



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. MEMORIA Y ANEXOS

1.1 MEMORIA

- 1 OBJETO DEL TRABAJO
- 2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA
 - 2.1 Antecedentes
 - 2.2 Motivación, justificación
- 3 NORMATIVA APLICADA
- 4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
 - 4.1 Dirección de la nave
 - 4.2 Descripción del polígono
 - 4.3 Descripción de la parcela
- 5 REQUERIMIENTOS ESPACIALES
 - 5.1 Dimensiones
 - 5.2 Distribución en planta
- 6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
 - 6.1 Actuaciones previas
 - 6.1.1 Desbroce y limpieza del terreno
 - 6.1.2 Excavación del terreno
 - 6.1.3 Relleno y extendido de zahorra
 - 6.1.4 Transporte de tierras
 - 6.2 Cimentación y solera
 - 6.2.1 Vertido de hormigón de limpieza
 - 6.2.2 Instalación de zapatas y vigas de atado
 - 6.2.3 Solera
 - 6.3 Cerramientos
 - 6.3.1 Cerramiento de cubierta
 - 6.3.2 Cerramiento de fachada
 - 6.3.3 Lucernarios
 - 6.3.4 Acristalamientos

- 6.3.5 Puertas traseras
- 6.3.6 Canalón y bajante
- 6.4 Estructura
 - 6.4.1 Pórtico de fachada
 - 6.4.2 Pórtico interior
 - 6.4.3 Viga contra viento
 - 6.4.4 Cruz de San Andrés
 - 6.4.5 Viga perimetral
 - 6.4.6 Correas
- 6.5 Materiales
 - 6.5.1 Acero
 - 6.5.2 Hormigón
- 7 PRESUPUESTO

1.2 ANEXOS

ANEXO I. MEMORIA DE CÁLCULO

- 1 MODELO ESTRUCTURAL
- 2 MATERIALES
- 3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO
- 4 ESTRUCTURA METÁLICA
 - 4.1 Pórtico de fachada
 - 4.2 Pórtico interior
 - 4.3 Viga contra viento
 - 4.4 Arriostramiento de fachada lateral
 - 4.5 Viga perimetral
 - 4.6 Correas
 - 4.7 Placas de anclaje
- 5 CIMENTACIONES

ANEXO II: NORMATIVA URBANÍSTICA

2. PLANOS

- 1 LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO Y SITUACIÓN DE PARCELA
- 2 SITUACIÓN DE LA NAVE EN PARCELA SELECCIONADA
- 3 REPLANTEO
- 4 CIMENTACIÓN: PLANTA
- 5 CIMENTACIÓN. DETALLES I: ZAPATAS
- 6 CIMENTACIÓN. DETALLES II: ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO
- 7 CIMENTACIÓN. DETALLES III: PLACAS DE ANCLAJE
- 8 ESTRUCTURA. PLANTA Y FACHADA LATERAL
- 9 ESTRUCTURA. SECCIONES DE PÓRTICOS
- 10 ESTRUCTURA. DETALLES 1: CANALÓN Y PANEL SANDWICH
- 11 ESTRUCTURA. DETALLES II: UNIONES I Y FICHAS DE UNIONES
- 12 ESTRUCTURA. DETALLES III: UNIONES II Y FICHAS DE UNIONES
- 13 CERRAMIENTOS. FACHADAS NORTE Y SUR
- 14 CERRAMIENTOS. FACHADAS FRONTAL Y TRASERA
- 15 CERRAMIENTOS. CERRAMIENTO LATERAL Y DIST. EN PLANTA
- 16 CERRAMIENTOS. CUBIERTA

3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

- 3.1 CUADRO DE PRECIOS
- 3.2 MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- 3.3 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

1. MEMORIA Y ANEXOS

1.1 MEMORIA

MEMORIA

1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto del presente trabajo es realizar un proyecto de nave industrial, situada en Lugo, destinada a taller, distribución y venta al público de artículos textiles y serigrafía. Se ha realizado el cálculo de la cimentación y la estructura metálica, formada por pórticos a dos aguas y elementos de arriostramiento. También se ha procedido a diseñar ciertos detalles constructivos, tales como el canalón de desagüe y el cerramiento exterior. El cálculo de las instalaciones (instalación eléctrica, red de saneamiento, etc) queda fuera del alcance de este proyecto.

