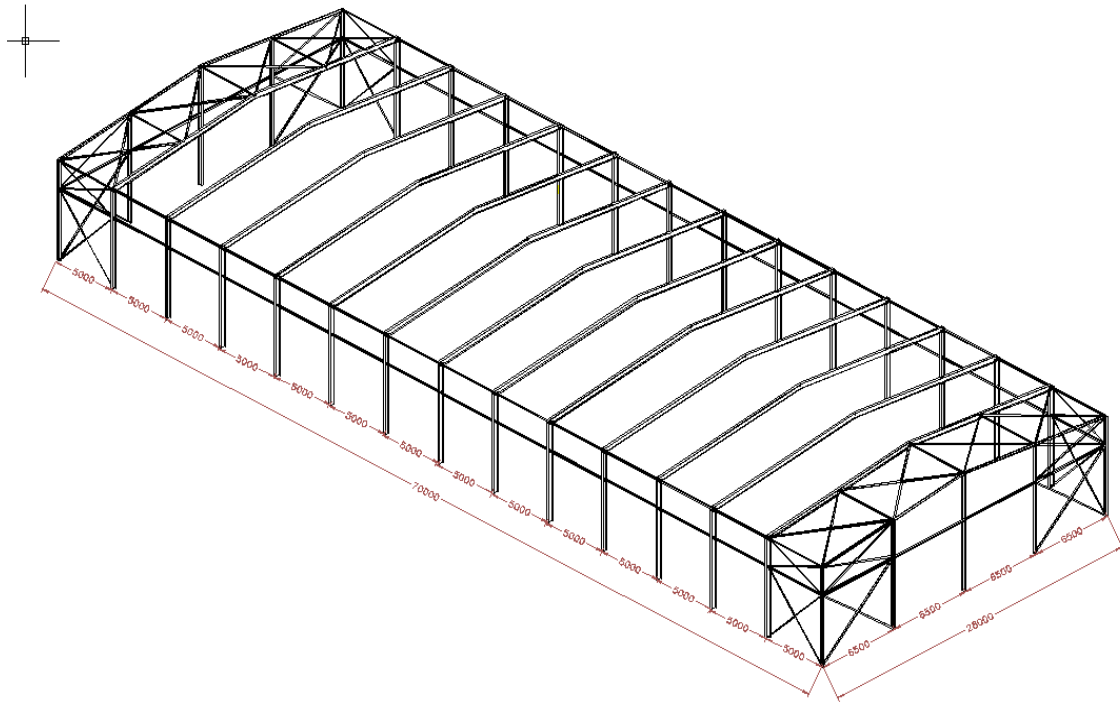


Figura 7 Estructura metálica de la nave industrial

Se procede a comentar los elementos estructurales básicos de la estructura:

6.5.1 Pórticos

Los pórticos transmiten a las zapatas, a través de placas de anclaje, las cargas que reciben por intermedio de las correas. La separación entre pórticos es de 5 m, como se indica en el **Plano 2. Replanteo**. El material empleado para su construcción es el acero S 275 JR.

Los pilares estarán empotrados en su base, soldados a la placa de anclaje, que va unida a la cimentación mediante pernos. El material empleado para las placas de anclaje será de acero laminado calidad S 275 JR. Los pernos, soldados a las placas de anclaje, están formados a partir de acero B 500 S y su función es la de unir las placas de anclaje a las zapatas. La información sobre las placas de anclaje se encuentra más detallada en el **Plano 3. Cimentación**

El programa de cálculo utilizado calcula las placas de anclaje en función de las cargas que gravitan sobre dichas placas.

A continuación se detallan los perfiles y dimensiones utilizados en los diferentes pórticos:

- *Pórticos interiores:*

La estructura se compone por un total de 13 pórticos interiores separados entre sí 5 m.

Se utilizan perfiles IPE 360 para los pilares y las vigas de cada pórtico, tal y como vemos en el **Plano 4.2. Estructura. Pórticos**.

Las placas correspondientes a los pórticos interiores se construyen a base de acero S275JR, y sus dimensiones son 400x600x22 mm, unidas a las zapatas mediante 6 pernos de anclaje de 20 mm de diámetro y longitud de 60 cm, con prolongación recta.

- *Pórticos de fachada*

Los pórticos de fachada se componen de 5 pilares y jácena.

Para la construcción de los pórticos de fachada se utilizan perfiles IPE 160 para las jácenas, IPE 220 para los pilares exteriores, IPE 240 para los contiguos y IPE 270 para el pilar central, tal y como se puede ver en el **Plano 4.2. Estructura. Pórticos**. Existe una separación de 70 m a ejes entre los dos pórticos de fachada.

Con respecto a las placas de anclaje, se utilizan 3 tipos distintos en cada pórtico de fachada, como se observa en el

- Pilares exteriores: Las dimensiones de estas placas de anclaje son 250x350x24 mm, unidas a las zapatas mediante 4 pernos de anclaje de 14 mm de diámetro y longitud de 40 cm, con prolongación recta.
- Pilares contiguos a los exteriores: Las dimensiones de estas placas de anclaje son 300x450x22 mm, unidas a las zapatas mediante 6 pernos de anclaje de 16 mm de diámetro y longitud de 40 cm, con prolongación recta.
- Pilares centrales: Las dimensiones de estas placas de anclaje son 350x500x22 mm, unidas a las zapatas mediante 6 pernos de anclaje de 20 mm de diámetro y longitud de 35 cm, con prolongación recta.

6.5.2 Elementos de arriostramiento lateral y frontal

Se disponen una serie de arriostramientos mediante Cruces de San Andrés en los pórticos de las fachadas frontales y laterales para mejorar el comportamiento de las estructuras ante los esfuerzos provocados por el viento en las paredes verticales de la nave. Estos arriostramientos están compuestos por montantes y diagonales. A continuación se concretan los diferentes perfiles utilizados en los arriostramientos de fachada lateral y frontal.

- Arriostramientos de fachada lateral:
 - Montantes: Perfil rectangular conformado #100x80x40
 - Diagonales: Perfiles en L L60x60x5 y L75x75x6
- Arriostramientos de fachada frontal
 - Montantes: Perfil rectangular conformado #120x100x4
 - Diagonales: Perfiles en L L60x60x5 y L90x90x7

6.5.3 Viga contraviento

Consiste en una **viga Pratt**, una viga de celosía cuya condición fundamental es la de ser geoméricamente indeformable. Las barras de este tipo de celosía están inclinadas de manera que las diagonales están sometidas a tracción mientras que las barras verticales o montantes están comprimidos.

Eso representa ventajas cuando la celosía es de acero, ya que los elementos traccionados no presentan problemas de pandeo aunque sean largos. Puesto que el efecto del pandeo es proporcional a la longitud de las barras interesa que los elementos más cortos sean los que sufren la compresión.

En este caso, como es habitual, la viga Pratt usual presenta una variación consistente en la introducción de barras suplementarias que van desde las diagonales hasta el cordón superior para reducir la longitud efectiva de pandeo.

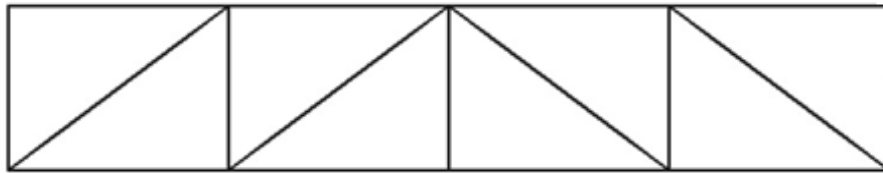


Figura 8 Viga de celosía tipo Pratt

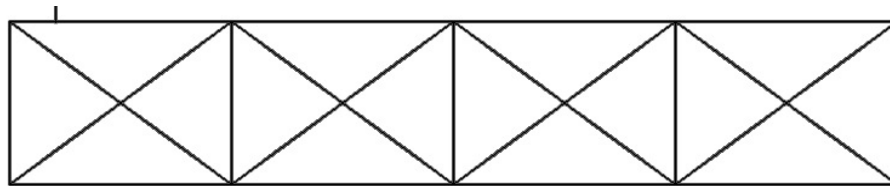


Figura 9 Viga de celosía tipo Pratt con barras suplementarias

Se detallan los diferentes perfiles utilizados en las diagonales y montantes de la viga contraviento tipo Pratt.

- Montantes: Perfil de tubo conformado $\varnothing 90 \times 3$
- Diagonales: Perfiles en L L90x90x7

6.6 Materiales

Desde el punto de vista estructural se han tenido en cuenta los siguientes materiales:

- Acero de diferentes tipos utilizado en la fabricación de la estructura metálica de la nave.
- Hormigón para las cimentaciones y vigas de atado.

6.6.1 Acero

El acero es un material que contiene, en peso, más hierro que cualquier otro elemento simple, con un contenido en carbono generalmente inferior al 2%. Los aceros destinados a estructuras contienen generalmente hasta cerca de un 0,25%C y hasta un 1,6%Mn.

Se han utilizado tres tipos diferentes de acero para la fabricación de la estructura metálica de la nave.

Acero estructural laminado S 275 JR

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f _v	α _t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad v: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f _v : Límite elástico α _t : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

Tabla 5 Acero estructural laminado S 275 JR

Acero laminado en caliente, no aleado, sin características especiales de resistencia mecánica ni resistencia a la corrosión y con una microestructura normal. Son aptos para el soldeo por todos los procedimientos.

Los productos laminados en caliente pueden ser, entre otros, perfiles IPE, IPN, HEB, HEM, T, redondo, cuadrado, rectangular, hexagonal, chapa media, chapa gruesa, etc. En concreto, para la ejecución de la estructura, este acero se utilizará en perfiles IPE, L, tubo conformado, rectangular conformado y en la ejecución de las placas de anclaje.

A continuación se adjunta una tabla con las cantidades de acero S275JR utilizadas para la fabricación de la estructura.

Serie	Peso
IPE	34111,84 Kg
L	2473,33 kg
Tubo conformado	321,83 Kg
Rectangular conformado	2119,79 Kg
Placas anclaje	1509,73 Kg
Total	39026,78 Kg

Tabla 6 Cantidades de acero S 275 JR

Acero estructural conformado S 235 JR

• Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_v	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	81000.00	235.00	0.000012	77.01
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							

Tabla 7 Acero estructural conformado S 235 JR

Se trata de un acero conformado en frío, cuyo proceso de fabricación le confiere unas características específicas desde los puntos de vista de la sección y la resistencia mecánica. Utilizado en perfiles de sección abierta conformados en frío que sirven para la realización de las correas. Estos perfiles son de sección constante, con formas diversas, producidas por conformado en frío de chapas planas laminadas en caliente o frío.

En concreto, se utilizará un perfil CF-200x3.0 para las correas de cubierta.

La CF evita los problemas de alabeo en el ala comprimida por flexión de la UF gracias a los labios (rigidizadores) que incorpora, lo que permite un mayor rendimiento en flexión.

La cantidad de acero utilizada para las 16 correas de cubierta es de 9419 kg.

Acero B 500 S

Acero normalizado y certificado que puede distinguirse del resto de aceros con barras corrugadas por la disposición de las corrugas. En el acero B 500 S las corrugas de un sector presentan la misma inclinación y están uniformemente separadas. Las corrugas del sector opuesto están agrupadas en dos series de corrugas, de igual separación pero distinta inclinación, como se observa en la siguientes figura.

Utilizado en pernos de anclaje, zapatas y vigas de atado, tiene las siguientes características:

- Límite elástico f_y (N/mm²) ≥ 500
- Carga unitaria de rotura f_s (N/mm²) ≥ 550
- Alargamiento de rotura A_5 (%) ≥ 12
- Relación f_s/f_y 1,05

Nomenclatura:

- B -> Acero para hormigón armado
- 500 -> Límite elástico f_y (N/mm²)
- S -> Acero soldable

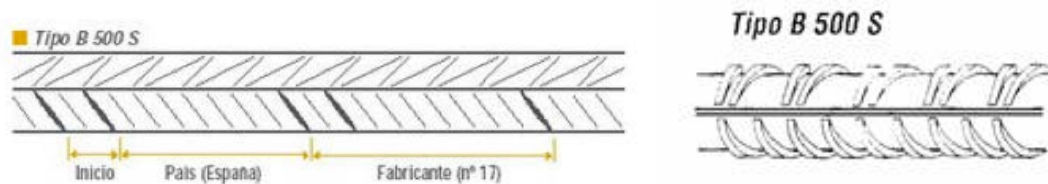


Figura 10 Inclinación de las corrugas del acero B 500 S

Elemento	Peso
Pernos de anclaje	292,89 Kg
Zapatas	3827,86 Kg
Vigas de atado	1059,96 Kg
Total	5180,71 Kg

Tabla 8 Cantidades acero B 500 S

6.6.2 Hormigón

El hormigón es un material pétreo obtenido a partir de un mezcla proporcionada (dosificación) de cemento (conglomerante), agua, áridos (arena y grava), aditivos y adiciones, y se caracteriza por su puesta en obra, resistencia y durabilidad

-Hormigón de limpieza (HL-150/B/20)

Deberá extenderse sobre la superficie una capa de hormigón de regularización que recibe el nombre de solera de asiento u hormigón de limpieza y su espesor mínimo es de 10 cm.

Tiene como fin evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido así como una posible contaminación de este durante las primeras horas de su hormigonado.

En la identificación de este tipo de hormigón se hace referencia expresa a la dosificación mínima de cemento, quedando un único hormigón para este uso, con la siguiente tipificación:

HL-150/ C/ TM

Los hormigones no estructurales como es este caso, no tienen que cumplir un valor mínimo de resistencia ni deben identificarse con el formato de tipificación del hormigón estructural.

Como se indica en la identificación, la dosificación mínima de cemento será de 150 Kg/m³.

Se recomienda que el tamaño máximo de árido sea inferior a 30 mm, con el fin de facilitar la trabajabilidad de estos hormigones, en este caso en concreto será de 20 mm.

Elemento	Volumen
Zapatas	18,24 m ³
Vigas de atado	4,85 m ³
Total	23,09 m³

Tabla 9 Volúmenes Hormigón HL-150

-Hormigón estructural (HA-25/B/30/IIa)

Para la construcción de las de zapatas, vigas de atado y la solera se utiliza un hormigón estructural HA-25, con un coeficiente de minoración de la resistencia $\gamma_c=1.5$, de acuerdo con lo establecido en la EHE para un control estadístico. Su nomenclatura se desglosa en los siguientes parámetros:

Uso estructural	$f_{ck}(N/mm^2)$	Consistencia	Tamaño máximo de árido	Designación del ambiente
HA	25	B	30	IIa

Tabla 10 Clasificación Hormigón estructural

El volumen total del hormigón estructura HA-25/B/30/IIa utilizado para la ejecución de cimentación, vigas de atado y solera ha sido de: 410,22 m³

Elemento	Volumen
Zapatas	117,83 m ³
Vigas de atado	19,39 m ³
Solera	273 m ³
Total	410,22 m³

Tabla 11 Volúmenes Hormigón estructura

7 PRESUPUESTO

Para la realización del presupuesto se ha utilizado el programa informático ARQUIMEDES, el cual trabaja con bancos de precios múltiples (precio de mano de obra, materiales, etc, correspondientes a cada provincia).

Esta base de cálculo de presupuestos permite la conexión con el GENERADOR DE PRECIOS.

El generador de precios es una herramienta informática que permite obtener precios con las previsiones de costes ajustadas al máximo a la realidad. Para ello permite acotar todas las opciones que inciden en el coste final de la obra a la vez que integra todos los productos de los principales fabricantes, con todas las opciones para cada uno de ellos.

Las mediciones pueden introducirse en detalle en tablas y subtablas, las cuales admiten fórmulas matemáticas para facilitar el cálculo.

Se ha tenido en cuenta el coste de las actuaciones previas a la construcción de la nave, la excavación de las zapatas y vigas de atado, el coste de la cimentación y la estructura metálica, el coste de los cerramientos utilizados y por último los elementos tales como puertas, ventanas, lucernarios, etc que se dispondrán en la futura nave industrial.

A continuación se presenta un resumen con los principales capítulos tenidos en cuenta en la realización del presente presupuesto y el coste total. Más adelante se adjuntan también una serie de listados del presupuesto total, mediciones y resumen por capítulos.

- Acondicionamiento del terreno: 49.806,46 €
- Cimentaciones: 22.608,81 €
- Estructuras: 134.478,71 €
- Fachadas: 134.371,94 €
- Particiones: 1.645,77 €
- Cubiertas: 162.767,47 €

Presupuesto de ejecución material total..... : 505.679,16 €

Contamos con 1.067,19 m² totales de estructura metálica. Por tanto el precio de la estructura por m² serán 125,91 €



ANEJO DE CÁLCULO

1 MODELO ESTRUCTURAL

Idealización de las dimensiones y formas de la estructura metálica real considerando las siguientes suposiciones:

La estructura está compuesta por barras prismáticas cuya sección transversal es despreciable frente a su longitud y cuyo eje geométrico es recto. Las barras absorben esfuerzos axiales, cortantes y de flexión.

Las barras tienen uno de los ejes principales de inercia contenido en el plano de la estructura.

Cálculo elástico y lineal, con deformaciones pequeñas.

Las barras se unen entre ellas en sus extremos, en una serie de puntos denominados nudos.

Utilización del método matricial para el cálculo de las estructuras (aplicable a estructuras hiperestáticas de barras que se comportan de forma elástica y lineal).

Se ha manejado el programa informático comercial CYPE 2014, en concreto de sus módulos Generador de Pórticos y Nuevo Metal 3D, con licencia a nombre de la universidad, así como del programa informático AUTOCAD para la realización de planos.

2 MATERIALES

Tal y como se ha comentado en el punto 7.6 *Materiales*, los materiales empleados para la construcción de la futura nave industrial son el hormigón, utilizado en la cimentación superficial, y el acero, con el que se construirá toda la estructura metálica. A continuación se resumen las características generales de estos materiales en las siguientes tablas:

2.1 Hormigón

Uso estructural	Resistencia característica a compresión a 28 días	Dosificación mínima de cemento (Kg/m ³)	Consistencia	Tamaño máximo de árido	Designación del ambiente
HA	25	275	B	30	Ila

Tabla 12 Clasificación Hormigón estructural

2.2 Acero

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f _v	α _t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	81000.00	235.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad v: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f _y : Límite elástico α _t : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

Tabla 13 Características generales acero S235

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f _v	α _t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad v: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f _y : Límite elástico α _t : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

Tabla 14 Características generales acero S275

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f _v	F _s	A ₅
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)
Acero	B500S	210000.00	0.300	81000.00	500	550	12
Notación: E: Módulo de elasticidad v: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f _y : Límite elástico f _s : Carga unitaria de rotura A ₅ : Alargamiento de rotura							

Tabla 15 Características generales acero B500S

3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Siguiendo la Normativa Actual CTE en su documento básico SE-AE, las acciones que se deben tener en cuenta al calcular una estructura de cualquier tipo son las siguientes:

3.1 Acciones permanentes

Las acciones permanentes son aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o con variación despreciable (acciones reológicas).

3.1.1 Peso Propio

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales y los cerramientos.

- Peso propio del cerramiento: 0.15 kN/m²
- Peso propio estructura: 26 m de luz / 100 kN/m²= 0,26 kN/m²
- **Peso propio total: 0,41 kN/m²**

3.2 Acciones variables

Son aquellas acciones que pueden actuar o no sobre el edificio: sobrecarga de uso y acciones climáticas.

3.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso incluye el peso de todos los objetos que pueden situarse sobre ella. El valor de esta sobrecarga dependerá del uso que se vaya a dar al edificio.

Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente.

El valor considerado para esta acción ha sido:

- G-> Cubiertas accesibles únicamente para conservación:
- G1-> Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado): **0.40 kN/m²**.

Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1kN/m².

Esta sobrecarga de uso no se considerará concomitante con el resto de las acciones variables.

Las cubiertas de naves industriales, formadas por panel tipo sándwich sobre correas (elemento resistente), son siempre cubiertas ligeras, y según lo establecido en el CTE, con subcategoría de uso G1

3.2.2 Viento

Respecto al viento, se ha considerado una zona eólica A con un grado de aspereza IV (Zona urbana, industrial o forestal), con una situación topográfica normal, dado que la nave, al ubicarse en un polígono industrial, se encuentra resguardada del viento.

Se muestra un resumen de los datos tenidos en cuenta para el cálculo de la carga de viento:

Zona eólica: A

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

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 70.00

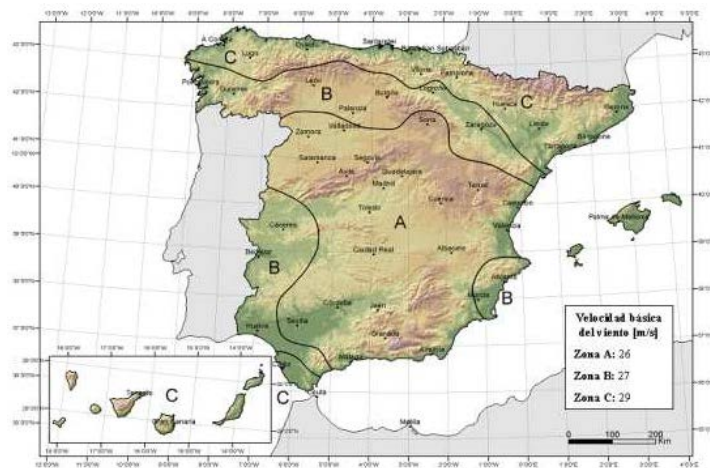


Figura 11 Mapa de zonas eólicas en España

La acción de viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o una presión estática (q_e) que puede expresarse como:

$$q_e(z) = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_p = q_e(v_b, g, z, h/d, \alpha, A, f, \text{zona})$$

- Q_b es la presión dinámica del viento. Varía en función del emplazamiento geográfico (ZE) de la obra. Al tratarse de una zona eólica A se puede decir que la presión dinámica es $Q_b = 0,42 \text{ KN/m}^2$.
- C_e es el coeficiente de exposición. Varía con la altura (z) del punto considerado, y del grado de aspereza del entorno (g) donde se encuentra ubicada la construcción. En este caso, con una altura de coronación de 8,3 m y grado de aspereza IV se obtiene un coeficiente de exposición $C_e = 1,657$
- C_p es el coeficiente eólico o de presión. C_{pe} calcula su valor teniendo en cuenta las cargas que actúan sobre las superficies de la nave y la geometría de ésta.

Comprobaciones:

- 1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 3 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 4 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 5 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 6 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

3.2.3 Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta y de los efectos del viento.

Los modelos de carga del DB SE-AE sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve.

Los datos obtenidos para la futura nave teniendo en cuenta su localización son los siguientes:

- Zona de clima invernal: 5
- Altitud topográfica: 13.00 m
- Cubierta con resaltos
- Exposición al viento: Normal

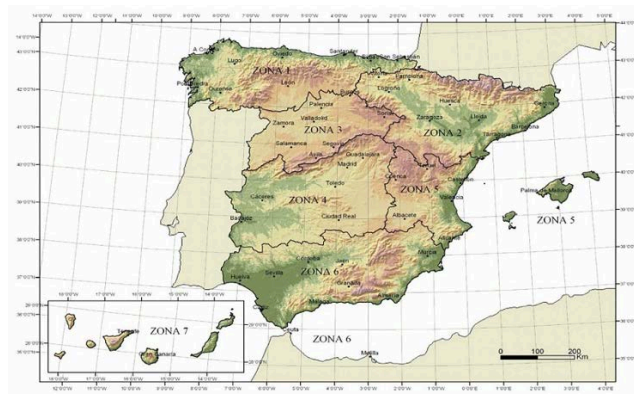


Figura 12 Mapa de zonas de clima invernal en España

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot s_k(H, ZC)$$

- $S_k = 0,2 \text{ KN/m}^2$. Valor característico de la carga de nieve en la provincia de Valencia.
- μ = Coeficiente de forma de la cubierta. En este caso tomamos el valor de 1, aplicado para cubiertas con una inclinación menor o igual a 30° y por lo tanto la nieve no puede deslizar. En concreto la pendiente de la cubierta es de 10 %.

Por tanto el valor de carga de nieve es **0,2 KN/m²**.

Hipótesis aplicadas:

- 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

3.3 Acciones accidentales

- No se ha considerado necesario el cálculo de la acción sísmica en los cálculos debido a la que la nave está situada en una zona con riesgo sísmico muy bajo.

4 COMBINACIONES DE CÁLCULO

Se comprueban las situaciones de dimensionado que engloban las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una, que se representan por distintas combinaciones de acciones. Estas situaciones se clasifican en:

- Persistentes: Condiciones normales de uso.
- Transitorias: Condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales).
- Extraordinarias: Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (Condiciones accidentales).

A continuación se adjunta una imagen con la combinación de cálculo V (0º)H1:

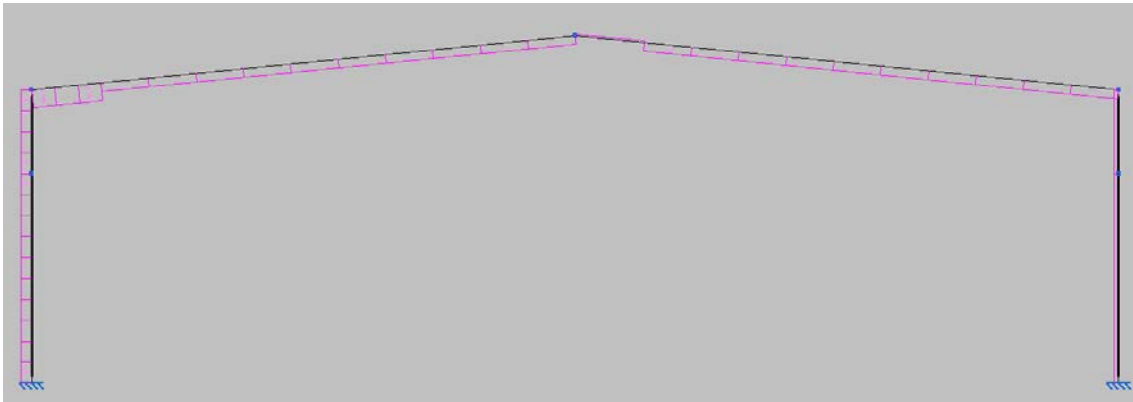


Figura 13 Cargas aplicadas a la nave con la combinación V (0º)H1

5 ESTRUCTURA METÁLICA

Se van a detallar los listados pertenecientes a los distintos elementos estructurales, conteniendo estos los datos principales de cada elemento y sus comprobaciones de cálculo. Se adjuntan listados para las correas, pórticos interiores, pórticos de fachada, viga contraviento y por último, pórtico de fachada lateral y viga perimetral.