2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

La Unidad Docente de Construcción y Arquitectura Industrial del Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València, en su oferta de Trabajos Final de Grado del curso 2013-2014 contempla como tema la elaboración de un proyecto de nave industrial.

En dicho trabajo, la elección del emplazamiento, tipología estructural y dimensiones de la nave industrial corre a cargo del alumno, que desarrolla el proyecto bajo la supervisión de un tutor del departamento mencionado.

2.2 Motivación, justificación

El presente proyecto tiene como función la culminación de los estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Este Trabajo Fin de Grado que servirá de formación y orientación a la hora de realizar un futuro proyecto en el ámbito laboral, y también podrá servir como antecedente para un Proyecto Final de Máster del sector de la construcción, en el cual se podrá profundizar más en la materia.

3 NORMATIVA APLICADA

Para la realización del proyecto se ha seguido la normativa vigente relativa a materiales y construcciones industriales:

-Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, el cual aprueba el Código Técnico de la Edificación.

-Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

-Normativa Urbanística municipal de Monforte de Lemos. (Anejo II: Normativa Urbanística Monforte).

4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

4.1 Dirección de la nave

La nave proyectada se encuentra en España, en la comunidad autónoma de Galicia, provincia de Lugo, polígono industrial de Monforte, situado en el municipio de Monforte de Lemos. Más concretamente, la nave se encuentra en la tercera fase del polígono, parcela 1-C, en el cruce de Rúa 1 con Barrio Industrial Reboredo, como se puede apreciar en el plano número 1: Situación y emplazamiento.

4.2 Descripción del polígono

4.2.1 Características generales

El polígono escogido para la localización de la nave tiene una superficie total de 365675 m², cuenta con zonas verdes y espacios libres, así como servicios de interés público (equipamiento deportivo etc). Para facilitar el acceso, el polígono dispone también de una red viaria y de aparcamientos. Se adjunta el cuadro de distribución de superficies:

Superficie total Polígono	365675 m ²
Zona verde y espacios libres	36568 m ²
Servicios de interés público y social	14627 m ²
Red Viaria y de aparcamientos	39245 m ²
Parcela de cesión al Ayuntamiento	27524 m ²
Superficie total de suelo industrial	275235 m ²

Tabla 1. Superficies del polígono

4.2.2 Normativa

La normativa del polígono en cuanto a ocupación, edificabilidad, retranqueos y altura máxima es la siguiente:

Ocupación máxima por parcela	75%
Edificabilidad	4 m ³ / m ²
Retranqueo de frente	7 m
Retranqueo fondo	3 m
Retranqueo lateral	3 m
Altura máxima	12 m

Tabla 2. Normativa del polígono

Para más información consultar anexo normativa del polígono.

4.2.3 Dotaciones

El polígono industrial de Monforte dispone de suministro eléctrico y alumbrado, infraestructura telefónica, redes de agua potable, de riego y de alcantarillado. También incorpora una estación depuradora para tratar las aguas residuales que puedan producirse en las actividades industriales.

Se adjunta el cuadro de características de las dotaciones del polígono:

Energía eléctrica	Baja y media tensión
Alumbrado público	15 lux
Agua potable	41 l/s
Red de riego	En servicio
Alcantarillado	Separativo en servicio
Infraestructura telefónica	Subterránea
Estación depuradora	30m ³ /hora

Tabla 3. Dotaciones del polígono

4.2.4 Accesos

El polígono industrial de Monforte está situado en Galicia de forma bastante céntrica, por lo que las distancias entre este y las capitales de provincia y núcleos urbanos no son grandes, facilitando también el acceso a los puertos, aeropuertos y red de ferrocarril.

Los accesos más importantes a la hora de distribuir el producto a destinos fuera del territorio gallego son los siguientes:

- Aeropuerto de Santiago de Compostela: situado a 135 km.
- Puerto de Vigo: situado a 144 km.
- Puerto de La Coruña: situado a 192 km.
- Autopista A-52 Vigo-Madrid: situada a 65 km.

Los accesos principales dentro del territorio gallego son los siguientes:

- Estación de tren de Monforte (líneas Lugo-León-Ourense): situada a 5km.
- Distancias a capitales de provincia: El polígono dista 169 km de La Coruña, 75km de Lugo, 46 km de Orense y a 163 km de Pontevedra

4.3 Descripción de la parcela

La parcela ocupada es la 1-C. Está en venta y no hay ninguna edificación existente, por tanto no es necesario el derribo, lo que repercutirá en el presupuesto positivamente.

Se encuentra en Rua 1 con Barrio industrial Reboredo, es decir, tiene dos entradas desde dos vías, y su lado nor-oeste es colindante con la parcela 2-C. Al otro lado de la calle Barrio Industrial Reboredo se encuentra la parcela 32-A, cedida al ayuntamiento, y en el extremo opuesto de Rua 1 se encuentra la parcela 7-C, como se puede apreciar en el plano de situación y emplazamiento.

4.3.1 Características de la parcela

La parcela tiene forma de cuadrilátero, con sus lados desiguales, y una de sus esquinas redondeada, que coincide con la intersección de sus dos calles de acceso.

El cuadro de características geométricas y de retranqueos de la parcela seleccionada es el siguiente:

Área total	7046 m ²
Frente	57.63 m curva
Fondo izquierda	95.78 m curva
Fondo derecha	115.05 m
Retranqueo frente	7 m
Retranqueo fondo	3 m
Retranqueo lateral	3 m

Tabla 4. Geometría de parcela

5 REQUERIMIENTOS ESPACIALES

5.1 Dimensiones

La nave proyectada tiene un área de 1950 m² entre ejes de los pilares extremos, 30 m de ancho por 65 m de largo. Considerando el cerramiento exterior, su área se podría aproximar a unos 2020m².

Su altura de cumbrera es de 8.39 m, y la altura de sus pilares de 7 m. Aproximándola a un paralelepípedo de base rectangular y altura la media entre la altura del pilar y de cumbrera, podemos concluir que su volumen total es aproximadamente 15000 m³.

La parcela dispone de dos entradas. La primera de ellas, la entrada principal (marca 7 en plano 2) está diseñada para clientes y empleados, mientras que la entrada trasera (marca 8 en plano 2) está pensada para los camiones y furgonetas de reparto de materiales y mercancía. Las vías de la parcela se han dispuesto en forma de anillo alrededor de la nave para facilitar la circulación de los vehículos.

Como está indicado en el plano 2, la nave dispone de entradas en tres de sus cuatro fachadas. En la fachada frontal (marca 1) se ha colocado una cristalera, con puertas corredizas automáticas también de cristal, ya que da directamente a la zona de exposición y venta. Esta entrada está pensada para empleados y clientes, principalmente para estos últimos, ya que es la más cercana al parking exclusivo de clientes. En la fachada trasera (marca 2) se han colocado dos entradas corredizas de mayor área, ya que está previsto que la materia prima y los grandes cargamentos entren por estas puertas que dan al almacén primario. Tanto las entradas de esta fachada como las de la fachada lateral orientada al parking (marca 3) están pensadas para uso exclusivo de empleados.