5.1 Correas

Ya comentadas en el apartado de cerramientos de cubierta, las correas son elementos en los que apoya el cerramiento de cubierta y tienen función de atado y transmisión de esfuerzos y de transmisión de esfuerzos. Se utilizan perfiles CF-200x3.0, contruidos de acero S 275 JR. Se adjunta un listado con las comprobaciones realizadas para este elemento estructural.

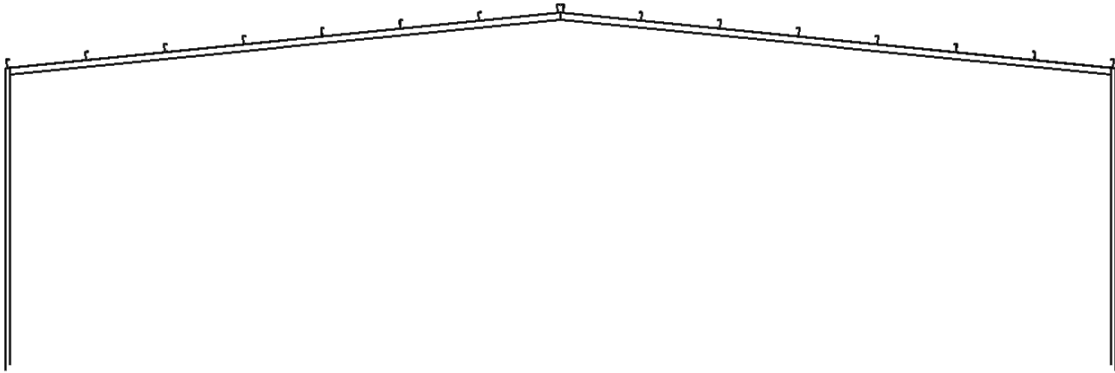


Figura 14 Disposición de correas de cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.75 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida


Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 48.74 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-200x3.0 Material: S235										
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)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)		
0.871, 7.087	70.000	0.871, 65.000, 7.087	10.20	588.29	45.90	0.31	-	13.41	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.		
<input type="checkbox"/>		0.00		1.00		0.00		0.00		
L _k		0.000		5.000		0.000		0.000		
C ₁		-				1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	<input type="checkbox"/>	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y / M _z	V _y	V _z	N _t M _y / M _z	N _c M _y / M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z / V _y V _z	
pésima cubierta	en b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 5 m η = 48.7	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m η = 9.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 48.7

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t		N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z		
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor</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>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</p> <p>N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p>M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</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 flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$h / t : \underline{62.7}$ ✓

$b / t : \underline{16.0}$ ✓

$c / t : \underline{4.7}$ ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c/b \leq 0.6$ $c / b : \underline{0.292}$

Donde:

h: Altura del alma. $h : \underline{188.00}$ mm

b: Ancho de las alas. $b : \underline{48.00}$ mm

c: Altura de los rigidizadores. $c : \underline{14.00}$ mm

t: Espesor.

t : 3.00 mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

 : 0.487 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 65.000, 7.087, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

 $M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^+$: 6.42 kN·m

Para flexión negativa:

 $M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^-$: 0.00 kN·mLa resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

 $M_{c,Rd}$: 13.17 kN·m

Donde:

 W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. W_{el} : 58.83 cm³ f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_{yb} : 235.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo lateral del ala superior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1 \quad : \quad 0.091 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 65.000, 7.087, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.86 kN

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{MO}} \quad V_{b,Rd} : 75.69 \quad \text{kN}$$

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 194.36 mm
t: Espesor. t : 3.00 mm
φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal. □ : 90.0 grados
f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb} \quad f_{bv} : 136.30 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \square\square\square : 0.75$$

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base.
(CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad. E : 210000.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

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

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

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

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 28.48 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.871, 5.000, 7.087

Coordenadas del nudo final: 0.871, 0.000, 7.087

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(0°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

(I_y = 588 cm⁴) (I_z = 46 cm⁴)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	16	128.15	0.05

5.2 Pórtico interior

Como se comentó en el punto 6.5 *Estructura*, se han utilizado un conjunto de 15 pórticos a dos aguas separados entre sí 5 m para la construcción de la estructura metálica. A continuación se adjuntan una serie de listados con las comprobaciones utilizadas para la construcción de los 13 pórticos interiores, construidos a base de acero S 275 JR mediante perfiles IPE 360

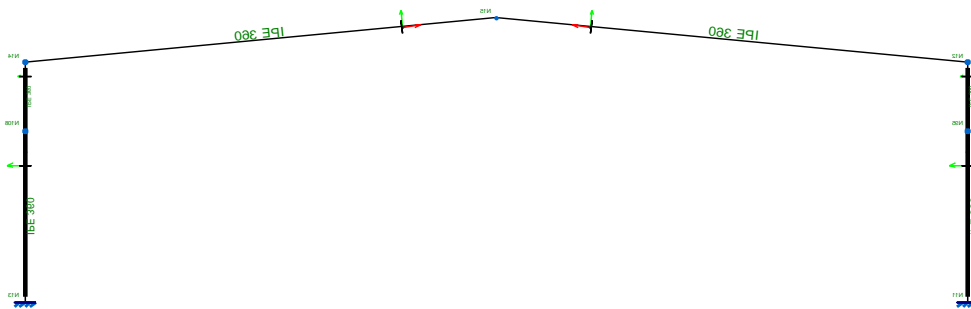


Figura 15 Pórtico interior con sus correspondientes perfiles

5.2.1 GEOMETRÍA

5.2.1.1 Barras

5.2.1.1.1 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								
Acero laminado	S275	N11/N95	N11/N12	IPE 360 (IPE)	5.000	0.17	1.26	-	-
		N95/N12	N11/N12	IPE 360 (IPE)	2.000	0.17	1.26	-	-
		N12/N15	N12/N15	IPE 360 (IPE)	13.065	0.13	1.10	-	-
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									

5.2.1.1.2 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N11/N12 y N12/N15

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.32
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

5.2.2 CARGAS

5.2.2.1 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: kN

Momentos puntuales: kN·m.

Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.

Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N11/N95	Peso propio	Uniforme	0.560	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N95	Peso propio	Uniforme	1.080	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N95	V(0°) H1	Uniforme	2.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N95	V(0°) H2	Uniforme	2.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N11/N95	V(90°) H1	Uniforme	2.803	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N95	V(180°) H1	Uniforme	1.116	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N95	V(180°) H2	Uniforme	1.116	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N11/N95	V(270°) H1	Uniforme	1.752	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N95/N12	Peso propio	Uniforme	0.560	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N12	Peso propio	Uniforme	1.080	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N12	V(0°) H1	Uniforme	2.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N95/N12	V(0°) H2	Uniforme	2.485	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N95/N12	V(90°) H1	Uniforme	2.803	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N95/N12	V(180°) H1	Uniforme	1.116	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N95/N12	V(180°) H2	Uniforme	1.116	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N95/N12	V(270°) H1	Uniforme	1.752	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N15	Peso propio	Uniforme	0.560	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Peso propio	Uniforme	0.974	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Q	Uniforme	2.000	-	-	-	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
N12/N15	V(0°) H1	Faja	4.105	-	0.000	1.669	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(0°) H1	Faja	2.027	-	1.669	13.065	Globales	-0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(0°) H2	Faja	0.050	-	0.000	1.669	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N12/N15	V(0°) H2	Faja	0.050	-	1.669	13.065	Globales	0.000	0.100	-0.995
N12/N15	V(90°) H1	Uniforme	1.625	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.529	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(180°) H1	Faja	2.052	-	0.000	11.405	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(180°) H1	Faja	0.402	-	11.405	13.065	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N12/N15	V(180°) H2	Faja	1.953	-	11.405	13.065	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(180°) H2	Faja	1.953	-	0.000	11.405	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	V(270°) H1	Uniforme	2.077	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N12/N15	N(EI)	Uniforme	1.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	N(R) 1	Uniforme	0.514	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	N(R) 2	Uniforme	1.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

5.2.3 RESULTADOS

5.2.3.1 Barras

5.2.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

5.2.3.1.1.1 Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N11/N95	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	32.545	31.520	30.494	29.469	28.444	27.419	26.393	25.368	24.343
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		My	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
Q	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		My	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				-60.17	-46.68	-33.18	-19.69	-6.20	7.29	20.79	34.28	47.77
V(0°) H1	N	N	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	
		Vy	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	
		Vz	34.856	33.303	31.750	30.197	28.644	27.091	25.538	23.985	22.432	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	91.22	69.92	49.59	30.23	11.84	-5.57	-22.02	-37.50	-52.00	
		Mz	-0.16	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07	-0.04	-0.02	0.01	0.03	
V(0°) H2	N	N	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	
		Vy	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	
		Vz	27.253	25.700	24.147	22.594	21.041	19.488	17.935	16.382	14.829	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	82.71	66.16	50.58	35.98	22.34	9.68	-2.02	-12.74	-22.50	
		Mz	-0.16	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.04	-0.02	0.01	0.03	
V(90°) H1	N	N	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	
		Vy	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	
		Vz	9.946	11.698	13.450	15.202	16.953	18.705	20.457	22.209	23.960	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	44.09	37.33	29.47	20.52	10.47	-0.67	-12.91	-26.24	-40.67	
		Mz	0.35	0.30	0.25	0.20	0.16	0.11	0.06	0.01	-0.04	
V(180°) H1	N	N	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		Vz	10.370	11.067	11.765	12.462	13.159	13.857	14.554	15.251	15.948	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	25.99	19.29	12.16	4.59	-3.42	-11.86	-20.74	-30.05	-39.80	
		Mz	-0.09	-0.08	-0.07	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	
V(180°) H2	N	N	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	-0.554	0.143	0.841	1.538	2.235	2.932	3.630	4.327	5.024
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-16.37	-16.24	-16.55	-17.29	-18.47	-20.08	-22.13	-24.62	-27.54
		Mz	-0.09	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03
	V(270°) H1	N	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3	27.00 3
		Vy	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		Vz	14.02 6	15.12 1	16.21 6	17.31 1	18.40 5	19.50 0	20.59 5	21.69 0	22.78 5
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	49.31	40.20	30.41	19.93	8.77	-3.08	-15.61	-28.82	-42.72
		Mz	-0.27	-0.23	-0.19	-0.16	-0.12	-0.08	-0.04	0.00	0.04
	N(EI)	N	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3	- 13.42 3
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0	- 11.09 0
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-30.91	-23.98	-17.05	-10.11	-3.18	3.75	10.68	17.61	24.54
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-25.27	-20.07	-14.87	-9.67	-4.47	0.72	5.92	11.12	16.32
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5	- 11.90 5
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz		-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-21.09	-15.90	-10.70	-5.50	-0.30	4.90	10.10	15.29	20.49	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m	
N95/N12	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			23.835	23.507	23.179	22.523	22.194	21.866	21.210	20.882	20.554	
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562	16.562
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	36.65	39.96	43.27	49.90	53.21	56.52	63.15	66.46	69.77	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130	26.130
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588	21.588
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	47.77	52.09	56.41	65.04	69.36	73.68	82.31	86.63	90.95	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H1	N	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549	28.549
		Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vz	22.432	21.935	21.438	20.444	19.947	19.450	18.456	17.959	17.462	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-52.00	-56.44	-60.77	-69.15	-73.19	-77.13	-84.71	-88.35	-91.89	
		Mz	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	
	V(0°) H2	N	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209	6.209
Vy		0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
Vz		14.829	14.332	13.835	12.841	12.344	11.847	10.853	10.356	9.859		
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-22.50	-25.41	-28.23	-33.56	-36.08	-38.50	-43.04	-45.16	-47.18		
Mz		0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00		
V(90°) H1	N	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	27.995	
	Vy	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	
	Vz	23.960	24.521	25.081	26.203	26.763	27.324	28.445	29.005	29.566		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-40.67	-45.52	-50.48	-60.74	-66.03	-71.44	-82.60	-88.34	-94.20		
	Mz	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00		
V(180°) H1	N	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	23.882	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
		Vy	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Vz	15.948	16.172	16.395	16.841	17.064	17.287	17.734	17.957	18.180
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-39.80	-43.02	-46.27	-52.92	-56.31	-59.74	-66.75	-70.32	-73.93
		Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529	18.529
		Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Vz	5.024	5.248	5.471	5.917	6.140	6.363	6.810	7.033	7.256
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-27.54	-28.57	-29.64	-31.92	-33.12	-34.37	-37.01	-38.39	-39.82
	V(270°) H1	N	27.003	27.003	27.003	27.003	27.003	27.003	27.003	27.003	27.003
		Vy	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		Vz	22.785	23.135	23.486	24.186	24.537	24.887	25.588	25.938	26.288
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-42.72	-47.31	-51.97	-61.51	-66.38	-71.32	-81.42	-86.57	-91.79
	N(EI)	N	13.423	13.423	13.423	13.423	13.423	13.423	13.423	13.423	13.423
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	11.090	11.090	11.090	11.090	11.090	11.090	11.090	11.090	11.090
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	24.54	26.76	28.98	33.41	35.63	37.85	42.28	44.50	46.72
N(R) 1	N	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	-8.229	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	16.32	17.98	19.65	22.97	24.64	26.30	29.63	31.29	32.95	
N(R) 2	N	11.905	11.905	11.905	11.905	11.905	11.905	11.905	11.905	11.905	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	-8.317	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
		My	20.49	22.16	23.82	27.15	28.81	30.47	33.80	35.46	37.13
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.960 m	3.266 m	4.573 m	6.532 m	8.492 m	9.799 m	11.758 m	13.065 m	
N12/N15	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			18.474	18.175	17.976	17.776	17.477	17.178	16.978	-	16.679	16.480
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			18.298	15.306	13.312	11.317	-8.325	-5.333	-3.339	-0.347	1.648	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-69.77	-36.85	-18.15	-2.06	17.18	30.57	36.23	39.84	38.99		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			24.081	23.691	23.431	23.171	22.781	22.391	22.131	-	21.741	21.481
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			23.852	19.952	17.352	14.752	10.852	-6.952	-4.352	-0.452	2.148	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-90.95	-48.03	-23.66	-2.69	22.40	39.84	47.23	51.94	50.83		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H1	N	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216	20.216
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	26.670	19.231	16.582	13.934	9.960	5.987	3.338	-0.635	-3.283	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	91.89	47.42	24.03	4.09	-19.32	-34.95	-41.04	-43.69	-41.13	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428	10.428
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz		5.197	5.295	5.360	5.425	5.522	5.620	5.685	5.783	5.848		
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		47.18	36.90	29.94	22.90	12.17	1.25	-6.13	-17.37	-24.97		
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	32.205	32.205	32.205	32.205	32.205	32.205	32.205	32.205	32.205		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.960 m	3.266 m	4.573 m	6.532 m	8.492 m	9.799 m	11.758 m	13.065 m	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	24.915	20.694	17.881	15.067	10.847	6.627	3.813	-0.407	-3.220	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	94.20	49.51	24.31	2.79	-22.61	-39.73	-46.55	-49.89	-47.52	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466	20.466
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	21.954	17.933	15.251	12.570	8.548	4.526	1.845	-1.310	-0.785	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	73.93	34.85	13.17	-5.00	-25.70	-38.51	-42.67	-42.50	-41.13	
	V(180°) H2	N	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064	9.064
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	17.715	13.888	11.337	8.786	4.959	1.132	-1.419	-5.246	-7.797	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	39.82	8.86	-7.62	-20.77	-34.24	-40.20	-40.02	-33.49	-24.97	
	V(270°) H1	N	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845	28.845
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	24.254	20.183	17.469	14.755	10.685	6.614	3.900	-0.171	-2.884	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	91.79	48.25	23.66	2.61	-22.32	-39.27	-46.14	-49.79	-47.80	
N(EI)	N	12.370	12.170	12.036	11.903	11.703	11.502	11.369	-	11.168	-	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	12.252	10.249	-8.913	-7.578	-5.574	-3.571	-2.236	-0.232	1.103		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-46.72	-24.67	-12.15	-1.38	11.51	20.47	24.26	26.68	26.11		
N(R) 1	N	-9.095	-8.995	-8.928	-8.861	-8.761	-8.661	-8.594	-8.494	-8.427		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-7.360	-6.358	-5.691	-5.023	-4.021	-3.019	-2.352	-1.350	-0.682		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.960 m	3.266 m	4.573 m	6.532 m	8.492 m	9.799 m	11.758 m	13.065 m
		My	-32.95	-19.51	-11.64	-4.64	4.22	11.12	14.63	18.25	19.58
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-9.461	-9.260	-9.127	-8.993	-8.793	-8.593	-8.459	-8.259	-8.125
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	11.019	-9.015	-7.680	-6.344	-4.341	-2.337	-1.002	1.002	2.337
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-37.13	-17.50	-6.59	2.57	13.04	19.58	21.76	21.76	19.58
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.2.3.1.2 Flechas

Referencias:

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

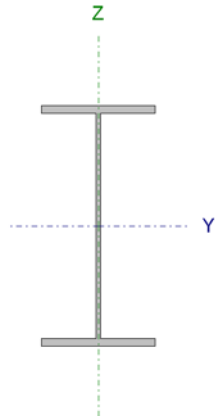
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N11/N12	2.500	0.29	7.000	24.01	2.500	0.51	7.000	45.66
	2.500	L/(>1000)	7.000	L/291.5	2.500	L/(>1000)	7.000	L/291.6
N12/N15	5.226	0.00	8.492	22.31	5.226	0.00	7.839	39.99
	5.226	L/(>1000)	9.145	L/461.1	5.226	L/(>1000)	9.145	L/461.3

5.2.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N11/N95

Perfil: IPE 360
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 360 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)
N11	N95	5.000	72.70	16270.00	1043.00	37.32
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.	
<input type="checkbox"/>		0.17	1.26	0.00	0.00	
L _k		0.857	6.325	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						



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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square : 0.48 \quad \checkmark$$

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_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 8429.41 kN

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} : 8429.41 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 29423.53 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 16270.00	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 1043.00	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 37.32	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 313600.00	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: 81000	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: 6.325	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 0.857	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀	: 15.43	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	cm
	i_z	: 3.79	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀	: 0.00	mm
	z₀	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 41.83 \leq 255.09 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w	: 334.60	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w	: 8.00	mm
A_w : Área del alma.	A_w	: 26.77	cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef}	: 21.59	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	: 0.30	
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	: 275.00	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.012 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

N_{t,Ed} : 23.35 kN

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

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

N_{t,Rd} : 1904.05 kN

Donde:

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

A : 72.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.045 ✓

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

: 0.049 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

N_{c,Ed} : 83.13 kN

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

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

N_{c,Rd} : 1840.02 kN

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{1712.58} \text{ kN}$$

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.98}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.64}$$

$$\phi_z : \underline{0.54}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square_y : \underline{0.48}$$

$$\square\square_z : \underline{0.26}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 8429.41 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 8429.41 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 29423.53 kN

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.572 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{99.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{152.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{266.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.010 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{M}_{Ed}^-: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{50.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$\mathbf{W}_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{191.10} \text{ cm}^3$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\mathbf{\gamma}_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.126} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{54.74} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{435.49} \text{ kN}$$

Donde:

\mathbf{A}_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{28.80} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

\mathbf{h} : Canto de la sección. $h : \underline{360.00} \text{ mm}$

\mathbf{t}_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 41.83 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{41.83}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci\acute{o}n.} \quad \square : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$$f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.12 \text{ kN}}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{694.54 \text{ kN}}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{45.93 \text{ cm}^2}$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A	: <u>72.70</u> cm ²
d: Altura del alma.	d	: <u>334.60</u> mm
t_w: Espesor del alma.	t _w	: <u>8.00</u> mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.	f _{vd}	: <u>261.90</u> MPa
--	-----------------	---------------------

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f _y	: <u>275.00</u> MPa
---	----------------	---------------------

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ _{M0}	: <u>1.05</u>
---	-----------------	---------------

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 54.74 \text{ kN} \square 217.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V _{Ed}	: <u>54.74</u> kN
---	-----------------	-------------------

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V _{c,Rd}	: <u>435.49</u> kN
---	-------------------	--------------------

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.12 \text{ kN} \square 347.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V _{Ed}	: <u>0.12</u> kN
---	-----------------	------------------

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V _{c,Rd}	: <u>694.54</u> kN
---	-------------------	--------------------

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.616 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.627 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.392 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N _{c,Ed} : 83.13 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M _{y,Ed} : 152.57 kN·m M _{z,Ed} : 0.01 kN·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.	Clase : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N _{pl,Rd} : 1904.05 kN
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} : 266.88 kN·m M _{pl,Rd,z} : 50.05 kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : 72.70 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 cm ³ W _{pl,z} : 191.10 cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f _{vd} = f _y /γ _{M1}	f _{vd} : 261.90 MPa
Siendo:	
f _y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f _y : 275.00 MPa
γ _{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ _{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2 \right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : 1.01$$

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6 \right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : 1.00$$

C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C _{m,y} : 1.00 C _{m,z} : 1.00
---	--

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	:	<u>0.93</u>
	χ_z	:	<u>0.98</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	<u>0.49</u>
	$\bar{\lambda}_z$:	<u>0.26</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	:	<u>0.60</u>
	α_z	:	<u>0.60</u>

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·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 54.74 \text{ kN} \leq 217.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	<u>54.74</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,52z}$:	<u>435.49</u>	kN

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.

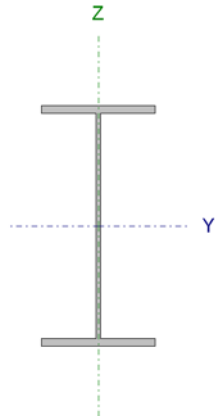
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N95/N12

Perfil: IPE 360
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 360 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N95	N12	2.000	72.70	16270.00	1043.00	37.32
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.	
<input type="checkbox"/>		0.17	1.26	0.00	0.00	
L _k		0.343	2.530	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						



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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square : 0.19 \quad \checkmark$$

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_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 52683.82 kN

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} : 52683.82 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 183897.05 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 16270.00	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 1043.00	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 37.32	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 313600.00	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: 81000	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: 2.530	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 0.343	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀	: 15.43	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	cm
	i_z	: 3.79	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀	: 0.00	mm
	z₀	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 41.83 \leq 255.09 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w	: 334.60	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w	: 8.00	mm
A_w : Área del alma.	A_w	: 26.77	cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef}	: 21.59	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	: 0.30	
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	: 275.00	MPa


Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.014 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

N_{t,Ed} : 26.38 kN

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

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

N_{t,Rd} : 1904.05 kN

Donde:

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

A : 72.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa


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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.039 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

N_{c,Ed} : 71.37 kN

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

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

N_{c,Rd} : 1840.02 kN

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_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. : 0.19

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

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. A_{ef} : 70.26 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 52683.82 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 52683.82 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 183897.05 kN

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.864 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}⁺ : 230.62 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}⁻ : 85.48 kN·m

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{266.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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} : 1019.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}⁺ : 0.05 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N95, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}⁻ : 0.06 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{50.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. W_{pl,z} : 191.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.126} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 54.74 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{435.49} \text{ kN}$$

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 41.83 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 41.83

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

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

ε : Factor de reducción.

$$\square : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 235.00 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{\text{Ed}} : 0.03 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{\text{c,Rd}} : 694.54 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 45.93 \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : 72.70 \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : 334.60 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 8.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : 261.90 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{yd}} = f_y / \gamma_{\text{MO}}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{\text{MO}} : 1.05$$

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 $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 54.74 \text{ kN} \square 217.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{és}imo. $V_{Ed} : 54.74 \text{ kN}$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd} : 435.49 \text{ kN}$

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

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{és}imo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.03 \text{ kN} \square 347.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^{és}imos se producen en el nudo N95, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{és}imo. $V_{Ed} : 0.03 \text{ kN}$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd} : 694.54 \text{ kN}$

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.899 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.899 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.554 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^{és}imos se producen en el nudo N12, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : 66.94 \text{ kN}$
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : 230.62 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
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.	Clase : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : 1904.05 \text{ kN}$
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.	$M_{pl,Rd,y} : 266.88 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : 50.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$
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_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 275.00 \text{ MPa}$
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : 1.05$
k_y, k_z : Coeficientes de interacción.	
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	$k_y : 1.00$
$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	$k_z : 1.00$
C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : 1.00$ $C_{m,z} : 1.00$
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y : 1.00$ $\chi_z : 1.00$
λ̄_y, λ̄_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\lambda_{y,v} : 0.19$ $\lambda_{z,v} : 0.10$
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·PP+1.5·Q.

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

54.74 kN 217.74 kN ✓

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 54.74 \text{ kN}$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 435.49 \text{ kN}$

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.

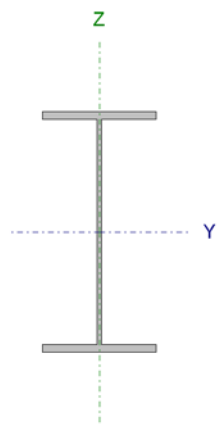
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N12/N15

Perfil: IPE 360


Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N12	N15	13.065	72.70	16270.00	1043.00	37.32	
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.		
	□	0.13	1.10	0.00	0.00		
	L _k	1.750	14.318	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{\text{ef}} \cdot f_y}{N_{\text{cr}}}}$$

: 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} : 70.26 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 1645.02 kN

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} : 1645.02 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 7058.77 kN

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

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

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 16270.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 1043.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 37.32 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 313600.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 14.318 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 1.750 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i₀ : 15.43 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 cm
i_z : 3.79 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de y₀ : 0.00 mm
z₀ : 0.00 mm

torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

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

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 41.83 \leq 255.09 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 334.60 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 8.00 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 26.77 cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: 21.59 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.018 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: 35.12 kN
--	-----------------------

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

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$: 1904.05 kN
-----------------------------	-------------------------

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : 72.70 cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
---	--------------------

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05
Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 61.06 kN
La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{1840.02} \text{ kN}$$

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{1117.25} \text{ kN}$$

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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 : 0.61

χ_z : 0.87

Siendo:

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

ϕ_y : 1.18

ϕ_z : 0.69

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

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

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

$\square \square_y$: 1.08

$\square \square_z$: 0.52

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 1645.02 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1645.02 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 7058.77 kN

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

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

Se debe satisfacer:

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

\square : 0.864 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 85.48 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 230.62 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 266.88 kN·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} : 1019.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa
 $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.139 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 60.48 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : 435.49 \text{ kN}$$

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} : 261.90 MPa

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

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 41.83 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbellez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{41.83}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbellez m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci\acute{o}n.} \quad \square : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$$f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 60.48 \text{ kN} \square 217.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{60.48 \text{ kN}}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{435.49 \text{ kN}}$$

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:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.896 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.955 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.578 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo N12, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p ^{és} imo.	N_{c,Ed} : 61.06 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de c3lculo p ^{és} imos, seg ^u n los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 230.62 kN·m M_{z,Ed} : 0.00 kN·m
Clase : Clase de la secci3n, seg ^u n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.	Clase : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.	N_{pl,Rd} : 1904.05 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 266.88 kN·m M_{pl,Rd,z} : 50.05 kN·m

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

A : 3rea de la secci3n bruta.	A : 72.70 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 1019.00 cm ³ W_{pl,z} : 191.10 cm ³
f_{vd} : Resistencia de c3lculo del acero. $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacci3n.

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

$$k_y : \underline{1.04}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.02}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y} : \underline{1.00}$

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

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : \underline{0.59}$

$$\chi_z : \underline{0.87}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\square\square_y : \underline{1.10}$

$$\square\square_z : \underline{0.53}$$

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 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 60.48 \text{ kN} \square 217.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{60.48} \text{ kN}$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{435.49} \text{ kN}$

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.

5.3 Pórtico de fachada frontal

Comentados en el punto 6.5 *Estructura*, los pórticos de fachada frontal se construyen de acero S 275 JR y los perfiles utilizados son: IPE 220, IPE 240, IPE 270 y IPE 160 para pilares y jácena respectivamente, y perfiles en L y rectangulares conformados para las diagonales y montantes del arriostramiento.

A continuación se adjuntan una serie de listados con comprobaciones para esto tipo de elementos estructurales.

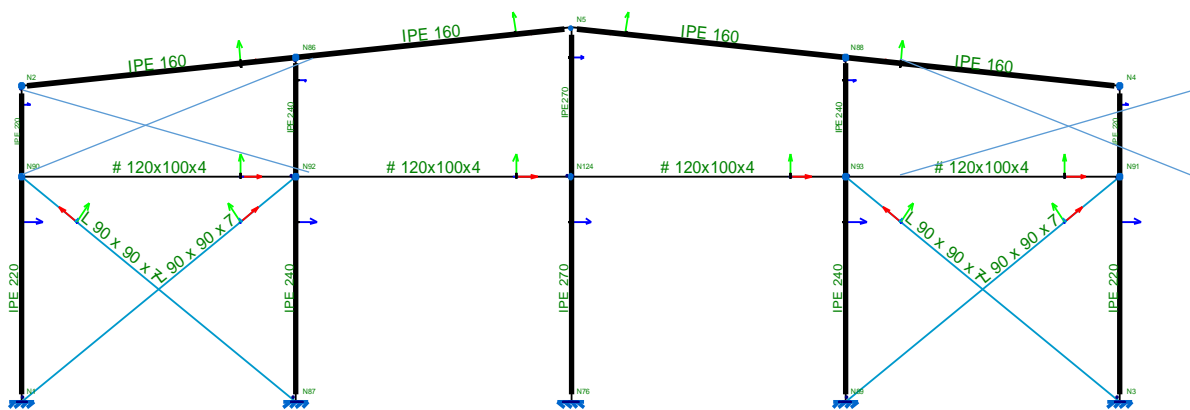


Figura 16 Pórtico de fachada frontal con indicación de sus perfiles

5.3.1 GEOMETRÍA

2.3.1.1 Barras

5.3.1.1.1 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								
Acero laminado	S275	N1/N90	N1/N2	IPE 220 (IPE)	5.000	0.70	0.98	-	-
		N90/N2	N1/N2	IPE 220 (IPE)	2.000	1.00	2.45	-	-
		N2/N86	N2/N5	IPE 160 (IPE)	6.532	0.00	1.00	-	-
		N87/N92	N87/N86	IPE 240 (IPE)	5.000	0.70	1.53	-	-
		N92/N86	N87/N86	IPE 240 (IPE)	2.650	1.00	2.89	-	-
		N87/N90	N87/N90	L 90 x 90 x 7 (L) # 120x100x4 (Rectangular conformado)	8.201	0.00	0.00	-	-
		N90/N92	N90/N92		6.500	1.00	1.00	-	-
		N76/N124	N76/N5	IPE 270 (IPE)	5.000	1.00	1.00	-	-
N124/N5	N76/N5	IPE 270 (IPE)	3.300	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

5.3.1.1.2 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2
2	N2/N5
3	N87/N86
4	N87/N90
5	N90/N92
6	N76/N5

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	204.90	9.07

Características mecánicas									
Material Tipo	Designación	Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
				(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
		2	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.30	68.31	3.60
		3	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	283.60	12.88
		4	L 90 x 90 x 7, (L)	12.20	5.81	5.81	92.55	92.55	1.98
		5	# 120x100x4, (Rectangular conformado)	16.40	6.40	7.73	342.57	259.07	479.46
		6	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	419.90	15.94

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.

5.3.2 CARGAS

5.3.2.1 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: kN

Momentos puntuales: kN·m.

Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.

Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N90	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N90	Peso propio	Uniforme	0.702	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N90	Peso propio	Uniforme	0.540	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N90	V(0°) H1	Uniforme	2.079	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(0°) H1	Uniforme	0.436	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(0°) H1	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	1.000	-0.000
N1/N90	V(0°) H2	Uniforme	2.079	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(0°) H2	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	1.000	-0.000
N1/N90	V(0°) H2	Uniforme	0.436	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(90°) H1	Uniforme	0.158	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N1/N90	V(90°) H1	Uniforme	1.865	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N1/N90	V(90°) H1	Uniforme	1.594	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(180°) H1	Uniforme	1.139	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(180°) H1	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N1/N90	V(180°) H2	Uniforme	1.139	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(180°) H2	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N1/N90	V(270°) H1	Uniforme	0.683	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N90	V(270°) H1	Uniforme	0.876	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N90/N2	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N90/N2	Peso propio	Uniforme	0.702	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N90/N2	Peso propio	Uniforme	0.540	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N90/N2	V(0°) H1	Uniforme	2.079	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N90/N2	V(0°) H1	Uniforme	0.436	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N90/N2	V(0°) H1	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	1.000	-0.000
N90/N2	V(0°) H2	Uniforme	2.079	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N90/N2	V(0°) H2	Uniforme	1.24 2	-	-	-	Globales	-	1.000	-
N90/N2	V(0°) H2	Uniforme	0.43 6	-	-	-	Globales	-	-	-
N90/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.15 8	-	-	-	Globales	0.000	-	1.000
N90/N2	V(90°) H1	Uniforme	1.86 5	-	-	-	Globales	0.000	-	1.000
N90/N2	V(90°) H1	Uniforme	1.59 4	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N90/N2	V(180°) H1	Uniforme	1.13 9	-	-	-	Globales	-	-	-
N90/N2	V(180°) H1	Uniforme	0.55 8	-	-	-	Globales	0.000	-	1.000
N90/N2	V(180°) H2	Uniforme	1.13 9	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N90/N2	V(180°) H2	Uniforme	0.55 8	-	-	-	Globales	0.000	-	1.000
N90/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.68 3	-	-	-	Globales	-	-	-
N90/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.87 6	-	-	-	Globales	0.000	-	1.000
N2/N86	Peso propio	Uniforme	0.15 5	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N2/N86	Peso propio	Triangular Izq.	0.07 0	-	0.00 0	6.53 2	Globales	0.000	0.000	-
N2/N86	Peso propio	Uniforme	0.48 7	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N2/N86	Q	Uniforme	1.00 0	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N2/N86	V(0°) H1	Faja	2.79 5	-	0.00 0	1.66 9	Globales	0.000	-	0.100
N2/N86	V(0°) H1	Faja	0.05 9	-	0.00 0	1.66 9	Globales	0.000	-	0.100
N2/N86	V(0°) H1	Faja	1.01 4	-	1.66 9	6.53 2	Globales	-	-	0.100
N2/N86	V(0°) H1	Trapezoidal	0.20 9	0.01 8	0.00 0	3.33 7	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H1	Trapezoidal	0.04 2	0.07 7	0.00 0	3.33 7	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.08 9	-	3.33 7	6.53 2	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H2	Trapezoidal	0.20 9	0.01 8	0.00 0	3.33 7	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H2	Trapezoidal	0.04 2	0.07 7	0.00 0	3.33 7	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.08 9	-	3.33 7	6.53 2	Globales	-	-	-
N2/N86	V(0°) H2	Faja	0.02 5	-	1.66 9	6.53 2	Globales	0.000	0.100	-

Cargas en barras											
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección				
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z	
N2/N86	V(0°) H2	Faja	0.024	-	0.000	1.669	Globales	-	0.100	-	0.995
N2/N86	V(90°) H1	Faja	1.531	-	0.000	4.171	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	V(90°) H1	Faja	1.261	-	4.171	6.532	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	V(90°) H1	Uniforme	0.542	-	-	-	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.159	-	0.000	6.532	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N2/N86	V(180°) H1	Uniforme	1.026	-	-	-	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.113	-	0.000	6.532	Globales	-	-	-	-
N2/N86	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.113	-	0.000	6.532	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N2/N86	V(180°) H2	Uniforme	0.976	-	-	-	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.068	-	0.000	6.532	Globales	-	-	-	-
N2/N86	V(270°) H1	Uniforme	1.039	-	-	-	Globales	0.000	-	0.100	0.995
N2/N86	N(EI)	Uniforme	0.514	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-	1.000
N2/N86	N(R) 1	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-	1.000
N2/N86	N(R) 2	Uniforme	0.514	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-	1.000
N87/N92	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-	1.000
N87/N92	Peso propio	Uniforme	1.405	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-	1.000
N87/N92	V(0°) H1	Uniforme	0.713	-	-	-	Globales	-	-	-	-
N87/N92	V(0°) H1	Uniforme	3.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N87/N92	V(0°) H2	Uniforme	0.713	-	-	-	Globales	-	-	-	-
N87/N92	V(0°) H2	Uniforme	3.168	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N87/N92	V(90°) H1	Uniforme	3.188	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N87/N92	V(180°) H1	Uniforme	0.559	-	-	-	Globales	-	-	-	-
N87/N92	V(180°) H1	Uniforme	1.928	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000
N87/N92	V(180°) H2	Uniforme	0.559	-	-	-	Globales	-	-	-	-
N87/N92	V(180°) H2	Uniforme	1.928	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N87/N92	V(270°) H1	Uniforme	1.366	-	-	-	Globales	-	-	-
N92/N86	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N92/N86	Peso propio	Faja	1.405	-	0.000	2.000	Globales	0.000	0.000	-
N92/N86	Peso propio	Trapezoidal	1.405	0.702	2.000	2.650	Globales	0.000	0.000	-
N92/N86	V(0°) H1	Faja	0.713	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H1	Faja	0.576	-	2.000	2.088	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H1	Faja	0.143	-	2.088	2.332	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H1	Faja	3.168	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H1	Trapezoidal	3.181	2.834	2.000	2.332	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H1	Trapezoidal	2.713	1.822	2.332	2.650	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Faja	0.713	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Faja	0.576	-	2.000	2.088	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Faja	0.143	-	2.088	2.332	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Faja	3.168	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Trapezoidal	3.181	2.834	2.000	2.332	Globales	-	-	-
N92/N86	V(0°) H2	Trapezoidal	2.713	1.822	2.332	2.650	Globales	-	-	-
N92/N86	V(90°) H1	Faja	3.188	-	0.000	2.000	Globales	1.000	0.000	0.000
N92/N86	V(90°) H1	Trapezoidal	3.188	1.594	2.000	2.650	Globales	1.000	0.000	0.000
N92/N86	V(180°) H1	Uniforme	0.559	-	-	-	Globales	-	-	-
N92/N86	V(180°) H1	Faja	1.928	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(180°) H1	Trapezoidal	1.928	0.789	2.000	2.650	Globales	-	-	-
N92/N86	V(180°) H2	Uniforme	0.559	-	-	-	Globales	-	-	-
N92/N86	V(180°) H2	Faja	1.928	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-
N92/N86	V(180°) H2	Trapezoidal	1.928	0.789	2.000	2.650	Globales	-	-	-
N92/N86	V(270°) H1	Faja	1.366	-	0.000	2.000	Globales	-	-	-

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N92/N86	V(270°) H1	Trapezoidal	1.366	0.683	2.000	2.650	Globales	-	-	-
N90/N92	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N76/N124	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N76/N124	Peso propio	Uniforme	1.405	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N76/N124	V(0°) H1	Uniforme	3.281	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(0°) H1	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(0°) H2	Uniforme	3.281	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(0°) H2	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(90°) H1	Uniforme	3.188	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N76/N124	V(180°) H1	Uniforme	3.281	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(180°) H1	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(180°) H2	Uniforme	3.281	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(180°) H2	Uniforme	0.227	-	-	-	Globales	-	-	-
N76/N124	V(270°) H1	Uniforme	1.366	-	-	-	Globales	-	-	-
N124/N5	Peso propio	Uniforme	0.353	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-
N124/N5	Peso propio	Faja	1.405	-	0.000	2.650	Globales	0.000	0.000	-
N124/N5	Peso propio	Triangular Izq.	1.405	-	2.650	3.300	Globales	0.000	0.000	-
N124/N5	V(0°) H1	Faja	3.281	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H1	Trapezoidal	3.323	2.074	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H1	Triangular Izq.	2.018	-	2.940	3.300	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H1	Faja	0.227	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H1	Faja	0.073	-	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H2	Faja	3.281	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H2	Trapezoidal	3.323	2.074	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H2	Triangular Izq.	2.018	-	2.940	3.300	Globales	-	-	-

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N124/N5	V(0°) H2	Faja	0.227	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(0°) H2	Faja	0.073	-	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(90°) H1	Faja	3.188	-	0.000	2.650	Globales	1.000	0.000	0.000
N124/N5	V(90°) H1	Triangular Izq.	3.188	-	2.650	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N124/N5	V(180°) H1	Faja	3.281	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H1	Trapezoidal	3.323	2.074	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H1	Triangular Izq.	2.018	-	2.940	3.300	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H1	Faja	0.227	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H1	Faja	0.073	-	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H2	Faja	3.281	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H2	Trapezoidal	3.323	2.074	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H2	Triangular Izq.	2.018	-	2.940	3.300	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H2	Faja	0.227	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(180°) H2	Faja	0.073	-	2.650	2.940	Globales	-	-	-
N124/N5	V(270°) H1	Faja	1.366	-	0.000	2.650	Globales	-	-	-
N124/N5	V(270°) H1	Triangular Izq.	1.366	-	2.650	3.300	Globales	-	-	-

5.3.3 RESULTADOS

5.3.3.1 Barras

5.3.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

5.3.3.1.1.1 Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N1/N90	Peso propio	N	-13.729	12.791	11.854	10.917	-9.979	-9.042	-8.105	-7.167	-6.230
		Vy	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		Vz	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.06	0.04	0.02	0.01	-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.08
		Mz	-0.08	-0.05	-0.02	0.01	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16
	Q	N	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671	-3.671
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	V(0°) H1	N	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705	-5.705
		Vy	3.123	2.347	1.571	0.794	0.018	-0.759	-1.535	-2.312	-3.088
		Vz	6.891	5.319	3.747	2.176	0.604	-0.968	-2.539	-4.111	-5.683
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	6.60	2.78	-0.05	-1.90	-2.77	-2.66	-1.56	0.52	3.58
		Mz	2.63	0.92	-0.31	-1.04	-1.30	-1.07	-0.35	0.85	2.54
	V(0°) H2	N	11.172	11.172	11.172	11.172	11.172	11.172	11.172	11.172	11.172
		Vy	2.932	2.156	1.379	0.603	-0.174	-0.950	-1.727	-2.503	-3.280
		Vz	6.896	5.324	3.753	2.181	0.609	-0.962	-2.534	-4.106	-5.677
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	6.61	2.79	-0.05	-1.90	-2.77	-2.66	-1.57	0.50	3.56
		Mz	2.31	0.72	-0.38	-1.00	-1.13	-0.78	0.05	1.38	3.18
V(90°) H1	N	8.394	8.394	8.394	8.394	8.394	8.394	8.394	8.394	8.394	
	Vy	-5.325	-4.061	-2.796	-1.532	-0.268	0.997	2.261	3.526	4.790	
	Vz	-4.524	-3.528	-2.532	-1.535	-0.539	0.457	1.453	2.450	3.446	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-4.84	-2.33	-0.43	0.84	1.49	1.51	0.91	-0.31	-2.15	
	Mz	-4.67	-1.73	0.41	1.76	2.32	2.10	1.08	-0.73	-3.33	
V(180°) H1	N	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	-8.438	
	Vy	-1.312	-0.964	-0.615	-0.266	0.082	0.431	0.780	1.128	1.477	
	Vz	3.105	2.394	1.682	0.970	0.259	-0.453	-1.164	-1.876	-2.588	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		My	3.04	1.32	0.05	-0.78	-1.16	-1.10	-0.60	0.35	1.75
		Mz	-1.03	-0.32	0.17	0.45	0.50	0.34	-0.04	-0.63	-1.45
	V(180°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N	11.115	11.115	11.115	11.115	11.115	11.115	11.115	11.115	11.115
		Vy	-1.119	-0.771	-0.422	-0.073	0.275	0.624	0.973	1.321	1.670
		Vz	3.105	2.393	1.682	0.970	0.259	-0.453	-1.165	-1.876	-2.588
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	3.05	1.33	0.06	-0.77	-1.15	-1.09	-0.59	0.36	1.76	
	Mz	-0.72	-0.13	0.25	0.40	0.34	0.06	-0.44	-1.16	-2.09	
	V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N	12.159	12.159	12.159	12.159	12.159	12.159	12.159	12.159	12.159
		Vy	-2.300	-1.753	-1.205	-0.658	-0.111	0.437	0.984	1.532	2.079
		Vz	2.021	1.594	1.167	0.741	0.314	-0.113	-0.540	-0.967	-1.394
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	2.38	1.25	0.39	-0.21	-0.54	-0.60	-0.39	0.08	0.81	
	Mz	-2.01	-0.75	0.18	0.76	1.00	0.90	0.46	-0.33	-1.46	
	N(EI)	N	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886
		N	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886	-1.886
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01		
N(R) 1	N	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	
	N	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	-1.404	
	Vy	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mz	0.04	0.03	0.01	-0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.07	-0.09		
N(R) 2	N	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	
	N	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	-1.545	
	Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	
	Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01		
Mz	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N90/N2	Peso propio	N	-5.172	-4.872	-4.572	-3.972	-3.673	-3.373	-2.773	-2.473	-2.173
		Vy	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153
		Vz	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.14	0.12	0.11	0.08	0.07	0.06	0.03	0.01	0.00
		Mz	-0.31	-0.28	-0.25	-0.18	-0.15	-0.12	-0.06	-0.03	0.00
	Q	N	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906	-2.906
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061
		Vy	2.466	2.218	1.969	1.472	1.224	0.975	0.478	0.230	-0.019
		Vz	4.292	3.789	3.286	2.280	1.777	1.274	0.268	-0.234	-0.737
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.55	2.75	2.04	0.93	0.52	0.21	-0.09	-0.10	0.00
		Mz	2.45	1.98	1.56	0.87	0.60	0.38	0.09	0.02	0.00
	V(0°) H2	N	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222	-2.222
		Vy	3.115	2.866	2.618	2.121	1.873	1.624	1.127	0.879	0.630
		Vz	4.285	3.782	3.279	2.273	1.770	1.267	0.261	-0.242	-0.745
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.54	2.73	2.03	0.92	0.51	0.21	-0.10	-0.10	0.00
		Mz	3.75	3.15	2.60	1.65	1.25	0.90	0.35	0.15	0.00
V(90°) H1	N	5.422	5.422	5.422	5.422	5.422	5.422	5.422	5.422	5.422	
	Vy	-3.241	-2.836	-2.432	-1.622	-1.218	-0.813	-0.004	0.401	0.805	
	Vz	-2.715	-2.396	-2.077	-1.440	-1.121	-0.802	-0.165	0.154	0.473	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.24	-1.73	-1.28	-0.58	-0.32	-0.13	0.06	0.06	0.00	
	Mz	-2.44	-1.83	-1.30	-0.49	-0.21	0.00	0.16	0.12	0.00	
V(180°) H1	N	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	
	Vy	-1.445	-1.333	-1.222	-0.998	-0.887	-0.775	-0.552	-0.441	-0.329	
	Vz	2.021	1.793	1.566	1.110	0.882	0.655	0.199	-0.028	-0.256	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	1.76	1.38	1.05	0.51	0.31	0.16	-0.01	-0.03	0.00	
	Mz	-1.77	-1.50	-1.24	-0.80	-0.61	-0.44	-0.18	-0.08	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
	V(180°) H2	N	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
		Vy	-2.088	-1.976	-1.865	-1.641	-1.530	-1.418	-1.195	-1.084	-0.972
		Vz	2.029	1.801	1.573	1.118	0.890	0.663	0.207	-0.021	-0.248
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.78	1.40	1.06	0.52	0.32	0.17	-0.01	-0.03	0.00
		Mz	-3.06	-2.65	-2.27	-1.57	-1.25	-0.96	-0.43	-0.21	0.00
	V(270°) H1	N	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326	-0.326
		Vy	-1.433	-1.258	-1.083	-0.732	-0.557	-0.382	-0.032	0.143	0.319
		Vz	1.124	0.988	0.851	0.578	0.441	0.305	0.031	-0.105	-0.242
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.88	0.67	0.49	0.20	0.10	0.03	-0.04	-0.03	0.00
		Mz	-1.11	-0.85	-0.61	-0.25	-0.12	-0.03	0.06	0.05	0.00
	N(EI)	N	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493	-1.493
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815	-0.815
		Vy	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082	-0.082
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.16	-0.15	-0.13	-0.10	-0.08	-0.07	-0.03	-0.02	0.00
N(R) 2	N	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	
	Vy	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	
	Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.17	0.15	0.14	0.10	0.09	0.07	0.03	0.02	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.980 m	1.633 m	2.286 m	3.266 m	4.246 m	4.899 m	5.879 m	6.532 m
N2/N8 6	Peso propio	N	-0.331	-0.262	-0.216	-0.172	-0.105	-0.040	0.004	0.067	0.109

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.980 m	1.633 m	2.286 m	3.266 m	4.246 m	4.899 m	5.879 m	6.532 m
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-1.767	-1.078	-0.625	-0.176	0.489	1.144	1.575	2.213	2.633
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.39	1.95	2.21	2.06	1.25	0.37	-1.49	-3.07
		Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
	Q	N	-0.252	-0.154	-0.089	-0.024	0.073	0.171	0.236	0.333	0.398
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	-2.556	-1.581	-0.931	-0.281	0.694	1.669	2.319	3.294	3.944
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	2.03	2.85	3.24	3.04	1.88	0.58	-2.17	-4.54
	V(0°) H1	N	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495
		Vy	0.424	0.200	0.076	-0.027	-0.146	-0.221	-0.257	-0.288	-0.294
		Vz	5.139	2.342	0.478	-0.250	-1.243	-2.236	-2.899	-3.892	-4.554
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-3.67	-4.59	-4.64	-3.91	-2.20	-0.53	2.80	5.56
	V(0°) H2	N	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
		Vy	0.425	0.202	0.078	-0.026	-0.144	-0.220	-0.256	-0.287	-0.293
		Vz	-0.083	-0.059	-0.043	-0.027	-0.003	0.022	0.038	0.062	0.079
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.07	0.10	0.13	0.14	0.13	0.11	0.06	0.02
	V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	-0.292	-0.149	-0.066	0.007	0.096	0.162	0.193	0.221	0.226
		Vz	5.315	3.283	1.929	0.575	-1.456	-3.467	-4.645	-6.411	-7.589
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-4.21	-5.91	-6.73	-6.30	-3.88	-1.23	4.19	8.76
	V(180°) H1	N	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		Vy	0.194	0.092	0.032	-0.019	-0.083	-0.130	-0.153	-0.172	-0.176
Vz		2.690	1.685	1.015	0.344	-0.661	-1.667	-2.337	-3.342	-4.013	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	-2.14	-3.03	-3.47	-3.31	-2.17	-0.87	1.92	4.32	
V(180°) H2	N	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	-0.724	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.980 m	1.633 m	2.286 m	3.266 m	4.246 m	4.899 m	5.879 m	6.532 m
		Vy	0.196	0.093	0.034	-0.018	-0.082	-0.129	-0.151	-0.171	-0.174
		Vz	2.531	1.574	0.936	0.299	-0.658	-1.615	-2.253	-3.209	-3.847
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-2.01	-2.83	-3.23	-3.06	-1.94	-0.68	1.99	4.30
		Mz	0.00	-0.14	-0.18	-0.19	-0.14	-0.03	0.06	0.22	0.33
	V(270°) H1	N	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587	0.587
		Vy	0.120	0.058	0.023	-0.008	-0.046	-0.075	-0.088	-0.100	-0.102
		Vz	2.669	1.651	0.973	0.294	-0.723	-1.741	-2.420	-3.437	-4.116
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-2.12	-2.97	-3.39	-3.18	-1.97	-0.61	2.26	4.73
		Mz	0.00	-0.09	-0.11	-0.12	-0.09	-0.03	0.02	0.12	0.18
	N(EI)	N	-0.129	-0.079	-0.046	-0.012	0.038	0.088	0.121	0.171	0.205
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	-1.313	-0.812	-0.478	-0.144	0.357	0.858	1.191	1.692	2.026
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	1.04	1.46	1.67	1.56	0.97	0.30	-1.12	-2.33
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	N(R) 1	N	-0.149	-0.124	-0.107	-0.090	-0.065	-0.040	-0.023	0.002	0.018
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-0.662	-0.412	-0.245	-0.078	0.173	0.423	0.590	0.841	1.008
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.53	0.74	0.85	0.80	0.51	0.18	-0.53	-1.13
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	N(R) 2	N	-0.045	0.005	0.038	0.072	0.122	0.172	0.205	0.255	0.289
Vy		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Vz		-1.307	-0.806	-0.473	-0.139	0.362	0.863	1.197	1.698	2.032	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	1.04	1.45	1.65	1.54	0.94	0.27	-1.15	-2.37	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N87/N92	Peso propio	N	-18.774	-17.708	-16.642	-15.576	-14.510	-13.444	-12.378	-11.311	-10.245
		Vy	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424	-0.424
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-3.21	-2.94	-2.68	-2.41	-2.15	-1.88	-1.62	-1.35	-1.09
		Mz	-0.11	-0.07	-0.03	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21
	Q	N	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396	-7.396
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.12	-3.78	-3.44	-3.10	-2.76	-2.42	-2.08	-1.74	-1.40
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981	3.981
		Vy	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
		Vz	19.254	16.828	14.402	11.976	9.550	7.125	4.699	2.273	-0.153
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	33.86	22.58	12.82	4.58	-2.15	-7.36	-11.06	-13.23	-13.90
		Mz	-0.20	-0.12	-0.04	0.04	0.12	0.20	0.28	0.36	0.44
	V(0°) H2	N	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348	-6.348
		Vy	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315	-0.315
		Vz	19.043	16.617	14.192	11.766	9.340	6.914	4.489	2.063	-0.363
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	32.23	21.09	11.46	3.35	-3.25	-8.33	-11.89	-13.94	-14.47
		Mz	-0.51	-0.31	-0.11	0.09	0.28	0.48	0.68	0.87	1.07
	V(90°) H1	N	13.963	13.963	13.963	13.963	13.963	13.963	13.963	13.963	13.963
		Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
Vz		14.878	12.886	10.893	-8.901	-6.908	-4.915	-2.923	-0.930	1.062	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-20.73	-12.06	-4.63	1.56	6.50	10.19	12.64	13.85	13.81	
Mz		-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	
V(180°) H1	N	7.315	7.315	7.315	7.315	7.315	7.315	7.315	7.315	7.315	
	Vy	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	
	Vz	12.580	11.026	9.472	7.918	6.363	4.809	3.255	1.700	0.146	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	23.58	16.20	9.80	4.36	-0.10	-3.59	-6.11	-7.66	-8.24	
	Mz	0.23	0.14	0.05	-0.04	-0.13	-0.22	-0.31	-0.40	-0.49	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(180°) H2	N	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
		Vy	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331
		Vz	12.358	10.804	9.249	7.695	6.141	4.587	3.032	1.478	-0.076
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	21.93	14.70	8.43	3.13	-1.19	-4.54	-6.92	-8.33	-8.77
		Mz	0.53	0.33	0.12	-0.09	-0.29	-0.50	-0.71	-0.91	-1.12
	V(270°) H1	N	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	7.199	6.345	5.491	4.637	3.783	2.929	2.075	1.221	0.367
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	15.12	10.88	7.18	4.02	1.39	-0.71	-2.27	-3.30	-3.80
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799	-3.799
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.12	-1.94	-1.77	-1.59	-1.42	-1.24	-1.07	-0.89	-0.72
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N(R) 1	N	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	-1.883	
	Vy	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	
	Vz	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-1.59	-1.46	-1.32	-1.19	-1.06	-0.93	-0.80	-0.67	-0.54	
	Mz	0.04	0.02	0.01	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08	
N(R) 2	N	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	-4.068	
	Vy	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	
	Vz	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-1.59	-1.46	-1.33	-1.19	-1.06	-0.93	-0.80	-0.67	-0.54	
	Mz	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.08	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.379 m	0.568 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
N92/N86	Peso propio	N	-9.514	-8.869	-8.546	-7.900	-7.254	-6.609	-5.966	-5.680	-5.222
		Vy	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.379 m	0.568 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
		Vz	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410	-0.410
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.09	-0.93	-0.85	-0.70	-0.54	-0.39	-0.23	-0.16	0.00
		Mz	-0.31	-0.26	-0.24	-0.20	-0.15	-0.11	-0.07	-0.04	0.00
	Q	N	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460	-7.460
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.40	-1.20	-1.10	-0.90	-0.70	-0.50	-0.30	-0.20	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	8.513	8.513	8.513	8.513	8.513	8.513	8.513	8.513	8.513
		Vy	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294
		Vz	-0.164	-1.633	-2.368	-3.837	-5.307	-6.776	-8.231	-8.828	-9.731
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-13.90	-13.56	-13.18	-12.00	-10.27	-7.99	-5.14	-3.53	0.00
		Mz	0.78	0.67	0.61	0.50	0.39	0.28	0.17	0.11	0.00
	V(0°) H2	N	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vy	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701
		Vz	-0.380	-1.850	-2.584	-4.054	-5.523	-6.992	-8.448	-9.044	-9.948
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-14.47	-14.05	-13.63	-12.37	-10.56	-8.19	-5.27	-3.61	0.00
		Mz	1.86	1.59	1.46	1.19	0.93	0.66	0.40	0.27	0.00
	V(90°) H1	N	14.088	14.088	14.088	14.088	14.088	14.088	14.088	14.088	14.088
		Vy	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
Vz		1.028	2.235	2.839	4.046	5.252	6.459	7.658	8.179	8.959	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		13.81	13.19	12.71	11.41	9.65	7.43	4.76	3.26	0.00	
Mz		0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	
V(180°) H1	N	7.327	7.327	7.327	7.327	7.327	7.327	7.327	7.327	7.327	
	Vy	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	
	Vz	0.157	-0.785	-1.256	-2.197	-3.138	-4.080	-5.015	-5.428	-6.063	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-8.24	-8.12	-7.92	-7.27	-6.26	-4.89	-3.17	-2.18	0.00	
	Mz	-0.87	-0.74	-0.68	-0.56	-0.43	-0.31	-0.19	-0.12	0.00	
V(180°) H2	N	7.113	7.113	7.113	7.113	7.113	7.113	7.113	7.113	7.113	
	Vy	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.379 m	0.568 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
		Vz	-0.045	-0.986	-1.457	-2.398	-3.340	-4.281	-5.217	-5.629	-6.265
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-8.77	-8.57	-8.34	-7.61	-6.53	-5.09	-3.29	-2.26	0.00
		Mz	-1.95	-1.67	-1.53	-1.25	-0.97	-0.69	-0.42	-0.28	0.00
	V(270°) H1	N	7.782	7.782	7.782	7.782	7.782	7.782	7.782	7.782	7.782
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.358	-0.159	-0.418	-0.935	-1.452	-1.970	-2.483	-2.707	-3.041
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-3.80	-3.84	-3.78	-3.53	-3.08	-2.43	-1.58	-1.09	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832	-3.832
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271	-0.271
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.72	-0.61	-0.56	-0.46	-0.36	-0.26	-0.15	-0.10	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887	-1.887
		Vy	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053
		Vz	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202	-0.202
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.54	-0.46	-0.42	-0.34	-0.27	-0.19	-0.11	-0.08	0.00
		Mz	-0.14	-0.12	-0.11	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.02	0.00
	N(R) 2	N	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861	-3.861
		Vy	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
Vz		-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-0.54	-0.46	-0.42	-0.35	-0.27	-0.19	-0.12	-0.08	0.00	
Mz		0.14	0.12	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.025 m	2.050 m	3.075 m	4.100 m	5.125 m	6.150 m	7.176 m	8.201 m
N87/N 90	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.025 m	2.050 m	3.075 m	4.100 m	5.125 m	6.150 m	7.176 m	8.201 m
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826	3.826
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	5.462	5.462	5.462	5.462	5.462	5.462	5.462	5.462	5.462	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	8.548	8.548	8.548	8.548	8.548	8.548	8.548	8.548	8.548	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.025 m	2.050 m	3.075 m	4.100 m	5.125 m	6.150 m	7.176 m	8.201 m
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.625 m	2.438 m	3.250 m	4.063 m	4.875 m	5.688 m	6.500 m
N90/N 92	Peso propio	N	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vy	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
		Vz	-0.489	-0.387	-0.284	-0.182	-0.079	0.024	0.126	0.229	0.331
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.51	-0.16	0.11	0.30	0.41	0.43	0.37	0.23	0.00
		Mz	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
	Q	N	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054	-0.054

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.625 m	2.438 m	3.250 m	4.063 m	4.875 m	5.688 m	6.500 m
		Vy	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.11	0.10	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00
	V(0°) H1	N	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576	-5.576
		Vy	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00
	V(0°) H2	N	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426	-6.426
		Vy	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		Vz	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.62	0.54	0.46	0.39	0.31	0.23	0.15	0.08	0.00
		Mz	-0.11	-0.10	-0.08	-0.07	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	0.00
	V(90°) H1	N	4.948	4.948	4.948	4.948	4.948	4.948	4.948	4.948	4.948
		Vy	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034
		Vz	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.83	0.73	0.63	0.52	0.42	0.31	0.21	0.10	0.00
		Mz	-0.22	-0.19	-0.17	-0.14	-0.11	-0.08	-0.06	-0.03	0.00
	V(180°) H1	N	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393	-1.393
		Vy	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		Vz	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		-0.29	-0.26	-0.22	-0.18	-0.15	-0.11	-0.07	-0.04	0.00	
Mz		0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	
V(180°) H2	N	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	-2.969	
	Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	
	Vz	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	-0.143	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.93	-0.82	-0.70	-0.58	-0.47	-0.35	-0.23	-0.12	0.00	
	Mz	0.21	0.18	0.16	0.13	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00	
V(270°) H1	N	2.694	2.694	2.694	2.694	2.694	2.694	2.694	2.694	2.694	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.625 m	2.438 m	3.250 m	4.063 m	4.875 m	5.688 m	6.500 m
		Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.35	0.30	0.26	0.22	0.17	0.13	0.09	0.04	0.00
		Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
	N(EI)	N	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270	-0.270
		Vy	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		Vz	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.09	-0.08	-0.07	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00
	N(R) 2	N	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
		Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
		Mz	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N76/N124	Peso propio	N	-19.306	-18.207	-17.108	-16.009	-14.910	-13.812	-12.713	-11.614	-10.515
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-8.16	-7.55	-6.93	-6.32	-5.71	-5.09	-4.48	-3.87	-3.25
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260	-1.260

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-10.48	-9.69	-8.90	-8.12	-7.33	-6.54	-5.75	-4.97	-4.18
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560
		Vy	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269	-0.269
		Vz	19.718	17.525	15.333	13.141	10.949	8.756	6.564	4.372	2.179
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	43.05	31.41	21.15	12.25	4.72	-1.44	-6.23	-9.64	-11.69
		Mz	-0.43	-0.26	-0.09	0.08	0.24	0.41	0.58	0.75	0.92
	V(0°) H2	N	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799
		Vy	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740
		Vz	19.218	17.025	14.833	12.641	10.448	8.256	6.064	3.872	1.679
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	38.89	27.57	17.61	9.03	1.81	-4.03	-8.51	-11.61	-13.35
		Mz	-1.20	-0.74	-0.28	0.19	0.65	1.11	1.57	2.03	2.50
	V(90°) H1	N	15.234	15.234	15.234	15.234	15.234	15.234	15.234	15.234	15.234
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	15.545	13.553	11.560	-9.567	-7.575	-5.582	-3.589	-1.597	0.396
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-19.38	-10.28	-2.44	4.17	9.52	13.63	16.50	18.12	18.50
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560	-0.560
		Vy	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269	0.269
		Vz	19.718	17.525	15.333	13.141	10.949	8.756	6.564	4.372	2.179
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	43.05	31.41	21.15	12.25	4.72	-1.44	-6.23	-9.64	-11.69
		Mz	0.43	0.26	0.09	-0.08	-0.24	-0.41	-0.58	-0.75	-0.92
	V(180°) H2	N	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799	-1.799
		Vy	0.740	0.740	0.740	0.740	0.740	0.740	0.740	0.740	0.740
		Vz	19.218	17.025	14.833	12.641	10.448	8.256	6.064	3.872	1.679
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	38.89	27.57	17.61	9.03	1.81	-4.03	-8.51	-11.61	-13.35
		Mz	1.20	0.74	0.28	-0.19	-0.65	-1.11	-1.57	-2.03	-2.50

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(270°) H1	N	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	8.532	7.679	6.825	5.971	5.117	4.263	3.409	2.555	1.701
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	23.86	18.79	14.26	10.26	6.79	3.86	1.47	-0.40	-1.73
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366	-3.366
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647	-0.647
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-5.38	-4.98	-4.57	-4.17	-3.76	-3.36	-2.96	-2.55	-2.15
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525
		Vy	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vz	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.04	-3.73	-3.43	-3.13	-2.82	-2.52	-2.22	-1.91	-1.61
		Mz	0.11	0.07	0.03	-0.02	-0.06	-0.10	-0.14	-0.18	-0.23
	N(R) 2	N	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525
		Vy	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067
		Vz	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.04	-3.73	-3.43	-3.13	-2.82	-2.52	-2.22	-1.91	-1.61
		Mz	-0.11	-0.07	-0.03	0.02	0.06	0.10	0.14	0.18	0.23

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.413 m	0.825 m	1.238 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.888 m	3.300 m
N124/ N5	Peso propio	N	-9.854	-9.128	-8.403	-7.678	-6.953	-6.228	-5.502	-4.838	-4.508
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982	-0.982
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-3.25	-2.85	-2.44	-2.04	-1.63	-1.23	-0.82	-0.42	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554	-6.554
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261	-1.261

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.413 m	0.825 m	1.238 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.888 m	3.300 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.18	-3.66	-3.14	-2.62	-2.10	-1.58	-1.06	-0.54	-0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565
		Vy	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613
		Vz	2.180	0.733	-0.714	-2.161	-3.608	-5.055	-6.501	-7.800	-8.282
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-11.69	-12.29	-12.30	-11.70	-10.51	-8.73	-6.34	-3.37	-0.02
		Mz	0.92	0.66	0.41	0.16	-0.10	-0.35	-0.60	-0.85	-1.11
	V(0°) H2	N	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805
		Vy	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016
		Vz	1.680	0.233	-1.214	-2.661	-4.108	-5.555	-7.002	-8.301	-8.783
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-13.35	-13.74	-13.54	-12.74	-11.34	-9.35	-6.76	-3.59	-0.03
		Mz	2.50	1.66	0.83	0.00	-0.83	-1.66	-2.49	-3.33	-4.16
	V(90°) H1	N	15.240	15.240	15.240	15.240	15.240	15.240	15.240	15.240	15.240
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.396	1.711	3.026	4.341	5.657	6.972	8.287	9.464	9.881
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	18.50	18.06	17.09	15.57	13.50	10.90	7.75	4.07	0.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565	-0.565
		Vy	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613
		Vz	2.180	0.733	-0.714	-2.161	-3.608	-5.055	-6.501	-7.800	-8.282
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-11.69	-12.29	-12.30	-11.70	-10.51	-8.73	-6.34	-3.37	-0.02
		Mz	-0.92	-0.66	-0.41	-0.16	0.10	0.35	0.60	0.85	1.11
V(180°) H2	N	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	-1.805	
	Vy	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	-2.016	
	Vz	1.680	0.233	-1.214	-2.661	-4.108	-5.555	-7.002	-8.301	-8.783	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-13.35	-13.74	-13.54	-12.74	-11.34	-9.35	-6.76	-3.59	-0.03	
	Mz	-2.50	-1.66	-0.83	0.00	0.83	1.66	2.49	3.33	4.16	
V(270°) H1	N	4.523	4.523	4.523	4.523	4.523	4.523	4.523	4.523	4.523	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	1.701	1.137	0.574	0.010	-0.553	-1.117	-1.681	-2.185	-2.364	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.413 m	0.825 m	1.238 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.888 m	3.300 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.73	-2.31	-2.67	-2.79	-2.67	-2.33	-1.75	-0.95	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367	-3.367
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648	-0.648
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.15	-1.88	-1.61	-1.34	-1.08	-0.81	-0.54	-0.28	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525
		Vy	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215	-0.215
		Vz	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.61	-1.41	-1.21	-1.01	-0.81	-0.61	-0.41	-0.21	-0.01
		Mz	-0.23	-0.14	-0.05	0.04	0.13	0.22	0.31	0.40	0.48
	N(R) 2	N	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525	-2.525
		Vy	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215
		Vz	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.61	-1.41	-1.21	-1.01	-0.81	-0.61	-0.41	-0.21	-0.01
		Mz	0.23	0.14	0.05	-0.04	-0.13	-0.22	-0.31	-0.40	-0.48

5.3.3.1.2 Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor 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 absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha relativa xy		Flecha relativa xz		Flecha relativa xy		Flecha relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	4.688	10.53	7.000	2.03	5.000	20.33	7.000	3.47
	2.500	L/547.2	7.000	L/(>1000)	2.500	L/547.2	7.000	L/(>1000)
N2/N5	2.613	9.93	2.940	13.58	2.613	17.15	2.940	24.54
	2.613	L/(>1000)	2.940	L/480.8	2.613	L/(>1000)	2.940	L/481.0
N87/N	4.688	9.60	7.650	17.48	4.688	18.76	7.650	31.01

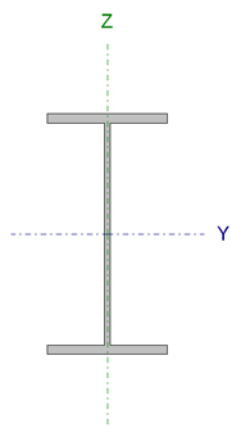
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha relativa xy		Flecha relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
86	4.688	L/796.8	7.650	L/437.7	4.688	L/796.8	7.650	L/437.9
N87/N90	6.150	0.00	6.663	0.00	6.150	0.00	6.663	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N90/N92	2.844	1.74	2.844	3.73	2.844	2.85	2.844	7.01
	2.844	L/(>1000)	2.844	L/(>1000)	2.844	L/(>1000)	2.844	L/(>1000)
N76/N5	4.063	9.23	4.375	9.59	4.063	18.46	4.688	18.67
	4.063	L/839.5	4.375	L/865.2	4.063	L/839.5	4.375	L/865.5

5.3.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N90

Perfil: IPE 220

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	N90	5.000	33.40	2772.00	204.90	9.07
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.		
<input type="checkbox"/>	0.70	0.98	0.00	0.00			
L _K	3.500	4.900	0.000	0.000			
C _m	1.000	0.550	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

: 1.63

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 : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 346.68 kN

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} : 2392.88 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 346.68 kN

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

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

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 2772.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 204.90 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.07 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 22670.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 4.900 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.500 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i₀ : 9.44 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 : 9.11 cm
i_z : 2.48 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y₀ : 0.00 mm
z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 34.17 \leq 248.36 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>201.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.90</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>11.89</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>10.12</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed} : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	N_{t,Ed} : <u>7.71</u> kN
---	--

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>33.40</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.044 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.148 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 38.63 kN

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : 874.76 \text{ kN}$$

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 : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : 261.74 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : 0.88$$

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.

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

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.

χ_z : 0.30

ϕ_y : 0.74

ϕ_z : 2.07

α_y : 0.21

α_z : 0.34

$\square\square_y$: 0.62

$\square\square_z$: 1.63

N_{cr} : 346.68 kN

$N_{cr,y}$: 2392.88 kN

$N_{cr,z}$: 346.68 kN

$N_{cr,T}$: □

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

Se debe satisfacer:

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

\square : 0.134 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}^+ : 10.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

M_{Ed}^- : 7.22 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 74.75 kN·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.

$W_{pl,y}$: 285.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

 f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa 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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.469 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 3.91 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 7.14 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : 15.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 58.11 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.053 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 10.38 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{196.27} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 12.98 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 220.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 5.90 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 34.17 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 34.17

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

λ_{máx}: Esbeltez máxima. λ_{máx} : 64.71

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

ε: Factor de reducción. □ : 0.92

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.025 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : 8.07 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 325.19 \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : 21.51 \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : 33.40 \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : 201.60 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 5.90 \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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}**.

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

$$10.38 \text{ kN} \square 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 10.38 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 196.27 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 8.07 \text{ kN} \square 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 8.07 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 325.19 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.573} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.353} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.543} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 6.68 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed} : 7.18 kN·m
M_{z,Ed} : 7.14 kN·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. Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. N_{pl,Rd} : 874.76 kN

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{74.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{285.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{58.11} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

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

$$k_y : \underline{1.00}$$

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

$$k_z : \underline{1.04}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{0.55}$$

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

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

$$\chi_y : \underline{0.88}$$

$$\chi_z : \underline{0.30}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.62}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.63}$$

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 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$10.38 \text{ kN} \leq 98.02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{10.38} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{196.03} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : 1.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : 9.86 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \square < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : 0.04 \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 196.03 \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : 196.27 \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.46} \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \square < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{324.79} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{325.19} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.46} \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

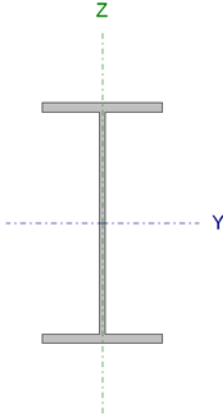
Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Barra N90/N2

Perfil: IPE 220
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 220 Material: Acero (S275)								
		Nudos		Características mecánicas				
		Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N90	N2	2.000	33.40	2772.00	204.90	9.07
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.			
<input type="checkbox"/>		1.00	2.45	0.00	0.00			
L _K		2.000	4.900	0.000	0.000			
C _m		1.000	0.550	1.000	1.000			
C ₁		-	-	1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

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.

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

: 0.93 ✓

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 : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 1061.70 kN

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} : 2392.88 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 1061.70 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : 2772.00 cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : 204.90 cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : 9.07 cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : 22670.00 cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : 81000 MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : 4.900 m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : 2.000 m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : 0.000 m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : 9.44 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 : 9.11 cm	i_z : 2.48 cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : 0.00 mm	z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 34.17 \leq 248.36 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 201.60 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 5.90 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 11.89 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 10.12 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

N_{t,Ed} : 6.57 kN

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

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

N_{t,Rd} : 874.76 kN

Donde:

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

A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.013 ✓

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

: 0.020 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

N_{c,Ed} : 11.43 kN

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

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

N_{c,Rd} : 874.76 kN

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 : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{561.42} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 33.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.88}$$

$$\chi_z : \underline{0.64}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{1.06}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square_y : \underline{0.62}$$

$$\square\square_z : \underline{0.93}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 1061.70 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 2392.88 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 1061.70 kN

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

$N_{cr,T}$:

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.074 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

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

M_{Ed}^+ : 5.52 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

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

M_{Ed}^- : 3.25 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 74.75 kN·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. $W_{pl,y}$: 285.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.361 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$$\mathbf{M}_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{5.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$\mathbf{M}_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{5.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{58.11} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

$$\mathbf{V}_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.53} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{196.27} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 12.98 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 220.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 5.90 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 34.17 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 34.17

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

λ_{máx}: Esbeltez máxima. λ_{máx} : 64.71

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

ε: Factor de reducción. □ : 0.92

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.016 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.13 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{325.19} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{21.51} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{201.60} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 6.53 \text{ kN} \square 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{6.53} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{196.27} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 5.13 \text{ kN} \square 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.13 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 325.19 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.444} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.272} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.408} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 8.54 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed}⁺ : 5.42 kN·m
M_{z,Ed}⁺ : 5.50 kN·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. Clase : 1
N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. N_{pl,Rd} : 874.76 kN
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} : 74.75 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 15.22 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. A : 33.40 cm²
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} : 285.40 cm³
W_{pl,z} : 58.11 cm³
f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : 1.02$$

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

C_{m,y} : 0.55

C_{m,z} : 1.00

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

χ_y : 0.88

χ_z : 0.64

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

_y : 0.62

_z : 0.93

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 en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 6.53 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 6.53 \text{ kN}$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 196.27 \text{ kN}$

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)

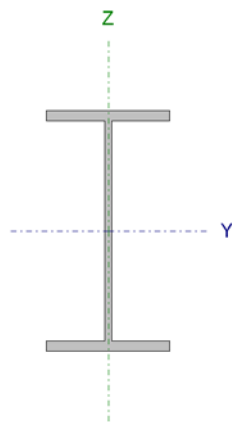
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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 160 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N86	6.532	20.10	869.30	68.31	3.60
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.		
<input type="checkbox"/>	0.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	0.000	6.532	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						



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.

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

: 1.14 ✓

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 : 20.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 422.22 kN

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,v} : 422.22 kN

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

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.

$N_{cr,T}$:

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 869.30 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 68.31 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 3.60 cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección. I_w : 3960.00 cm⁶

E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G : Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 6.532 m

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 0.000 m

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 6.83 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 : 6.58 cm
 i_z : 1.84 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 mm
 z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 29.04 \leq 250.58 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma. h_w : 145.20 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.00 mm

A_w : Área del alma.	A_w : <u>7.26</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>6.07</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	
$f_{yf} = f_y$	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **N_{t,Ed}** : 1.30 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 20.10 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.049} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{25.97} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

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 : 20.10 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{298.06} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 20.10 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_v : \underline{0.57}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_v : \underline{1.25}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_v : 0.21

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

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

_v : 1.14

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

N_{cr} : 422.22 kN

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

$N_{cr,v}$: 422.22 kN

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

$N_{cr,z}$:


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

$N_{cr,T}$:

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.338 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 10.68 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

M_{Ed}^- : 10.95 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 32.45 kN·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.

$W_{pl,y}$: 123.90 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.103} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$$M_{Ed}^- : \underline{0.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{26.10} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed} : \underline{9.47} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{8.00} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : \underline{160.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 29.04 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{29.04}$

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\square : \underline{0.92}$

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

Siendo:


f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.003 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.64 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 12.84 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 20.10 cm²

d: Altura del alma. **d** : 145.20 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 5.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 5.73 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.327 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 5.73 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 120.97 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.52 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.327 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.52 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 194.15 \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.456 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.485 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.338 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 25.61 \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^+ : 10.68 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^- : 0.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : 526.43 \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : 32.45 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : 6.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. A : 20.10 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 123.90 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} : 26.10 \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>
k_y, k_z : Coeficientes de interacción.	
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	k_y : <u>1.07</u>
$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	k_z : <u>1.00</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>1.00</u> $C_{m,z}$: <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : <u>0.57</u> χ_z : <u>1.00</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\square\square_y$: <u>1.14</u> $\square\square_z$: <u>0.00</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y : <u>0.60</u> α_z : <u>0.60</u>

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 en un punto situado a una distancia de 0.327 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 5.73 \text{ kN} \square 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$: <u>5.73</u> kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$: <u>120.97</u> kN

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 N87/N92

Perfil: IPE 240		Material: Acero (S275)					
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N87	N92	5.000	39.10	3892.00	283.60	12.88	
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.		
<input type="checkbox"/>		0.70	1.53	0.00	0.00		
L _K		3.500	7.649	0.000	0.000		
C _m		1.000	0.550	1.000	1.000		
C ₁		-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

: 1.50

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 479.83 kN

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.

$$N_{cr,y} : \underline{1378.74} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{479.83} \text{ kN}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad}$$

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{3892.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{283.60} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{12.88} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{37390.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

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

$$L_{ky} : \underline{7.649} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{3.500} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{10.33} \text{ cm}$$

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

Siendo:

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

$$i_y : \underline{9.98} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.69} \text{ cm}$$

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.

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

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

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>220.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.20</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.66</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>11.76</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{vf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **N_{t,Ed}** : 12.68 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{37.80} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{351.61} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.34}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.96}$$

$$\phi_z : \underline{1.84}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

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

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

$\square\square_y$: 0.88

$\square\square_z$: 1.50

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

N_{cr} : 479.83 kN

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

$N_{cr,y}$: 1378.74 kN

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

$N_{cr,z}$: 479.83 kN

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

$N_{cr,T}$: \square

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

Se debe satisfacer:

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

\square : 0.502 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 48.22 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}^- : 37.02 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 96.01 kN·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.

$W_{pl,y}$: 366.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.101 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : 1.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : 1.57 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : 19.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : 73.92 \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.127 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 28.54 \text{ kN}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : 225.00 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 14.88 \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : 240.00 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : 6.20 \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 35.55 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : 35.55$

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : 64.71$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\square : 0.92$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : 235.00 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 0.58 kN

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} : 384.61 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 25.44 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 39.10 cm²

d: Altura del alma.

d : 220.40 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 6.20 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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}**.

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

28.54 kN 112.50 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 28.54 kN

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

V_{c,Rd} : 225.00 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.58 \text{ kN} \leq 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.58 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 384.61 \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.544 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.329 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.278 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N87, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 24.47 \text{ kN}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : 45.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^- : 0.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. $N_{pl,Rd} : 1024.05 \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : 96.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : 19.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. $A : 39.10 \text{ cm}^2$

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 366.60 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} : 73.92 \text{ cm}^3$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.10}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. C_{m,y} : 0.55

C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.74

χ_z : 0.34

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. □□_y : 0.88

□□_z : 1.50

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 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 28.38 \text{ kN} \square 112.46 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:


V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed,z} : 28.38 kN

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd,z} : 224.92 kN

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.001 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

M_{T,Ed} : 0.00 kN·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} : 1.99 kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa


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:

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

: 0.006 

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

V_{Ed} : 1.39 kN

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

M_{T,Ed} : 0.00 kN·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} : 224.92 kN

Donde:

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

V_{pl,Rd} : 225.00 kN

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

τ_{T,Ed} : 0.14 MPa

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

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

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)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \square < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.08$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 384.47 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 384.61$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.14$ MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 13.14$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

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

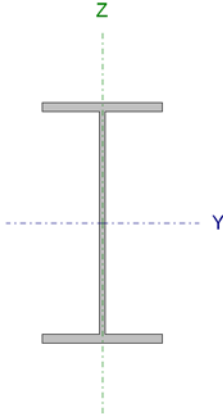
Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : 1.05$

Barra N92/N86

Perfil: IPE 240
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 240 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)
	N92	N86	2.650	39.10	3892.00	283.60	12.88
	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.		
	<input type="checkbox"/>	1.00	2.89	0.00	0.00		
	L _K	2.650	7.649	0.000	0.000		
	C _m	1.000	0.550	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

: 1.13 ✓

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 837.02 kN

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} : 1378.74 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 837.02 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : 3892.00 cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : 283.60 cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : 12.88 cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : 37390.00 cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : 81000 MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : 7.649 m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : 2.650 m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : 0.000 m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : 10.33 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 : 9.98 cm	i_z : 2.69 cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : 0.00 mm	z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 220.40 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 6.20 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 13.66 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 11.76 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.017 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 16.95 \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 1024.05 \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 39.10 \text{ cm}^2$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.023 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.046 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : 24.03 \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : 1024.05 \text{ kN}$$

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{527.94} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.52}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.96}$$

$$\phi_z : \underline{1.30}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square_y : \underline{0.88}$$

$$\square\square_z : \underline{1.13}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 837.02 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 1378.74 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 837.02 kN

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

$N_{cr,T}$:

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.247 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 19.84 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}^- : 23.71 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 96.01 kN·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. $W_{pl,y}$: 366.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.178 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$$\mathbf{M}_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{2.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$\mathbf{M}_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{3.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{19.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$\mathbf{W}_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{73.92} \text{ cm}^3$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\mathbf{\gamma}_{MO}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V}_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{15.68} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{225.00} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.	A_v :	<u>14.88</u> cm ²
$A_v = h \cdot t_w$		
Siendo:		
h : Canto de la sección.	h :	<u>240.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>6.20</u> mm
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} :	<u>261.90</u> MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$		
Siendo:		
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 35.55 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w :	<u>35.55</u>
$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$		
λ_{máx} : Esbeltez máxima.	λ_{máx} :	<u>64.71</u>
$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$		
ε : Factor de reducción.	\square :	<u>0.92</u>
$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$		
Siendo:		
f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref} :	<u>235.00</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u> MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

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

$V_{Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$

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

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

$V_{c,Rd} : \underline{384.61} \text{ kN}$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{25.44} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$

d: Altura del alma.

$d : \underline{220.40} \text{ mm}$

t_w: Espesor del alma.

$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

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

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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

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

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}**.

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

$1.34 \text{ kN} \square 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$V_{Ed} : \underline{1.34} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{225.00} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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}**.

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

$1.30 \text{ kN} \square 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.30 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 384.61 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.389 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.238 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.245 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 15.73 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed} : 23.58 kN·m

M_{z,Ed} : 2.48 kN·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. Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. N_{pl,Rd} : 1024.05 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en M_{pl,Rd,y} : 96.01 kN·m

condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. M_{pl,Rd,z} : 19.36 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. A : 39.10 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la W_{pl,y} : 366.60 cm³

fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. W_{pl,z} : 73.92 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.04}$$

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

C_{m,y} : 0.55

C_{m,z} : 1.00

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

χ_y : 0.74

χ_z : 0.52

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

□□_y : 0.88

□□_z : 1.13

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 en el nudo N92, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 1.34 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{1.34} \text{ kN}$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{225.00} \text{ kN}$

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

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

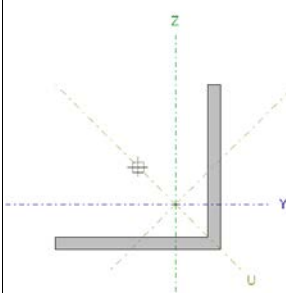
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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 N87/N90

Perfil: L 90 x 90 x 7 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N87	N90	8.201	12.20	92.55	92.55	54.53	1.98	20.50	-20.50	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
	Pandeo		Pandeo lateral							
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00	0.00	0.00					
	L _k	0.000	0.000	0.000	0.000					
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000					
C ₁	-		1.000							
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

< 0.01 

Donde:

- A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

- A : 12.20 cm²
- f_y : 275.00 MPa
- N_{cr} :

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.043 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{13.59} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{319.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{12.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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)

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

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)

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

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

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)

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)

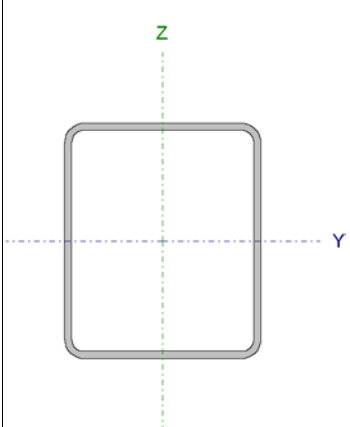
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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 N90/N92

Perfil: # 120x100x4
Material: Acero (S275)

Perfil: # 120x100x4 Material: Acero (S275)								
		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
		Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N90	N92	6.500	16.40	342.57	259.07	479.46
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.		
		<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	0.00	0.00		
		L _K	6.500	6.500	0.000	0.000		
		C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
		C ₁	-	-	1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

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.

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

: 1.88 ✓

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 : 16.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 127.09 kN

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} : 168.05 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 127.09 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 342.57	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 259.07	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 479.46	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 0.00	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: 81000	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: 6.500	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 6.500	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 6.06	cm

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	: 4.57	cm
	i_z	: 3.97	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀	: 0.00	mm
	z₀	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 28.00 \leq 342.87 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w	: 112.00	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w	: 4.00	mm
A_w : Área del alma.	A_w	: 8.96	cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef}	: 4.00	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	: 0.30	
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	: 275.00	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

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

N_{t,Ed} : 7.46 kN

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

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

N_{t,Rd} : 429.46 kN

Donde:

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

A : 16.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.022 ✓

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

: 0.103 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

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

N_{c,Ed} : 9.61 kN

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

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

N_{c,Rd} : 429.46 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación Clase : 1

y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 16.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{93.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 16.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.27}$$

$$\chi_z : \underline{0.22}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{2.19}$$

$$\phi_z : \underline{2.69}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.49

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square_y : \underline{1.64}$$

$$\square\square_z : \underline{1.88}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 127.09 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 168.05 kN


N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 127.09 kN

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

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.115 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{2.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{18.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,y} : \underline{71.49} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.029 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexi3n negativa:

El esfuerzo solicitante de c\`alculo p\`esimo se produce en el nudo N90, para la combinaci3n de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de c\`alculo p\`esimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{16.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la secci3n, seg\`un la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl\`astica de los elementos planos de una secci3n a flexi3n simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: M3dulo resistente pl\`astico correspondiente a la fibra con mayor tensi3n, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{63.01} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de c\`alculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : L\`imite el\`astico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Art\`iculo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de c\`alculo p\`esimo se produce en el nudo N90, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de c\`alculo p\`esimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.89} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{135.48} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : \`Area transversal a cortante. $A_v : \underline{8.96} \text{ cm}^2$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma. $d : \underline{112.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 28.00 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{28.00}$

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción. $\square : \underline{0.92}$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.07}$ kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{112.47}$$
 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 7.44 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 16.40 cm²

d: Altura del alma. d : 112.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 4.00 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 25.00 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 25.00

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

λ_{máx}: Esbeltez máxima. λ_{máx} : 64.71

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

ε: Factor de reducción. □ : 0.92

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.89 \text{ kN} \square 67.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.89 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 135.48 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.07 \text{ kN} \square 56.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.07 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 112.47 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.155} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.178} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.153} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	<u>4.80</u>	kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$:	<u>2.16</u>	kN·m
	$M_{z,Ed}^+$:	<u>0.47</u>	kN·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.	Clase :	<u>1</u>	
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	<u>429.46</u>	kN
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.	$M_{pl,Rd,y}$:	<u>18.72</u>	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	<u>16.50</u>	kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A :	<u>16.40</u>	cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	<u>71.49</u>	cm ³
	$W_{pl,z}$:	<u>63.01</u>	cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} :	<u>261.90</u>	MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	<u>1.05</u>	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

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

k_y :	<u>1.03</u>
---------	-------------

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z :	<u>1.04</u>
---------	-------------

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

$C_{m,y}$:	<u>1.00</u>
$C_{m,z}$:	<u>1.00</u>

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

χ_y :	<u>0.27</u>
χ_z :	<u>0.22</u>

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\square\square_y$:	<u>1.64</u>
$\square\square_z$:	<u>1.88</u>

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

α_y :	<u>0.60</u>
α_z :	<u>0.60</u>

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 en el nudo N90, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

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

$$0.89 \text{ kN} \leq 67.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.89 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 135.48 \text{ kN}$$

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)

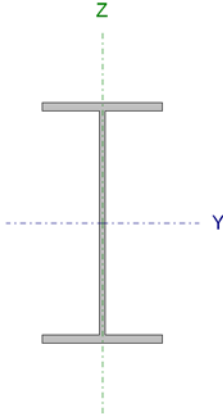
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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 N76/N124

Perfil: IPE 270
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N76	N124	5.000	45.90	5790.00	419.90	15.94
	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.		
	<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	5.000	5.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

: 1.90

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 45.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 348.12 kN

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} : 4800.18 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 348.12 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : 5790.00 cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : 419.90 cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : 15.94 cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : 70580.00 cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : 81000 MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : 5.000 m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : 5.000 m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : 0.000 m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : 11.63 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 : 11.23 cm	i_z : 3.02 cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : 0.00 mm	z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 37.82 \leq 250.57 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 249.60 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 6.60 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 16.47 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 13.77 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.012 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : 14.44 \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : 1202.14 \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : 45.90 \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_v : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.030 \quad \checkmark$$

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

$$\square : 0.131 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : 35.89 \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : 1202.14 \text{ kN}$$

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 45.90 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{274.65} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.66}$$

$$\phi_z : \underline{2.60}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \square\square_y : \underline{0.51}$$

$$\square\square_z : \underline{1.90}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 348.12 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr,y} : 4800.18 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 348.12 kN

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

$N_{cr,T}$:

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.458 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 58.05 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}^- : 44.12 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 126.76 kN·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. $W_{pl,y}$: 484.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.154 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 3.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : 3.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd} : 25.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : 96.95 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$: 0.107 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 28.79 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ $V_{c,Rd} : 269.46 \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 17.82 \text{ cm}^2$

$A_v = h \cdot t_w$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 270.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 6.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 37.82 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 37.82

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

λ_{máx}: Esbeltez máxima. λ_{máx} : 64.71

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

ε: Factor de reducción. □ : 0.92

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.16 kN

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.43} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \underline{249.60} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 28.79 \text{ kN} \square 134.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{28.79} \text{ kN}$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{269.46} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 1.16 \text{ kN} \square 222.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.16 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 444.96 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.497} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.491} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.363} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N76, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 16.28 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed}⁺ : 58.05 kN·m
M_{z,Ed}⁺ : 0.64 kN·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. Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. N_{pl,Rd} : 1202.14 kN

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} : 126.76 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 25.39 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. A : 45.90 cm²

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} : 484.00 cm³
W_{pl,z} : 96.95 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.08}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y} : \underline{1.00}$
 $C_{m,z} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : \underline{0.92}$
 $\chi_z : \underline{0.23}$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\square\square_y : \underline{0.51}$
 $\square\square_z : \underline{1.90}$

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·PP+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 28.79 \text{ kN} \square 134.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{28.79} \text{ kN}$
V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{269.46} \text{ kN}$

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

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

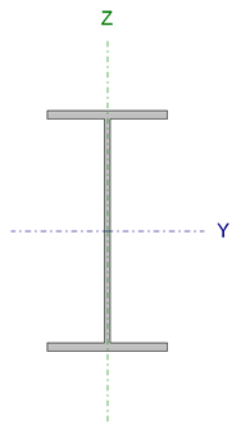
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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 N124/N5

Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N124	N5	3.300	45.90	5790.00	419.90	15.94
	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.		
<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _k	3.300	3.300	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

: 1.26

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 : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 45.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 799.17 kN

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} : 11019.70 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 799.17 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$:

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>5790.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>419.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>15.94</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>70580.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>3.300</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>3.300</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>11.63</u> 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 : <u>11.23</u> cm	i_z : <u>3.02</u> 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 : <u>0.00</u> mm	z_0 : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

37.82 ≤ 250.57 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>249.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>16.47</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>13.77</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.016 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 19.25 \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : 1202.14 \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 45.90 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.019 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.043 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : 23.13 \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$$

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 : 3

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

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{538.91} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.45}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{0.57}$$

$$\phi_z : \underline{1.47}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\phi_{\phi_y} : \underline{0.34}$$

$$\phi_{\phi_z} : \underline{1.26}$$

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

$$N_{cr} : \underline{799.17} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{11019.70} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z}: \text{Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.} \quad N_{cr,z} : \underline{799.17} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T}: \text{Axil crítico elástico de pandeo por torsión.} \quad N_{cr,T} : \underline{\square}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.206} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N124, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{25.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N124, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{26.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.260 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$$\mathbf{M}_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{6.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$$\mathbf{M}_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{6.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{25.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$\mathbf{W}_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{96.95} \text{ cm}^3$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\mathbf{\gamma}_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V}_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{14.98} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{269.46} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.	A_v :	<u>17.82</u> cm ²
$A_v = h \cdot t_w$		
Siendo:		
h : Canto de la sección.	h :	<u>270.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>6.60</u> mm
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} :	<u>261.90</u> MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$		
Siendo:		
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 37.82 \square 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w :	<u>37.82</u>
$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$		
λ_{máx} : Esbeltez máxima.	λ_{máx} :	<u>64.71</u>
$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$		
ε : Factor de reducción.	\square :	<u>0.92</u>
$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$		
Siendo:		
f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref} :	<u>235.00</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u> MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} :	<u>3.19</u> kN
--	-------------------------	----------------

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{444.96} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{29.43} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{249.60} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 3.22 \text{ kN} \square 134.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{3.22} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{269.46} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 3.19 \text{ kN} \square 222.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.19 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. V_{c,Rd} : 444.96 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.415} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.420} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.430} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. N_{c,Ed} : 10.69 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed} : 0.07 kN·m
M_{z,Ed} : 6.60 kN·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. Clase : 3
N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. N_{pl,Rd} : 1202.14 kN
M_{el,Rd,y}, M_{el,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. M_{el,Rd,y} : 112.33 kN·m
M_{el,Rd,z} : 16.29 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. A : 45.90 cm²
W_{el,y}, W_{el,z}: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. W_{el,y} : 428.89 cm³
W_{el,z} : 62.21 cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y} : \underline{1.00}$
 $C_{m,z} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : \underline{0.97}$
 $\chi_z : \underline{0.45}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\square\square_y : \underline{0.34}$

$\square\square_z : \underline{1.26}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. $\alpha_y : \underline{0.80}$

$\alpha_z : \underline{1.00}$

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·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 3.22 \text{ kN} \square 134.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{3.22} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{269.46} \text{ kN}$

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.

5.4 Viga contraviento

Como se ha comentado anteriormente en el punto 6.5 Estructura, la viga contraviento utilizada para la construcción de la futura nave instruales es una viga de celosía tipo Pratt. Presenta una estructura formada por montantes y diagonales, dispuestas doblemente para reducir a la mitad la longitud de pandeo de la diagonal. Los perfiles utilizados para este elemento estructural son de tubo conformado y perfiles en L.

A continuación se adjuntan los listados con las comprobaciones necesarias en este tipo de elementos estructurales

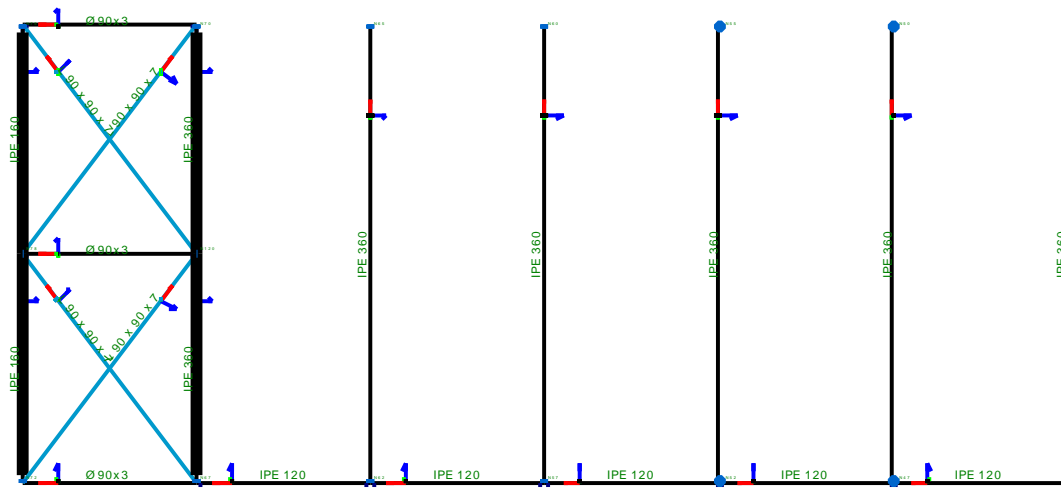


Figura 17 Faldón de la cubierta con detalle de viga contraviento y perimetral

5.4.1 GEOMETRÍA

5.4.1.1 Barras

5.4.1.1.1 Descripción

Descripción									
Material	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo									
Acero laminado	S275	N67/N78	N67/N78	L 90 x 90 x 7 (L)	8.226	0.00	0.00	-	-
		N67/N72	N67/N72	Ø 90x3 (Tubo conformado)	5.000	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									

5.4.1.1.2 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N67/N78
2	N67/N72

Características mecánicas									
Material	Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo									
Acero laminado	S275	1	L 90 x 90 x 7, (L)	12.20	5.81	5.81	92.55	92.55	1.98
		2	Ø 90x3, (Tubo conformado)	8.20	7.38	7.38	77.67	77.67	155.34
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

5.4.2 CARGAS

5.4.2.1 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: kN

Momentos puntuales: kN·m.

Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.

Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N67/N72	Peso propio	Uniforme	0.063	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

5.4.3 RESULTADOS

5.4.3.1 Barras

5.4.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

5.4.3.1.1.1 Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.028 m	2.057 m	3.085 m	4.113 m	5.141 m	6.170 m	7.198 m	8.226 m
N67/N78	Peso propio	N	1.452	1.452	1.452	1.452	1.452	1.452	1.452	1.452	1.452
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	1.868	1.868	1.868	1.868	1.868	1.868	1.868	1.868	1.868
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	21.928	21.928	21.928	21.928	21.928	21.928	21.928	21.928	21.928
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	22.134	22.134	22.134	22.134	22.134	22.134	22.134	22.134	22.134
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1	N	7.459	7.459	7.459	7.459	7.459	7.459	7.459	7.459	7.459	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	20.097	20.097	20.097	20.097	20.097	20.097	20.097	20.097	20.097	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.028 m	2.057 m	3.085 m	4.113 m	5.141 m	6.170 m	7.198 m	8.226 m
	V(180°) H2	N	21.372	21.372	21.372	21.372	21.372	21.372	21.372	21.372	21.372
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N(R) 1	N	0.873	0.873	0.873	0.873	0.873	0.873	0.873	0.873	0.873	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N67/N72	Peso propio	N	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725	-0.725
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	-0.196	-0.157	-0.117	-0.078	-0.038	0.001	0.041	0.080	0.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.19	-0.08	0.00	0.06	0.10	0.11	0.10	0.06	0.00
		Mz	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
	Q	N	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842	-0.842
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
	V(0°) H1	N	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031	-4.031
		Vy	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
		Vz	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		My	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03
		Mz	0.14	0.09	0.04	-0.01	-0.07	-0.12	-0.17	-0.23	-0.28
	V(0°) H2	N	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271	-4.271
		Vy	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
		Vz	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03
		Mz	0.15	0.09	0.04	-0.01	-0.07	-0.12	-0.18	-0.23	-0.28
	V(90°) H1	N	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215	-7.215
		Vy	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Vz		0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
Mt		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
My		0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	
Mz		0.04	0.02	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	-0.06	-0.08	
V(180°) H1	N	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	-4.837	
	Vy	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	
	Vz	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	
	Mz	0.07	0.04	0.02	0.00	-0.03	-0.05	-0.07	-0.10	-0.12	
V(180°) H2	N	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	-5.277	
	Vy	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		Mz	0.07	0.04	0.02	0.00	-0.03	-0.05	-0.08	-0.10	-0.12
	V(270°) H1	N	-	15.358	15.358	15.358	15.358	15.358	15.358	15.358	15.358
		Vy	-	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066
		Vz	-	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Mt	-	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
		My	-	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01
		Mz	-	-0.12	-0.08	-0.03	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17
	N(EI)	N	-	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433
		Vy	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355
		Vy	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-	-0.294	-0.294	-0.294	-0.294	-0.294	-0.294	-0.294	-0.294
		Vy	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.4.3.1.2 Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor 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 absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha relativa xy		Flecha relativa xz		Flecha relativa xy		Flecha relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N67/N78	6.684	0.00	7.198	0.00	6.684	0.00	7.198	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N67/N72	3.438	1.59	2.813	1.36	3.438	2.74	2.813	1.55
	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)

5.4.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N67/N78

Perfil: L 90 x 90 x 7 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N67	N78	8.226	12.20	92.55	92.55	54.53	1.98	20.50	-20.50	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
<input type="checkbox"/>		0.00		0.00	0.00		0.00			
L _k		0.000		0.000	0.000		0.000			
C _m		1.000		1.000	1.000		1.000			
C ₁		-			1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

< 0.01 ✓

Donde:

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

A : 12.20 cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : **Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

 : 0.112 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 35.88 kNLa resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

 $N_{t,Rd}$: 319.52 kN

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 12.20 cm² f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**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)

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

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)

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

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

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)

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)

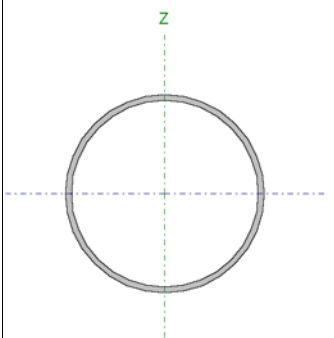
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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 N67/N72

Perfil: Ø 90x3
Material: Acero (S275)

Perfil: Ø 90x3 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)
		N67	N72	5.000	8.20	77.67	77.67	155.34
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.		
		<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	0.00	0.00		
		L _K	5.000	5.000	0.000	0.000		
		C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
		C ₁	-	-	1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

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.

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

: 1.87 ✓

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 : 8.20 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 64.39 kN

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} : 64.39 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. N_{cr,z} : 64.39 kN

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

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

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 77.67	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 77.67	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 155.34	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 0.00	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: 210000	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: 81000	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: 5.000	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 5.000	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 4.35	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	: 3.08	cm
	i_z	: 3.08	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	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

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)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.104 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.474 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{22.38} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{214.75} \text{ kN}$$

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 : 8.20 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

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:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{47.18} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 8.20 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : \underline{0.22}$$

$$\chi_z : \underline{0.22}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{2.66}$$

$$\phi_z : \underline{2.66}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.49

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

: 1.87

: 1.87

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

: 64.39 kN

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

: 64.39 kN

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

: 64.39 kN


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

:

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.054 

Para flexión positiva:

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

: 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1.

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

: 0.32 kN·m

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

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

: 5.95 kN·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.

: 1

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

: 22.72 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

: 261.90 MPa

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

Siendo:

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

: 275.00 MPa

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

: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.075 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

M_{Ed}⁺ : 0.31 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}⁻ : 0.44 kN·m

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

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

M_{c,Rd} : 5.95 kN·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,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. W_{pl,z} : 22.72 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

: 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1.

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

V_{Ed} : 0.28 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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} : 78.93 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 5.22 cm²

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 8.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \square : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.14 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{78.93} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 5.22 cm²

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 8.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.28 \text{ kN} \square 39.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.28 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 78.93 \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.14 \text{ kN} \square 39.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.14 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 78.93 \text{ kN}$


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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \square : 0.184 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \square : 0.562 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

: 0.547 

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: 21.93 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}$: 0.32 kN·m $M_{z,Ed}$: 0.16 kN·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.	Clase : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: 214.75 kN
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.	$M_{pl,Rd,y}$: 5.95 kN·m $M_{pl,Rd,z}$: 5.95 kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : 8.20 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: 22.72 cm ³ $W_{pl,z}$: 22.72 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : 1.37$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : 1.37$$

C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: 1.00 $C_{m,z}$: 1.00
---	--------------------------------------

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : 0.22 χ_z : 0.22
---	------------------------------------

λ̄_y, λ̄_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_{y,v}$: 1.87 $\bar{\lambda}_{z,v}$: 1.87
--	--

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·PP+1.5·V(270°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 0.28 \text{ kN} \leq 39.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed,z} : 0.28 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd,z} : 78.61 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \square : 0.032 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : 0.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : 5.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : 34.52 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.003 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : 0.26 \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : 78.61 \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : 78.93 \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : 0.62 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 34.52 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\square : 0.003 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : 0.26 \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : 78.61 \text{ kN}$$

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 78.93 kN

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

$\tau_{T,Ed}$: 0.62 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 34.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

5.5 Arriostramiento de fachada lateral y viga perimetral

Se presenta a continuación un conjunto de listados con las comprobaciones para el arriostramiento de las fachadas laterales de la futura nave, formado por una serie de diagonales y montantes con perfiles en L y rectangulares conformados, como se ha comentado anteriormente en el punto 6.5. *Estructura, y para la viga perimetral, compuesta por perfiles IPE 120 en toda su longitud.*

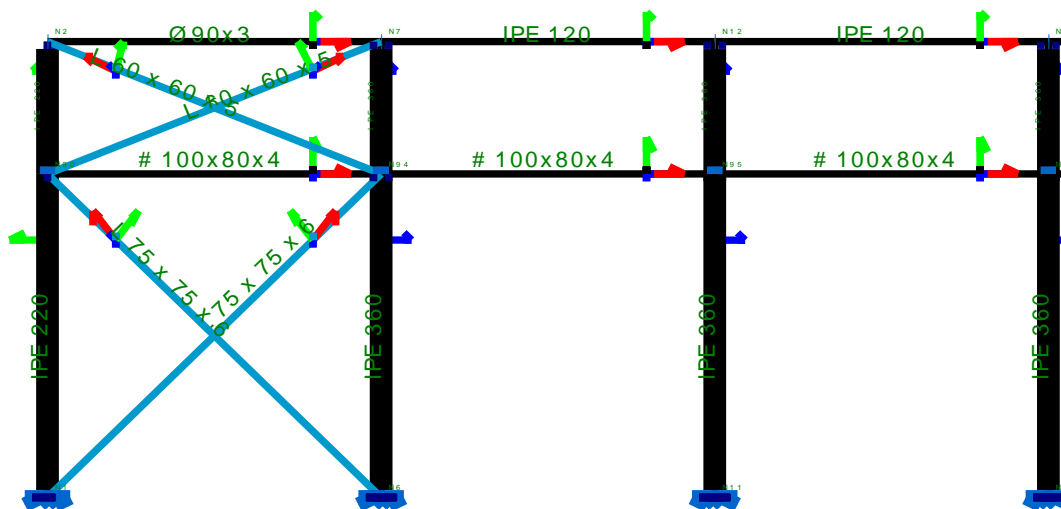


Figura 18 Arriostramiento fachada lateral

5.5.1 GEOMETRÍA

5.5.1.1 Barra

5.5.1.1.1 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								
Acero laminado	S275	N2/N7	N2/N7	Ø 90x3 (Tubo conformado)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N12	N7/N12	IPE 120 (IPE)	5.000	0.50	0.50	-	-
		N90/N94	N90/N94	# 100x80x4 (Rectangular conformado)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N94/N2	N94/N2	L 60 x 60 x 5 (L)	5.385	0.00	0.00	-	-
		N6/N90	N6/N90	L 75 x 75 x 6 (L)	7.071	0.00	0.00	-	-
<p><i>Notación:</i> 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</p>									

5.5.1.1.2 Características mecánicas

5.5.2 CARGAS

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N2/N7
2	N7/N12
3	N90/N94
4	N94/N2
5	N6/N90

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	Ø 90x3, (Tubo conformado)	8.20	7.38	7.38	77.67	77.67	155.34
		2	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	317.80	27.67	1.74
		3	# 100x80x4, (Rectangular conformado)	13.20	5.07	6.40	185.35	131.44	254.43
		4	L 60 x 60 x 5, (L)	5.82	2.75	2.75	19.37	19.37	0.48
		5	L 75 x 75 x 6, (L)	8.73	4.14	4.14	45.57	45.57	1.04

Características mecánicas										
Tipo	Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
	Designación									
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.										

5.5.2.1 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: kN

Momentos puntuales: kN·m.

Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.

Incrementos de temperatura: °C.

5.5.3 RESULTADOS

5.5.3.1 Barras

5.5.3.1.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

5.5.3.1.1.1 Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N2/N7	Peso propio	N	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.158	-0.118	-0.079	-0.039	0.000	0.039	0.079	0.118	0.158	0.158
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.09	0.15	0.18	0.20	0.18	0.15	0.09	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093	-4.093
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334	-4.334
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379	-15.379
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H1	N	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	-4.870	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	-5.310	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	-7.239	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434	-0.434
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356	-0.356
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295	-0.295
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N7/N1 2	Peso propio	N	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.254	-0.191	-0.127	-0.064	0.000	0.064	0.127	0.191	0.254
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.14	0.24	0.30	0.32	0.30	0.24	0.14	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	9.346	9.346	9.346	9.346	9.346	9.346	9.346	9.346	9.346
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	9.229	9.229	9.229	9.229	9.229	9.229	9.229	9.229	9.229
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(90°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539	-2.539
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	7.378	7.378	7.378	7.378	7.378	7.378	7.378	7.378	7.378
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679	-2.679
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N90/N94	Peso propio	N	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164	-0.164
		Vy	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
		Vz	-0.259	-0.195	-0.132	-0.068	-0.005	0.059	0.123	0.186	0.250
		Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My	-0.22	-0.08	0.03	0.09	0.11	0.09	0.04	-0.06	-0.20
		Mz	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.02
	Q	N	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682	-0.682
		Vy	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
		Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
		Mz	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01	0.00	0.02
	V(0°) H1	N	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199
		Vy	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
		My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	-0.01	-0.02	-0.03
	V(0°) H2	N	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
		Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
		Mz	0.11	0.09	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04
V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	
	Vz	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	
	Mt	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
	My	0.09	0.07	0.04	0.01	-0.01	-0.04	-0.07	-0.10	-0.12	
	Mz	0.22	0.19	0.16	0.13	0.10	0.07	0.03	0.00	-0.03	
V(180°) H1	N	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	-0.976	
	Vy	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	
	Vz	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	
	Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	
	My	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	
	Mz	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	
V(180°) H2	N	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	-1.243	
	Vy	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	
	Vz	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	
	Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	
	My	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	
	Mz	-0.21	-0.18	-0.15	-0.11	-0.08	-0.05	-0.02	0.01	0.04	
V(270°) H1	N	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	-8.728	
	Vy	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	
	Vz	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	
	Mz	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
	N(EI)	Mz	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	
		N	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350	-0.350
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	
	N(R) 1	N	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263	-0.263
		Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01
	N(R) 2	N	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130
		Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz		-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.673 m	1.346 m	2.019 m	2.693 m	3.366 m	4.039 m	4.712 m	5.385 m	
N94/N 2	Peso propio	N	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601	0.601
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659	5.659
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928	5.928
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.673 m	1.346 m	2.019 m	2.693 m	3.366 m	4.039 m	4.712 m	5.385 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	5.730	5.730	5.730	5.730	5.730	5.730	5.730	5.730	5.730
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	6.198	6.198	6.198	6.198	6.198	6.198	6.198	6.198	6.198
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	8.186	8.186	8.186	8.186	8.186	8.186	8.186	8.186	8.186
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.884 m	1.768 m	2.652 m	3.536 m	4.419 m	5.303 m	6.187 m	7.071 m
N6/N90	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.884 m	1.768 m	2.652 m	3.536 m	4.419 m	5.303 m	6.187 m	7.071 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	12.396	12.396	12.396	12.396	12.396	12.396	12.396	12.396	12.396
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	12.791	12.791	12.791	12.791	12.791	12.791	12.791	12.791	12.791
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	7.913	7.913	7.913	7.913	7.913	7.913	7.913	7.913	7.913	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H2	N	8.332	8.332	8.332	8.332	8.332	8.332	8.332	8.332	8.332	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	15.893	15.893	15.893	15.893	15.893	15.893	15.893	15.893	15.893	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.884 m	1.768 m	2.652 m	3.536 m	4.419 m	5.303 m	6.187 m	7.071 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.5.3.1.2 Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor 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 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)	
N2/N7	3.750	0.00	2.500	3.15	3.750	0.00	2.500	3.15	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N7/N12	2.813	0.00	2.500	1.25	2.813	0.00	2.500	1.25	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N90/N94	1.875	1.71	2.500	0.47	1.875	2.85	2.813	0.61	
	1.875	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N94/N2	1.010	0.00	4.712	0.00	1.010	0.00	4.375	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N6/N90	4.861	0.00	6.629	0.00	4.861	0.00	6.629	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

5.5.3.1.3 Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N2/N7

Perfil: Ø 90x3

Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N2	N7	5.000	8.20	77.67	77.67	155.34
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	1.00	0.00	0.00	
L _K		5.000	5.000	0.000	0.000	
C _m		1.000	0.950	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.87 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y **Clase** : 1
de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 8.20 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 64.39 kN

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}** : 64.39 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z}** : 64.39 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T}** : ∞

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>77.67</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>77.67</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>155.34</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>4.35</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>3.08</u> cm
	i_z : <u>3.08</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)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.104} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.475} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{22.41} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd} : \underline{214.75} \text{ kN}$$

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:** 8.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}:** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y:** 275.00 MPa

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd}: \underline{47.18} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A:** 8.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}:** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y:** 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}:** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_v: \underline{0.22}$$

$$\chi_z: \underline{0.22}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_v: \underline{2.66}$$

$$\phi_z: \underline{2.66}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v: \underline{0.49}$$

$$\alpha_z: \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_v: \underline{1.87}$$

$$\bar{\lambda}_z: \underline{1.87}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}:** 64.39 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y}:** 64.39 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z}:** 64.39 kN

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.045} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{5.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,v}$: 22.72 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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:

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

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.21} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{78.93} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{5.22} \text{ cm}^2$

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{8.20} \text{ cm}^2$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.19 \text{ kN} \leq 39.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.19} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{78.93} \text{ kN}$

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:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.524} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.500} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>21.96</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : <u>0.27</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·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.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>214.75</u> kN
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} : <u>5.95</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>5.95</u> kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : <u>8.20</u> 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} : <u>22.72</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>22.72</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.37}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.37}$$

C_{m,y} , C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} : <u>0.95</u> C_{m,z} : <u>1.00</u>
---	--

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : <u>0.22</u> χ_z : <u>0.22</u>
---	--

λ_y , λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00,	λ_y : <u>1.87</u>
---	------------------------------------

en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

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

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.87}$$

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

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

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 en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$0.19 \text{ kN} \leq 39.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.19} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{78.93} \text{ kN}$$

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

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

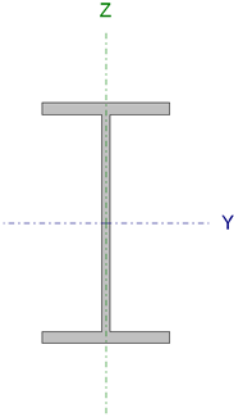
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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/N12

Perfil: IPE 120 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)
	N7	N12	5.000	13.20	317.80	27.67	1.74
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	0.50	0.50	0.00	0.00			
L _K	2.500	2.500	0.000	0.000			
C _m	0.950	0.950	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.99 ✓

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 :** 13.20 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 91.76 kN

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} :** 1053.88 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 91.76 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>317.80</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>27.67</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>1.74</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>890.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.500</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.500</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>5.12</u> 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 : <u>4.91</u> cm
	i_z : <u>1.45</u> 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 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 24.41 \leq 248.01 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>107.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.40</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>4.73</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>4.03</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 14.59 kN

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

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{t,Rd}$: 345.71 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 13.20 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 3.76 kN

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

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{c,Rd}$: 345.71 kN

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 : 13.20 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo}: \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd}: \underline{73.13} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A: \underline{13.20} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}: \underline{261.90} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1}: \underline{1.05}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y: \underline{0.89}$$

$$\chi_z: \underline{0.21}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y: \underline{0.71}$$

$$\phi_z: \underline{2.78}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y: \underline{0.21}$$

$$\alpha_z: \underline{0.34}$$

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y: \underline{0.59}$$

$$\bar{\lambda}_z: \underline{1.99}$$

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

$$N_{cr}: \underline{91.76} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y}: \underline{1053.88} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z}: \underline{91.76} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T}: \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.027} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{15.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{60.73} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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:

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

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.34} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{79.84} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.28} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.**h**: 120.00 mm**t_w**: Espesor del alma.**t_w**: 4.40 mm**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}**: 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)**f_y**: 275.00 MPa**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:

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

$$24.41 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.**λ_w**: 24.41

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

λ_{máx}: Esbeltez máxima.**λ_{máx}**: 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}**: 235.00 MPa**f_y**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)**f_y**: 275.00 MPa**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}**.

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

$$0.30 \text{ kN} \leq 39.92 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.**V_{Ed}**: 0.30 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 79.84 kN**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:

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

 η : 0.069 ✓

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

 η < 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

Donde:

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 14.59 kN $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 0.43 kN·m $M_{z,Ed}$: 0.00 kN·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.**Clase** : 1 $N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd}$: 345.71 kN $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 15.91 kN·m $M_{pl,Rd,z}$: 3.56 kN·m**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1) $M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{ef,Ed}$: 0.00 kN·m

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

 $\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. $\sigma_{com,Ed}$: 0.00 MPa

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A} < 0 \rightarrow \sigma_{com,Ed} = 0$$

 $W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. $W_{y,com}$: 60.73 cm³**A**: Área de la sección bruta.**A** : 13.20 cm² $M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. $M_{b,Rd,y}$: 15.91 kN·m**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 en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$0.30 \text{ kN} \leq 39.92 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{79.84} \text{ kN}$$

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 N90/N94

Perfil: # 100x80x4 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)
N90	N94	5.000	13.20	185.35	131.44	254.43
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	1.00	0.00	0.00		
L _K	5.000	5.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	0.950	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

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.

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

$\bar{\lambda} : 1.82 \checkmark$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y **Clase :** 1
de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 13.20 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 108.97 kN

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} :** 153.66 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 108.97 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>185.35</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>131.44</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>254.43</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>4.90</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>3.75</u> cm
	i_z : <u>3.16</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

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 23.00 \leq 347.43 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>92.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>7.36</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>3.20</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{1.49} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{345.65} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.081} \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.354} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{28.06} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{345.65} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

$\gamma_{MO} : 1.05$

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:

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

$N_{b,Rd} : 79.22 \text{ kN}$

Donde:

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

$A : 13.20 \text{ cm}^2$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

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

Siendo:

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

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

$\gamma_{M1} : 1.05$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$\chi_y : 0.30$

$\chi_z : 0.23$

Siendo:

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

$\Phi_y : 2.01$

$\Phi_z : 2.56$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : 0.49$

$\alpha_z : 0.49$

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

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

$\bar{\lambda}_y : 1.54$

$\bar{\lambda}_z : 1.82$

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

$N_{cr} : 108.97 \text{ kN}$

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

$N_{cr,y} : 153.66 \text{ kN}$

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

$N_{cr,z} : 108.97 \text{ kN}$

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

$N_{cr,T} : \infty$

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.036 \checkmark$

Para flexión positiva:

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N94, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{12.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{47.65} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.044} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{10.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra

$$W_{pl,z} : \underline{40.77} \text{ cm}^3$$

con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N94, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.40} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{111.29} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.36} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{92.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$23.00 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{23.00}$$

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

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

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

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.11} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{88.27} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.84} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{92.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.00 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 20.00

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

 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} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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 $V_{c,Rd}$.

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

0.40 kN ≤ 55.65 kN



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.40 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 111.29 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y 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 $V_{c,Rd}$.

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

0.11 kN ≤ 44.14 kN



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.11 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 88.27 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.108} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.290} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.388} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>28.06</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>0.03</u> kN·m
	M_{z,Ed} : <u>0.26</u> kN·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.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>345.65</u> kN
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} : <u>12.48</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>10.68</u> kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : <u>13.20</u> 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} : <u>47.65</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>40.77</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.21}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.28}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>0.95</u>
	$C_{m,z}$: <u>1.00</u>
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : <u>0.30</u>
	χ_z : <u>0.23</u>
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: <u>1.54</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>1.82</u>
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y : <u>0.60</u>
	α_z : <u>0.60</u>

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 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 0.40 \text{ kN} \leq 54.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$: <u>0.40</u> kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$: <u>109.82</u> kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed}$: <u>0.17</u> kN·m
--	-------------------------------

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{8.82} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : <u>58.34</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$	

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0}: \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.003} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed}: \underline{0.35} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd}: \underline{109.82} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd}: \underline{111.29} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed}: \underline{1.99} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T: \underline{58.37} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd}: \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0}: \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed}: \underline{0.07} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{87.11 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{88.27 \text{ kN}}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.99 \text{ MPa}}$$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{58.37 \text{ cm}^3}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

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

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

Barra N94/N2

Perfil: L 60 x 60 x 5
Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N94	N2	5.385	5.82	19.37	19.37	11.40	0.48	13.60	-13.60	-45.0
<p><i>Notas:</i></p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
β		0.00	0.00	0.00	0.00					
L _K		0.000	0.000	0.000	0.000					
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000					
C ₁		-			1.000					
<p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

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

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$ ✓

Donde:

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

A: $\underline{5.82}$ cm²

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

f_y: $\underline{275.00}$ MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr}: $\underline{\infty}$

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta:$ $\underline{0.088}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

N_{t,Ed}: $\underline{13.44}$ kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{152.43 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{5.82 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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 hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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)

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/N90

Perfil: L 75 x 75 x 6										
Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N6	N90	7.071	8.73	45.57	45.57	26.83	1.04	17.10	-17.10	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
β		0.00	0.00	0.00	0.00					
L _K		0.000	0.000	0.000	0.000					
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000					
C ₁		-			1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

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 de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$ ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : $\underline{8.73}$ cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : $\underline{275.00}$ MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : $\underline{\infty}$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : $\underline{0.110}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{25.06} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{t,Rd} : \underline{228.64} \text{ kN}$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{8.73} \text{ cm}^2$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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 hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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)

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.

5.6 Placas de anclaje

Las placas de anclaje, ya comentadas en el punto 6.5 *Estructura*, son las encargadas de unir los pilares con la cimentación, a que va unida mediante pernos de anclaje. Se construirán 5 tipos diferentes de placas de anclaje debido a los distintos perfiles utilizados para los pilares de los pórticos.

El material utilizado para las placas de anclaje es el acero S 275 y para los pernos de anclaje se utiliza acero B 500 S.

Se adjunta a continuación un listado detallando las distintas dimensiones de cada placa y sus mediciones.

5.6.1 Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N71,N73	Ancho X: 250 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 14 mm	Posición Centrada Posición Centrada	X: Paralelos X: - Y: Paralelos Y: -	4Ø14 mm L=40 cm Prolongación recta
N6,N8,N11,N13,N16,N18,N21,N23,N26,N28,N31,N33,N36,N38,N41,N43,N46,N48,N51,N53,N56,N58,N61,N63,N66,N68	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 600 mm Espesor: 22 mm	Posición Centrada Posición Centrada	X: Paralelos X: - Y: Paralelos 2(150x35x7.0)	Y: 6Ø20 mm L=60 cm Prolongación recta
N76,N77	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 22 mm	Posición Centrada Posición Centrada	X: Paralelos X: - Y: Paralelos 2(100x0x6.0)	Y: 6Ø20 mm L=35 cm Prolongación recta
N79,N81,N87,N89	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 22 mm	Posición Centrada Posición Centrada	X: Paralelos X: - Y: Paralelos 2(100x0x6.0)	Y: 6Ø16 mm L=40 cm Prolongación recta

5.6.2 Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N71, N73	S275	4 x 9.62	
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51, N53, N56, N58, N61, N63, N66, N68	S275	26 x 49.89	

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N76, N77	S275	2 x 33.99	1509.73
N79, N81, N87, N89	S275	4 x 26.56	
Totales			1509.73

5.6.3 Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N71, N73	16Ø14 L=45 cm	mm B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 0.45	x 16 x 0.54	126.38	292.89
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48,	156Ø20 L=66 cm	mm B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	156 0.66	x 156 x 1.63		
N51, N53, N56, N58, N61, N63, N66, N68	12Ø20 L=41 cm	mm B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	12 0.41	x 12 x 1.02		
N76, N77	24Ø16 L=46 cm	mm B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	24 0.46	x 24 x 0.72		
N79, N81, N87, N89						
Totales					126.38	292.89

6 CIMENTACIONES

Como ya se comentó en el apartado 6.2 *Cimentación y solera*, la nave se sustenta por una cimentación superficial compuesta por zapatas aisladas y vigas de atado. El material utilizado para su fabricación es hormigón superficial HA-25. Los armados superiores e inferiores de las zapatas están contruidos de acero B 500 s.

A continuación se adjuntan listados para las zapatas y vigas de atado, en los cuales se detallan las dimensiones de cada elemento y las cantidades de acero y hormigón necesarias para su construcción.

6.1 Zapatas de cimentación aisladas

6.1.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73	Zapata cuadrada Ancho: 220.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25
N18, N13, N8, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63 y N68	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 30.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 290.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 18Ø12c/17 Sup Y: 9Ø12c/17 Inf X: 18Ø12c/17 Inf Y: 9Ø12c/17
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61 y N66	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 290.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 30.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 18Ø12c/17 Sup Y: 9Ø12c/17 Inf X: 18Ø12c/17 Inf Y: 9Ø12c/17
N77 y N76	Zapata cuadrada Ancho: 230.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25

6.1.2 Medición

Referencias: N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73	B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado	Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.04	18.36
	Peso (kg)	9x1.81	16.30
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.04	18.36
	Peso (kg)	9x1.81	16.30
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x2.04	18.36
	Peso (kg)	9x1.81	16.30
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.04	18.36
	Peso (kg)	9x1.81	16.30
Totales	Longitud (m)	73.44	
	Peso (kg)	65.20	65.20

Referencias: N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.78	71.72
	Peso (kg)	71.72	

Referencias: N18, N13, N8, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63 y N68		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	18x1.73 18x1.54	31.14 27.65
	Peso (kg)		
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.33 9x2.96	29.97 26.61
	Peso (kg)		
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	18x1.73 18x1.54	31.14 27.65
	Peso (kg)		
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.33 9x2.96	29.97 26.61
	Peso (kg)		
Totales	Longitud (m)	122.22 108.52	108.5 2
	Peso (kg)		
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	134.44 119.37	119.3 7
	Peso (kg)		

Referencias: N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61 y N66		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	18x1.73 18x1.54	31.14 27.65
	Peso (kg)		
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.33 9x2.96	29.97 26.61
	Peso (kg)		
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	18x1.73 18x1.54	31.14 27.65
	Peso (kg)		
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.33 9x2.96	29.97 26.61
	Peso (kg)		
Totales	Longitud (m)	122.22 108.52	108.5 2
	Peso (kg)		
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	134.44 119.37	119.3 7
	Peso (kg)		

Referencias: N77 y N76		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.14	19.26 17.10
	Peso (kg)	9x1.90	

Referencias: N77 y N76		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.14	19.26
	Peso (kg)	9x1.90	17.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x2.14	19.26
	Peso (kg)	9x1.90	17.10
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.14	19.26
	Peso (kg)	9x1.90	17.10
Totales	Longitud (m)	77.04	
	Peso (kg)	68.40	68.40
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	84.74	
	Peso (kg)	75.24	75.24

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m ³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73	8x71.72	8x2.42	8x0.48
Referencias: N18, N13, N8, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63 y N68	13x119.37	13x3.58	13x0.51
Referencias: N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61 y N66	13x119.37	13x3.58	13x0.51
Referencias: N77 y N76	2x75.24	2x2.65	2x0.53
Totales	3827.86	117.83	18.24

6.2 Vigas de atado

6.2.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N73-N81], C [N81-N77], C [N77-N79], C [N79-N71], C [N1-N87], C [N87-N76], C [N76-N89] y C [N89-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

6.2.2 Medición

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.33		15.96
	Peso (kg)	12x0.52		6.30
Totales	Longitud (m)	15.966.30	21.2018.82	25.12
	Peso (kg)			
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.566.93	23.3220.70	27.63
	Peso (kg)			

Referencias: C [N73-N81], C [N81-N77], C [N77-N79], C [N79-N71], C [N1-N87], C [N87-N76], C [N76-N89] y C [N89-N3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.80	13.60
	Peso (kg)		2x6.04	12.07
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.80	13.60
	Peso (kg)		2x6.04	12.07
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.33		21.28
	Peso (kg)	16x0.52		8.40
Totales	Longitud (m)	21.288.40	27.2024.14	32.54
	Peso (kg)			
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.419.24	29.9226.55	35.79
	Peso (kg)			

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Y _s =1.15 (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Y _c =1.5	Limpieza
Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]	28x6.93	28x20.70	773.64	28x0.50	28x0.12
Referencias: C [N73-N81], C [N81-N77], C [N77-N79], C [N79-N71], C [N1-N87], C [N87-N76], C [N76-N89] y C [N89-N3]	8x9.24	8x26.55	286.32	8x0.69	8x0.17
Totales	267.96	792.00	1059.96	19.39	4.85

PRESUPUESTO



ÍNDICE

- I. MEDICIÓN
- II. PRESUPUESTO
- III. RESUMEN

Medición

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
1.1 Movimiento de tierras en edificación						
1.1.1 Desbroce y limpieza						
1.1.1.1 ADL005 m ² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.						
					Total m ²:	1.820,000

1.1.2 Excavaciones

1.1.2.1 ADE005 m ³ Excavación de tierras a cielo abierto para formación de sótanos de hasta 2 m de profundidad, que en todo su perímetro quedan por debajo de la rasante natural, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso, transporte de la maquinaria, formación de rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.						
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290	
A*B*C*D	8	2,200	2,300	0,500	20,240	
A*B*C*D	26	1,600	3,200	0,700	93,184	
A*B*C*D	24	0,400	0,400	3,400	13,056	
A*B*C*D	4	0,400	0,400	3,100	1,984	
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,300	2,752	
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,250	2,720	
					Total m ³:	139,226

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
1.1.2.2 ANS010b	m²	<p>Formación de solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, para servir de base a un solado, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Aserrado de juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>					
					Total m ²:	1.820,000	
1.1.2.3 ADR030	m³	<p>Formación de base de pavimento mediante relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza; y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo manual formado por bandeja vibrante, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.</p> <p>Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>					
					Total m ³:	273,000	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
2.1 Regularización						
2.1.1 Hormigón de limpieza						
2.1.1.1 CRL010	m²	Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.				
A*B*C*D	4	3,100	0,400	0,400	1,984	
A*B*C*D	4	4,300	0,400	0,400	2,752	
A*B*C*D	4	4,250	0,400	0,400	2,720	
A*B*C*D	24	3,400	0,400	0,400	13,056	
A*B*C*D	26	3,200	1,600	0,700	93,184	
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290	
A*B*C*D	8	2,200	2,200	0,500	19,360	
					Total m ²:	138,346

2.2 Superficiales

2.2.1 Zapatas

2.2.1.1 CSZ010	m³	Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar. Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.				
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290	
A*B*C*D	8	2,200	2,200	0,500	19,360	
A*B*C*D	26	3,200	1,600	0,700	93,184	
					Total m ³:	117,834

2.3 Arriostramientos

2.3.1 Vigas entre zapatas

2.3.1.1 CAV010	m³	Formación de viga de hormigón armado para el atado de la cimentación, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso p/p de separadores. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.				
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,300	2,752	
A*B*C*D	4	0,400	0,400	3,100	1,984	
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,250	2,720	
A*B*C*D	24	0,400	0,400	3,400	13,056	
					Total m ³:	20,512

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
3.1 Acero						
3.1.1 Pilares						
3.1.1.1 EAS005	Ud	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 350x350 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
					Total Ud.....:	4,000
3.1.1.2 EAS005b	Ud	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 600x600 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 60 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
					Total Ud.....:	26,000
3.1.1.3 EAS005c	Ud	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 400x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
					Total Ud.....:	4,000
3.1.1.4 EAS005d	Ud	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 400x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 35 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
					Total Ud.....:	2,000

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
3.1.1.5 EAS010	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para pilares, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
					Total kg.....:	12.658,210	
3.1.1.6 EAT030	kg	<p>Suministro y montaje de acero galvanizado UNE-EN 10025 S235JRC, en perfiles conformados en frío, piezas simples de las series C o Z, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas mediante tornillos normalizados. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje. Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
					Total kg.....:	9.419,035	
3.1.2 Vigas, arriostramiento, viga contraviento							
3.1.2.1 EAV010	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
					Total kg.....:	23.725,185	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
3.1.2.2 EAV010b	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series L, tubo conformado, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
					Total kg.....:	2.210,630	
3.1.2.3 EAV010c	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series L, rectangular conformado, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
					Total kg.....:	2.704,290	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
------------	-------	-------	-------	------	----------	-------

4.1 Pesadas

4.1.1 Paneles prefabricados de hormigón

4.1.1.1 FPP020 **m²** **Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados. Incluye: Replanteo de paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado del panel en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento del panel. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.**
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

Total m².....: 1.390,000

4.2 Carpintería exterior

4.2.1 Acero

4.2.1.1 FCA035 **Ud** **Suministro y montaje de carpintería de acero galvanizado, en ventana practicable de dos hojas de 170x180 cm, perfilería compuesta por cerco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de premarco de acero, garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación de la carpintería. Ajuste final de las hojas. Sellado de juntas perimetrales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.**

Total Ud.....: 4,000

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total	
5.1 Puertas de entrada a la vivienda							
5.1.1 Acero							
5.1.1.1 PEM010	Ud	Suministro y colocación de puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 2000x3000 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación del premarco. Fijación del cerco. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					
					Total Ud.....:	1,000	
5.1.1.2 PEM010b	Ud	Suministro y colocación de puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 3800x4400 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación del premarco. Fijación del cerco. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.					
					Total Ud.....:	2,000	

Comentario	P.ig.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Total
6.1 Inclclinadas						
6.1.1 Chapas de acero						
6.1.1.1 QTA010	m ²	Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente del 10%, mediante panel sándwich lacado+aislante+galvanizado, de 30 mm de espesor, conformado con doble chapa de acero y perfil nervado, lacado al exterior y galvanizado al interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 40 kg/m ³ de densidad, fijado mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de cortes, solapes, tornillos y elementos de fijación, accesorios, juntas, remates perimetrales y otras piezas de remate para la resolución de puntos singulares. Incluye: Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles. Resolución de puntos singulares con piezas de remate. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
					Total m ²:	1.829,000

6.2 Lucernarios

6.2.1 Placas translúcidas sintéticas

6.2.1.1 QLL010	m ²	Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con perfilera autoportante de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 10 m revestido con placas de polimetacrilato de metilo incolora y 8 mm de espesor. Incluso perfilera estructural de aluminio lacado, tornillería y elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, fijación sobre estructura con acunado en galces, sellado en frío con cordón continuo de silicona incolora y colocación de junquillos. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad. Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfilera de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas. Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
					Total m ²:	266,208

Presupuesto y medición

Presupuesto parcial n° 1 Acondicionamiento del terreno

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

1.1 Movimiento de tierras en edificación

1.1.1 Desbroce y limpieza

1.1.1.1 ADL005	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
Total m ²			1.820,000	0,99	1.801,80

1.1.2 Excavaciones

1.1.2.1 ADE005	m ³	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de sótanos de hasta 2 m de profundidad, que en todo su perímetro quedan por debajo de la rasante natural, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso, transporte de la maquinaria, formación de rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.			
----------------	----------------	--	--	--	--

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290		
A*B*C*D	8	2,200	2,300	0,500	20,240		
A*B*C*D	26	1,600	3,200	0,700	93,184		
A*B*C*D	24	0,400	0,400	3,400	13,056		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	3,100	1,984		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,300	2,752		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,250	2,720		
Total m ³					139,226	6,80	946,74

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1.2.2 ANS010b	m ²	<p>Formación de solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, para servir de base a un solado, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Aserrado de juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>			
		Total m ²	1.820,000	22,19	40.385,80
1.1.2.3 ADR030	m ³	<p>Formación de base de pavimento mediante relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza; y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo manual formado por bandeja vibrante, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.</p> <p>Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
		Total m ³	273,000	24,44	6.672,12

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

2.1 Regularización

2.1.1 Hormigón de limpieza

2.1.1.1 CRL010 m² Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.
 Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
A*B*C*D	4	3,100	0,400	0,400	1,984		
A*B*C*D	4	4,300	0,400	0,400	2,752		
A*B*C*D	4	4,250	0,400	0,400	2,720		
A*B*C*D	24	3,400	0,400	0,400	13,056		
A*B*C*D	26	3,200	1,600	0,700	93,184		
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290		
A*B*C*D	8	2,200	2,200	0,500	19,360		
Total m ²					138,346	10,15	1.404,21

2.2 Superficiales

2.2.1 Zapatas

2.2.1.1 CSZ010 m³ Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.
 Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
A*B*C*D	2	2,300	2,300	0,500	5,290		
A*B*C*D	8	2,200	2,200	0,500	19,360		
A*B*C*D	26	3,200	1,600	0,700	93,184		
Total m ³					117,834	155,52	18.325,54

2.3 Arriostramientos

2.3.1 Vigas entre zapatas

2.3.1.1 CAV010 m³ Formación de viga de hormigón armado para el atado de la cimentación, realizada con hormigón HA-25/B/30/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso p/p de separadores.
 Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,300	2,752		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	3,100	1,984		
A*B*C*D	4	0,400	0,400	4,250	2,720		
A*B*C*D	24	0,400	0,400	3,400	13,056		
Total m ³					20,512	140,36	2.879,06

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 Acero					
3.1.1 Pilares					
3.1.1.1 EAS005	Ud	<p>Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 350x350 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	4,000	38,91	155,64
3.1.1.2 EAS005b	Ud	<p>Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 600x600 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 60 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	26,000	164,59	4.279,34
3.1.1.3 EAS005c	Ud	<p>Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 400x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	4,000	86,52	346,08
3.1.1.4 EAS005d	Ud	<p>Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de 400x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 35 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	2,000	100,85	201,70

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1.1.5 EAS010	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para pilares, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total kg	12.658,210	2,44	30.886,03
3.1.1.6 EAT030	kg	<p>Suministro y montaje de acero galvanizado UNE-EN 10025 S235JRC, en perfiles conformados en frío, piezas simples de las series C o Z, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas mediante tornillos normalizados. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total kg	9.419,035	3,05	28.728,06
3.1.2 Vigas, arriostramiento, viga contraviento					
3.1.2.1 EAV010	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total kg	23.725,185	2,44	57.889,45

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1.2.2 EAV010b	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series L, tubo conformado, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total kg	2.210,630	2,44	5.393,94
3.1.2.3 EAV010c	kg	<p>Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series L, rectangular conformado, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total kg	2.704,290	2,44	6.598,47

Presupuesto parcial n° 4 Fachadas

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 Pesadas					
4.1.1 Paneles prefabricados de hormigón					
4.1.1.1 FPP020	m ²	<p>Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados.</p> <p>Incluye: Replanteo de paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado del panel en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento del panel. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p>			
		Total m ²	1.390,000	95,83	133.203,70

4.2 Carpintería exterior

4.2.1 Acero

4.2.1.1 FCA035	Ud	<p>Suministro y montaje de carpintería de acero galvanizado, en ventana practicable de dos hojas de 170x180 cm, perfilería compuesta por cerco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de premarco de acero, garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>Incluye: Colocación de la carpintería. Ajuste final de las hojas. Sellado de juntas perimetrales. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	4,000	292,06	1.168,24

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 Puertas de entrada a la vivienda					
5.1.1 Acero					
5.1.1.1 PEM010	Ud	<p>Suministro y colocación de puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 2000x3000 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación del premarco. Fijación del cerco. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	1,000	499,13	499,13
5.1.1.2 PEM010b	Ud	<p>Suministro y colocación de puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 3800x4400 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación del premarco. Fijación del cerco. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	2,000	573,32	1.146,64

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 Inclinas					
6.1.1 Chapas de acero					
6.1.1.1 QTA010	m ²	<p>Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente del 10%, mediante panel sándwich lacado+aislante+galvanizado, de 30 mm de espesor, conformado con doble chapa de acero y perfil nervado, lacado al exterior y galvanizado al interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 40 kg/m³ de densidad, fijado mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de cortes, solapes, tornillos y elementos de fijación, accesorios, juntas, remates perimetrales y otras piezas de remate para la resolución de puntos singulares.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles. Resolución de puntos singulares con piezas de remate.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total m ²			1.829,000	43,50	79.561,50

6.2 Lucernarios

6.2.1 Placas translúcidas sintéticas

6.2.1.1 QLL010	m ²	<p>Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con perfilería autoportante de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 10 m revestido con placas de polimetacrilato de metilo incolora y 8 mm de espesor. Incluso perfilería estructural de aluminio lacado, tornillería y elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, fijación sobre estructura con acuñado en galces, sellado en frío con cordón continuo de silicona incolora y colocación de junquillos. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfilería de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total m ²			266,208	312,56	83.205,97

Presupuesto de ejecución material

1. Acondicionamiento del terreno	49.806,46
2. Cimentaciones	22.608,81
3. Estructuras	134.478,71
4. Fachadas	134.371,94
5. Particiones	1.645,77
6. Cubiertas	162.767,47
	<hr/>
Total:	505.679,16

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de QUINIENTOS CINCO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.

Proyecto: PRESUPUESTOO

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Acondicionamiento del terreno	49.806,46
Capítulo 1.1 Movimiento de tierras en edificación	49.806,46
Capítulo 1.1.1 Desbroce y limpieza	1.801,80
Capítulo 1.1.2 Excavaciones	48.004,66
Capítulo 2 Cimentaciones	22.608,81
Capítulo 2.1 Regularización	1.404,21
Capítulo 2.1.1 Hormigón de limpieza	1.404,21
Capítulo 2.2 Superficiales	18.325,54
Capítulo 2.2.1 Zapatas	18.325,54
Capítulo 2.3 Arriostramientos	2.879,06
Capítulo 2.3.1 Vigas entre zapatas	2.879,06
Capítulo 3 Estructuras	134.478,71
Capítulo 3.1 Acero	134.478,71
Capítulo 3.1.1 Pilares	64.596,85
Capítulo 3.1.2 Vigas, arriostramiento, viga contraviento	69.881,86
Capítulo 4 Fachadas	134.371,94
Capítulo 4.1 Pesadas	133.203,70
Capítulo 4.1.1 Paneles prefabricados de hormigón	133.203,70
Capítulo 4.2 Carpintería exterior	1.168,24
Capítulo 4.2.1 Acero	1.168,24
Capítulo 5 Particiones	1.645,77
Capítulo 5.1 Puertas de entrada a la vivienda	1.645,77
Capítulo 5.1.1 Acero	1.645,77
Capítulo 6 Cubiertas	162.767,47
Capítulo 6.1 Inclinas	79.561,50
Capítulo 6.1.1 Chapas de acero	79.561,50
Capítulo 6.2 Lucernarios	83.205,97
Capítulo 6.2.1 Placas translúcidas sintéticas	83.205,97
Presupuesto de ejecución material	505.679,16
12% de gastos generales	60.681,50
6% de beneficio industrial	30.340,75
Suma	596.701,41
21% IVA	125.307,30
Presupuesto de ejecución por contrata	722.008,71

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SETECIENTOS VEINTIDOS MIL OCHO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS.

PLANOS

ÍNDICE

I. PLANO 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

II. PLANO 2. REPLANTEO

III. PLANO 3. CIMENTACIÓN

PLANOS 4. ESTRUCTURA

IV. PLANO 4.1. 3D

V. PLANO 4.2. PÓRTICOS

VI. PLANO 4.3. FACHADA LATERAL

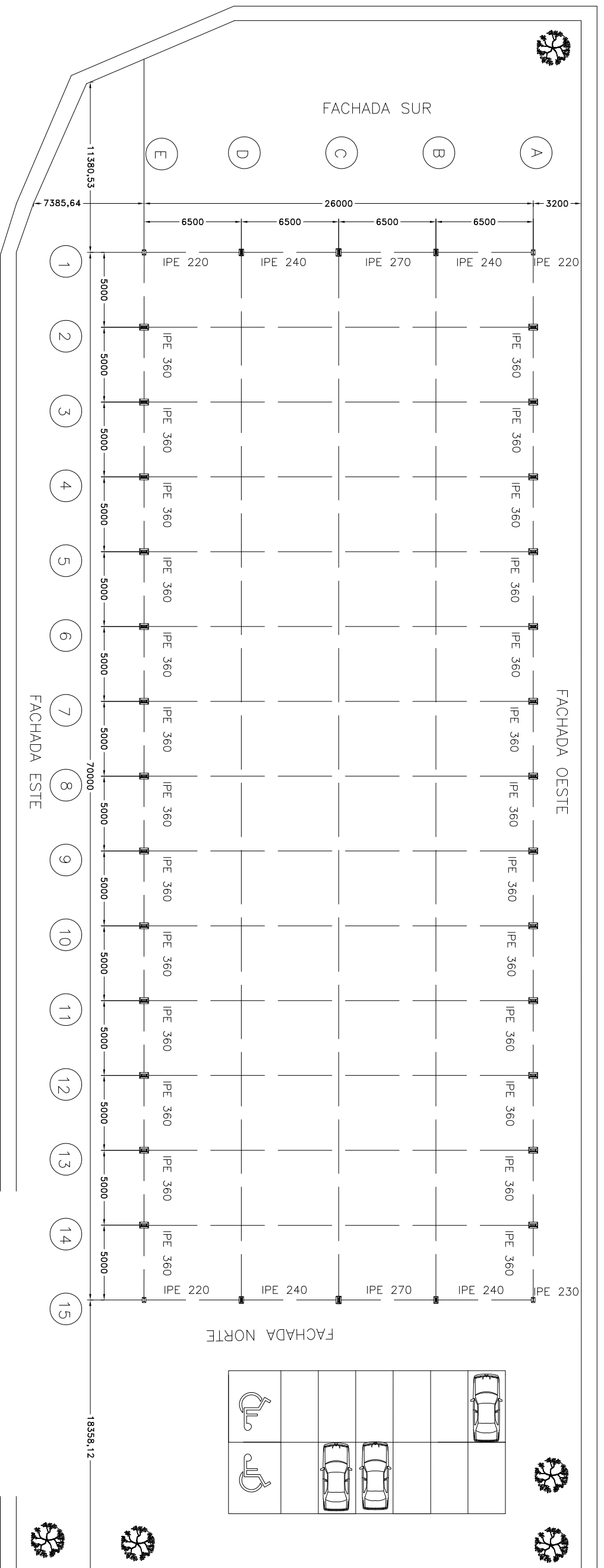
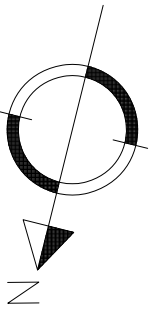
VII. PLANO 4.4. CUBIERTA

PLANOS 5. CERRAMIENTOS

VIII. PLANO 5.1. FACHADAS LATERALES

IX. PLANO 5.2. FACHADAS FRONTALES

X. PLANO 5.3. CUBIERTA



CALLE PLA DE FOIOS

CALLE LA PALMERA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m²
SITUADO EN MONCADA**

Autor: **Elena Fernández Manuel**

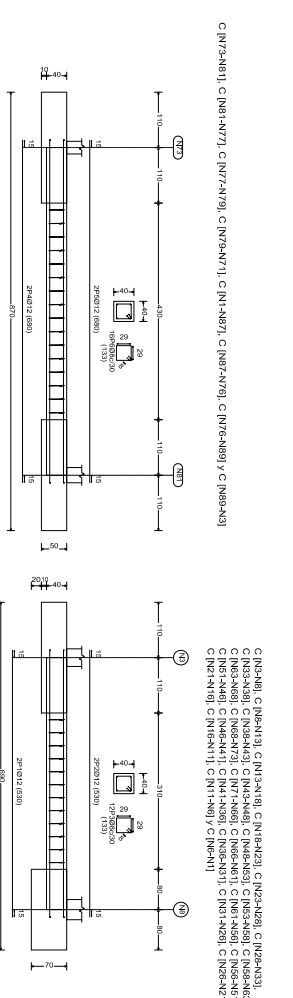
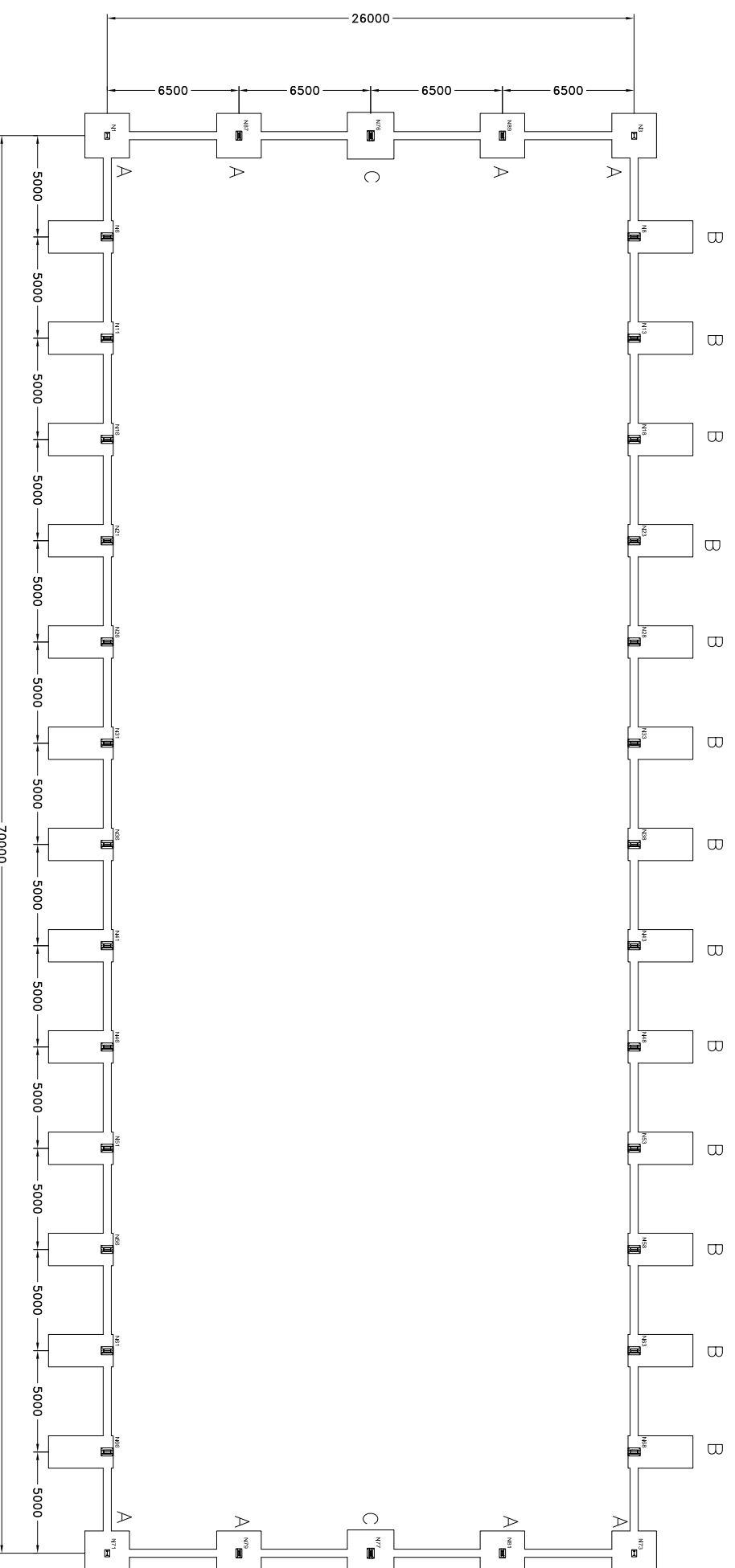
Plano: **REPLANTEO**

Fecha: **Junio 2014**

Escala: **1:300**

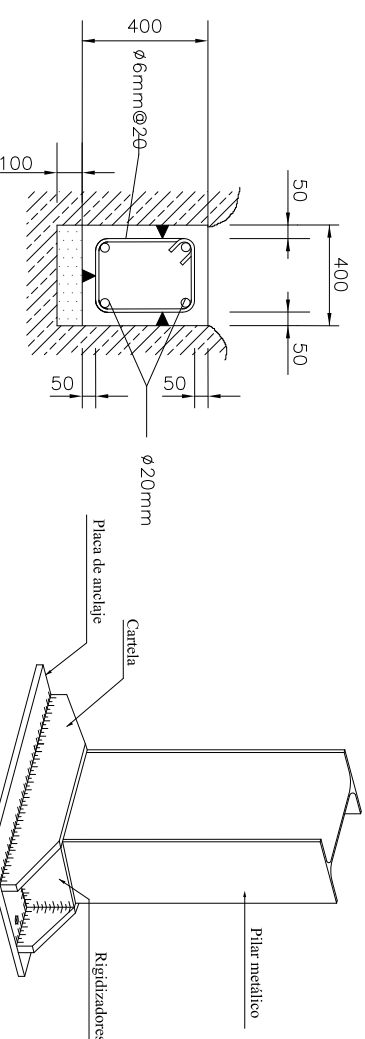
Nº Plano:

2



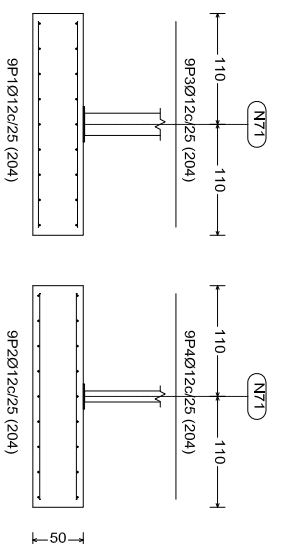
DETALLE CONSTRUCTIVO VIGA DE ATADO

DETALLE PLACA DE ANCLAJE



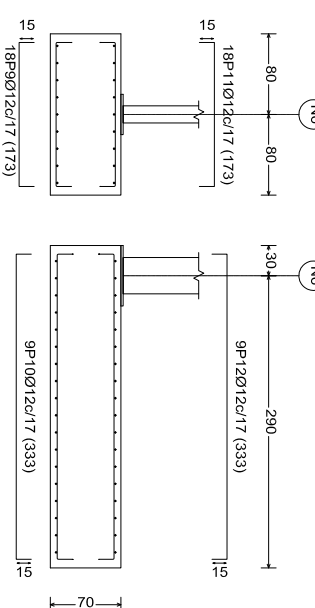
TIPO A

N71, N81, N79, N89, N87, N1, N3 y N73



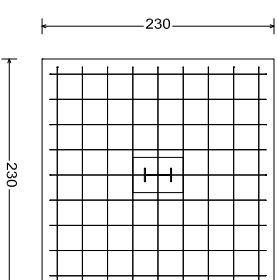
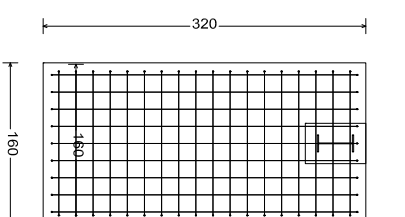
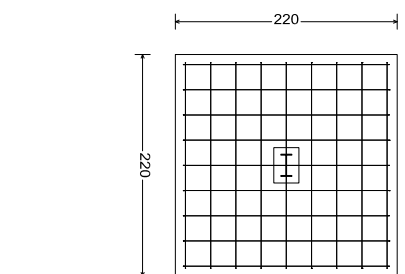
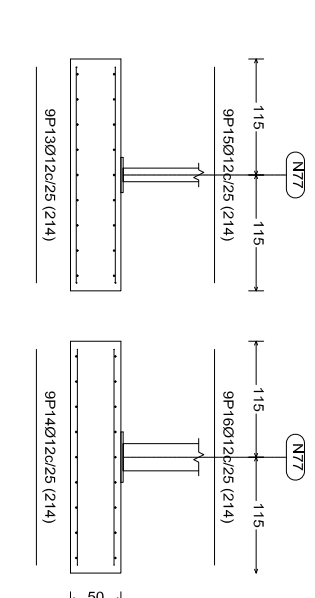
TIPO B

N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56, N61 y N66



TIPO C

N77 y N76

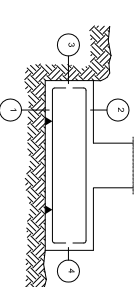


Características de los materiales - Zapatas de Cimentación

Materiales	Control		Homologación		Acero	
	Nivel Control	Coef. Ponder.	Tipo	Características	Nivel Control	Coef. Ponder.
Elemento Zona/planta	Estadístico	γ = 1,30	14x-25	Tamaño max. árbol	Estadístico	γ = 1,15
Dimensiones			Barrida (8x15 cm)	30 mm	Normal	B 500 S
Ejecución (acciones)	Normal	γ = 1,50				
Exposición/ambiente	Terrazo	γ = 1,40	Terrazo protegido u homologación de limpieza	I	Ia	Ib
Recubrimientos nominales (mm)	80		Voz Exposición/ambiente	30	35	40
			Notas			45

- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal
 - Solapes según EHE
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

Recubrimientos nominales



- 1.- Recubrimiento fierro contacto terreno ≥ 8 cm.
- 2.- Recubrimiento superior para vigas 4/6 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.

Datos geotécnicos

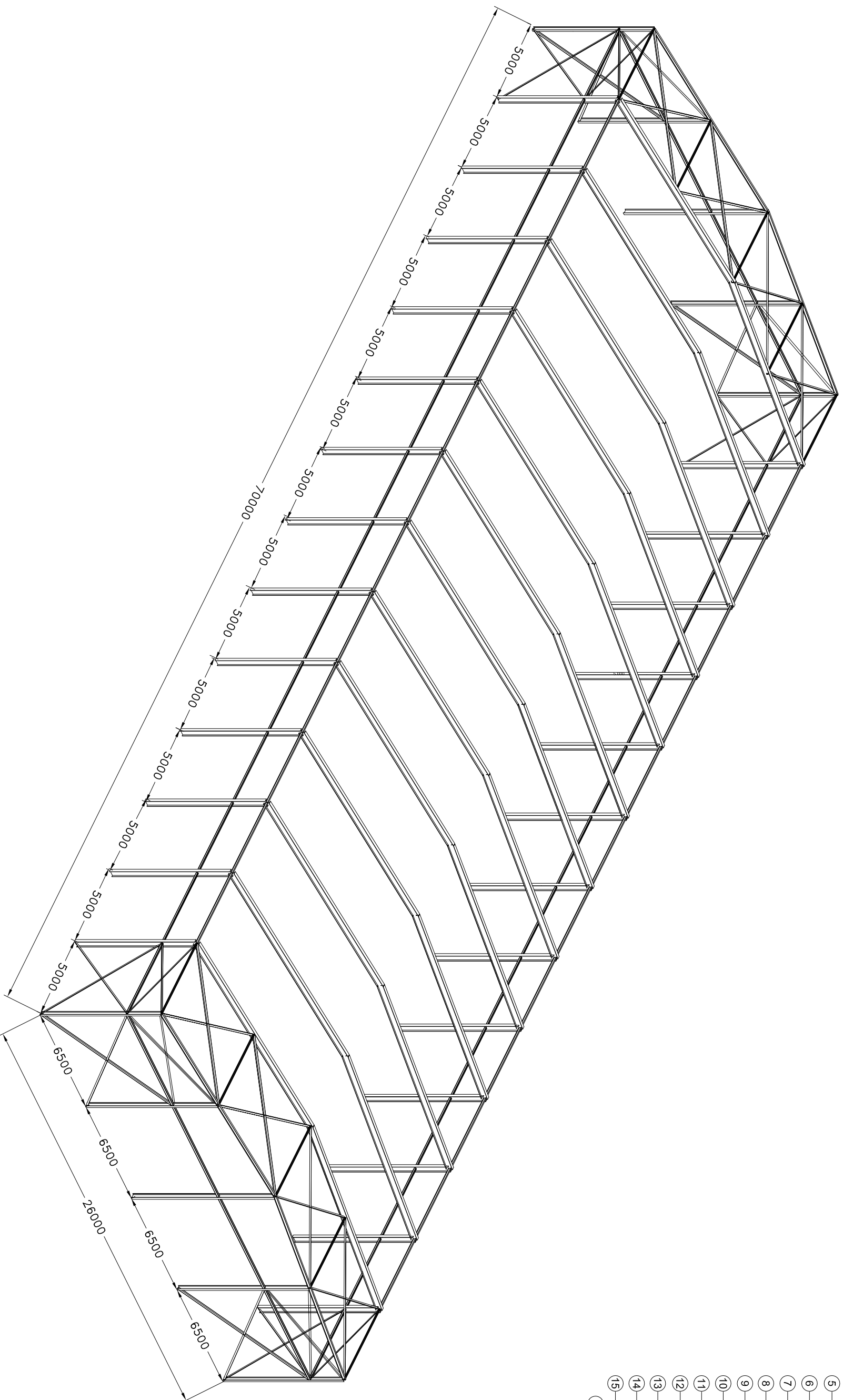
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.200 MPa

Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb

Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas	
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S
Ø12	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Ø14	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm
Ø16	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm
Ø20	60 cm	65 cm	80 cm	100 cm
Ø25	80 cm	100 cm	110 cm	130 cm

Nota: Válido para homologación Fck ≥ 25 N/mm²
 Si Fck ≥ 30 N/mm² podrán reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 66 de la EHE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m²
SITUADO EN MONCADA**

Autor: **Elena Fernández Manuel**

Plano: **ESTRUCTURA. 3D**

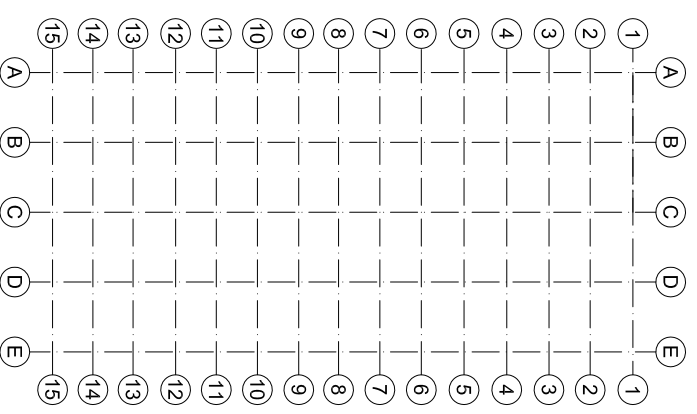
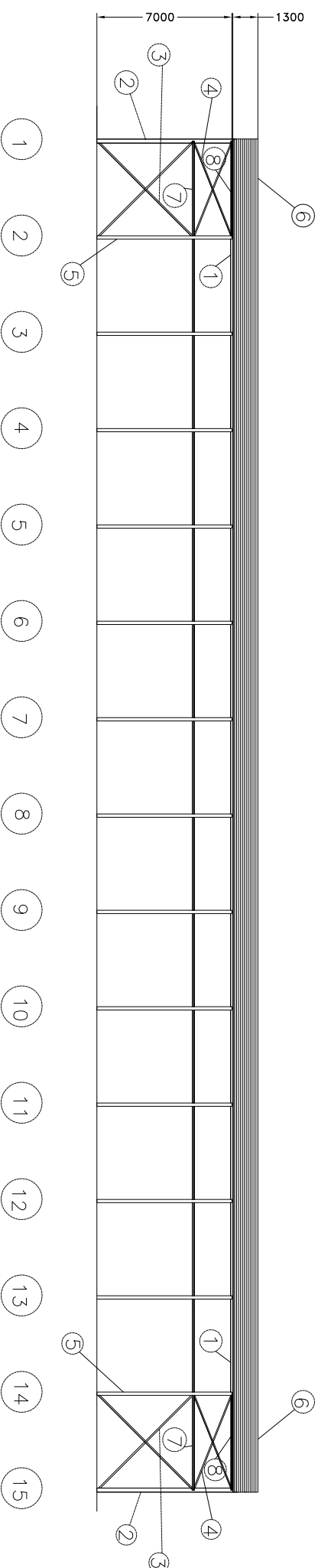
Fecha: **Junio 2014**

Escala: **1:200**

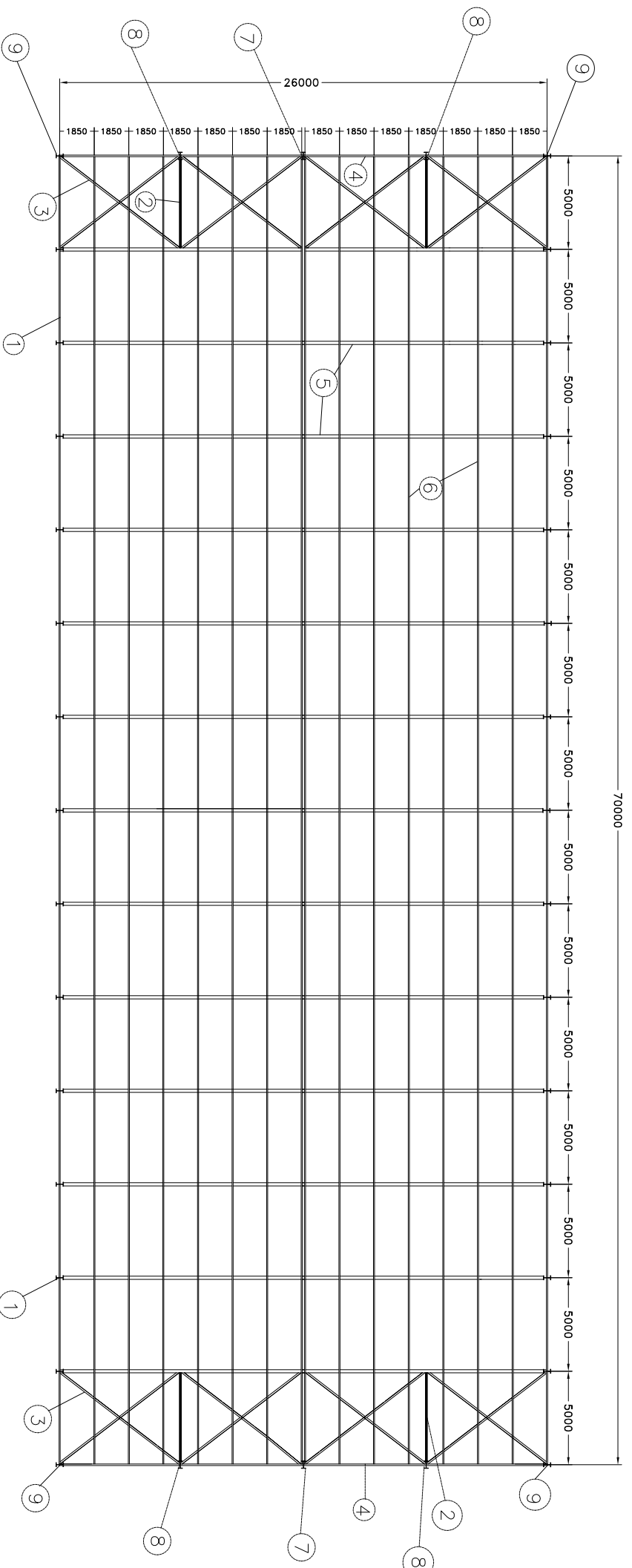
Nº Plano:

4.1

FACHADAS LATERALES A Y E

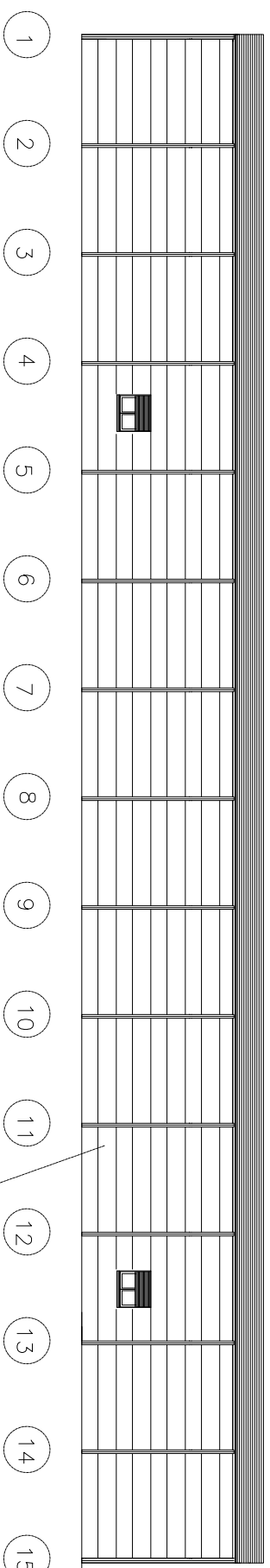


①	VIGA PERIMETRAL PERFIL IPE 120	④	DIAGONALES CRUZ DE SAN ANDRES PERFIL L 60x60x5	⑦	MONTANTE CRUZ DE SAN ANDRES # 100x80x4
②	PILARES PORTICO FACHADA PERFIL IPE 220	⑤	PILARES PORTICO INTERIOR PERFIL IPE 350	⑧	MONTANTE CRUZ DE SAN ANDRES Ø 90x3
③	DIAGONALES CRUZ DE SAN ANDRES PERFIL L 75x75x6	⑥	CORREAS DE CUBIERTA PERFIL CF 200x3,0		



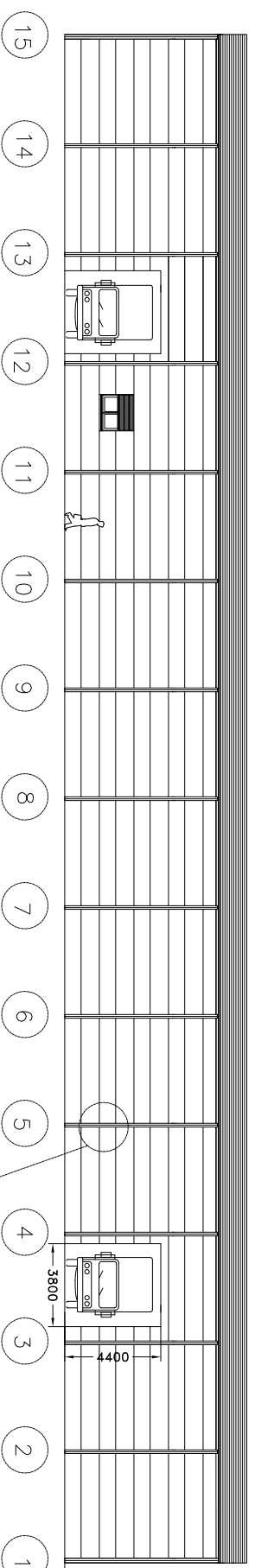
- | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|----|--|
| 1 | VIGA PERIMETRAL PERFIL IPE 120 | 4 | JACENA PORTICO FACHADA PERFIL IPE 160 | 7 | PILAR C PORTICO FACHADA PERFIL IPE 270 | 10 | PILAR PORTICOS INTERIORES PERFIL IPE 360 |
| 2 | VIGA CONTRAVIENTO MONTANTES PERFIL Ø90x3 | 5 | JACENA PORTICO INTERIOR PERFIL IPE 360 | 8 | PILARES B Y D PORTICO FACHADA PERFIL IPE 240 | | |
| 3 | VIGA CONTRAVIENTO DIAGONALES PERFIL L 90x90x7 | 6 | CORREAS DE CUBIERTA PERFIL CF 200x3,0 | 9 | PILARES A Y E PORTICO FACHADA PERFIL IPE 220 | | |

FACHADA LATERAL A



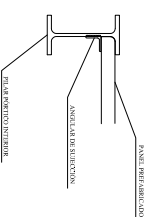
PANEL PREFABRICADO HORMIGON 16 cm

FACHADA LATERAL E



DETALLE CONSTRUCTIVO ANCLAJE
CERRAMIENTO A LA PERFILERIA

DETALLE CONSTRUCTIVO ANCLAJE
CERRAMIENTO A LA PERFILERIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m²
SITUADO EN MONCADA**

Plano: **CERRAMIENTOS. FACHADAS
LATERALES**

Fecha: **Junio 2014**

Nº Plano:

Autor:

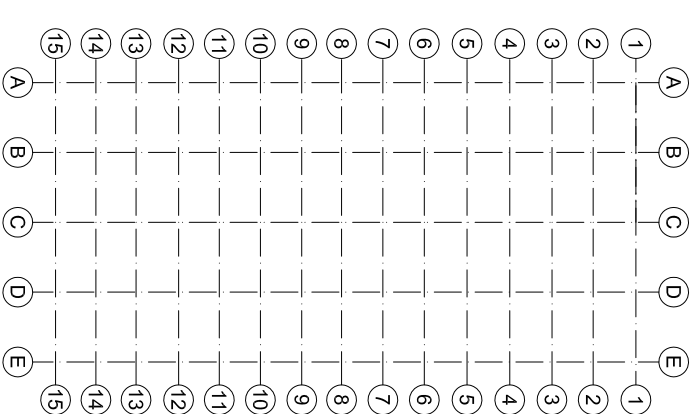
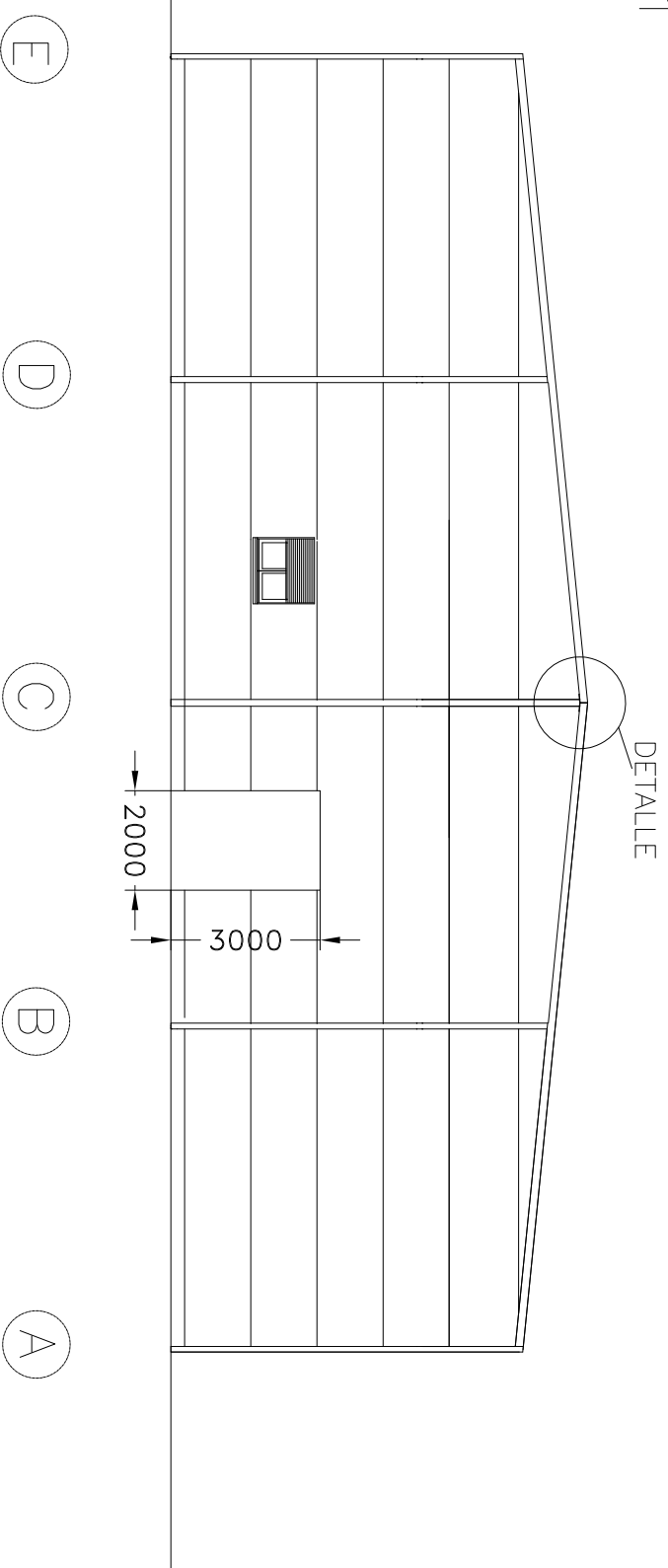
Elena Fernández Manuel

Escala:

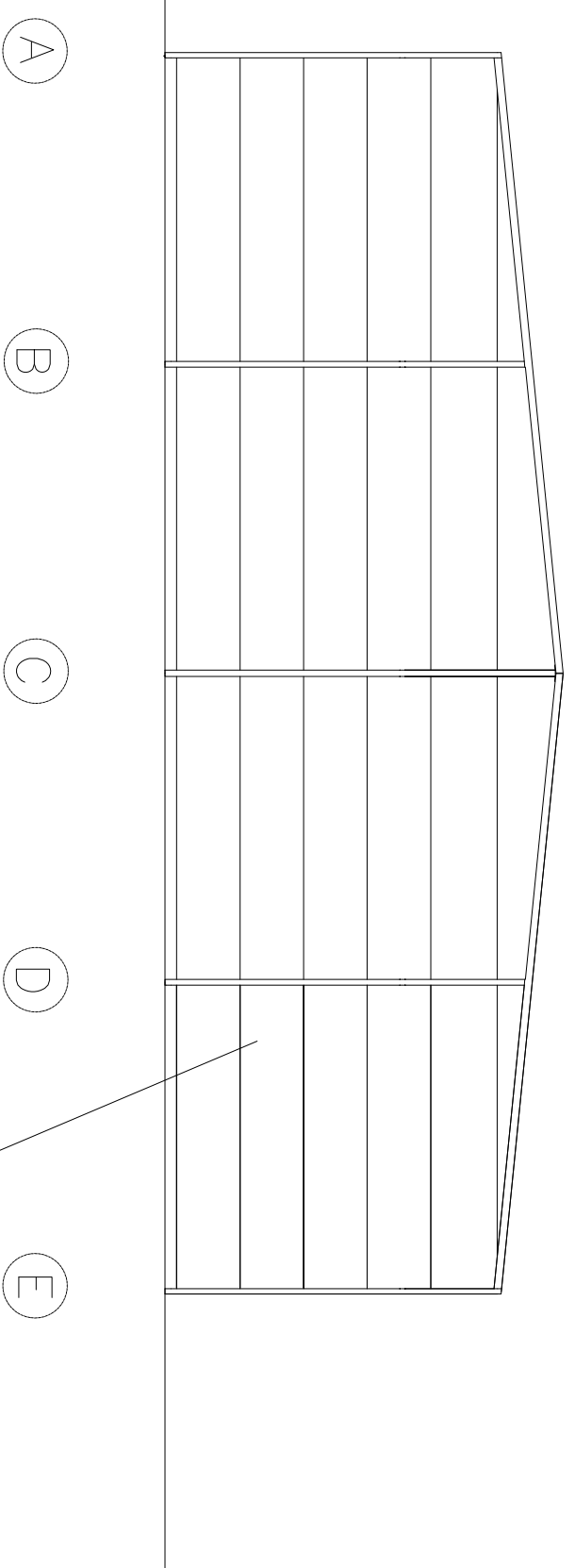
1:300

5.1

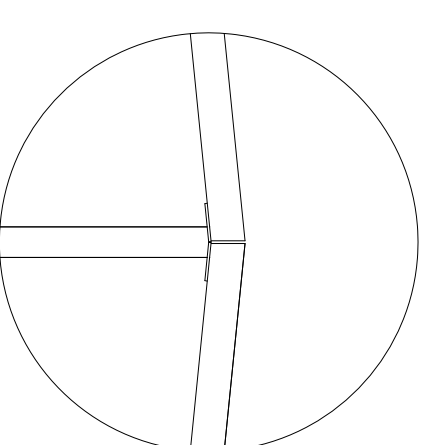
PORTICO 1



PORTICO 15



PANEL PREFABRICADO HORMIGON 16 cm



DETALLE



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m²**
SITUADO EN MONCADA

Autor: **Elena Fernández Manuel**

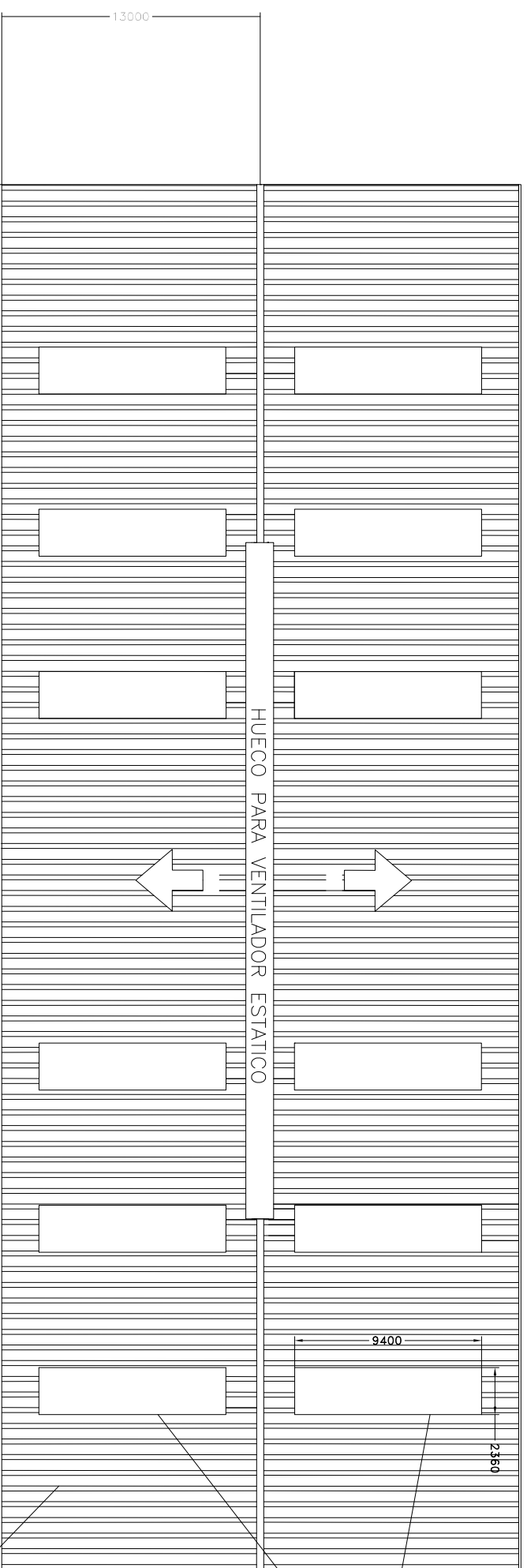
Plano: **CERRAMIENTOS. FACHADAS**
FRONTALES

Fecha: **Junio 2014**

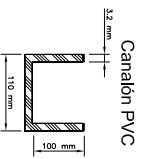
Escala: **1:150**

Nº Plano:

5.2



DETALLE DEL CANALON DE AGUAS PLUVIALES



PANEL DE SANDWICH (30 mm espesor)

LUCERNARIOS (15% SUPERFICIE TOTAL)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m²
SITUADO EN MONCADA**

Plano: **CERRAMIENTOS. CUBIERTA**

Autor:

Elena Fernández Manuel

Fecha: **Junio 2014**

Escala:

1:300

Nº Plano:

5.3