5.2 Distribución en planta

Se ha realizado una distribución en planta con el fin de optimizar el flujo de trabajo, material y personal. Como puede verse en el esquema, la zona de administración está cerca de la de venta, para poder atender cualquier reclamación fácilmente. Los materiales y los procesos productivos fluyen desde el almacén primario hasta la zona de venta, haciendo un recorrido lineal sin retrocesos. Por último se decidió separar las zonas de oficina y venta del proceso productivo debido al ambiente

desagradable que podrían crear el ruido que generan las máquinas y los olores de ciertos materiales.

A continuación se expone el cuadro de superficies y un esquema de la distribución

Zona de exposición y venta	300m ²
Oficinas y administración	200m ²
Almacén primario	720m ²
Almacén secundario	300m ²
Zona de procesos productivos	330m ²
Baño de empleados	50m ²
Baño de clientes	25m ²

Tabla 5. Superficies distribución en planta

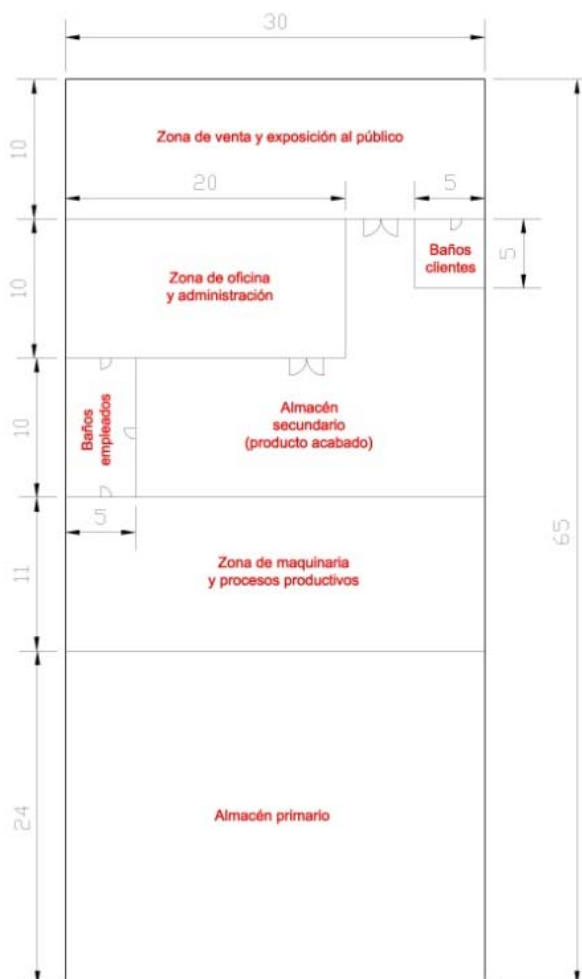


Fig 1. Distribución en planta

El funcionamiento del establecimiento es el siguiente:

La mercancía entra por las puertas traseras, dando al almacén primario. Estos materiales se transportan a la zona de procesos productivos (mecanizado, decolorado, montaje, serigrafiado) y el producto terminado se lleva al almacén secundario si su destino es la zona de venta y exposición, o bien de vuelta al almacén primario para ser cargado en vehículos de reparto si se trata de un pedido.

La ventaja de la realización de la distribución en planta previamente al diseño de la nave es que sabremos de antemano la disposición de las entradas de personal y material, por tanto la distribución y geometría de las puertas y accesos será más precisa.

6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1 Actuaciones previas

Previamente a la construcción de la nave, se ha de preparar la parcela correctamente. En nuestro caso, la parcela está vacía, por tanto no es necesario el derribo de estructura previa. Por tanto solamente será necesario efectuar las siguientes acciones:

6.1.1 Desbroce y limpieza del terreno

Se despeja y limpia la parcela de vegetación de hasta 2 m de altura, con una profundidad de 25 cm.

6.1.2 Excavación del terreno

Para la colocación de los elementos de cimentación, se realiza una excavación a cielo abierto, desplazando tanto volumen de tierra como ocupen las zapatas y las riostras de atado.

6.1.3 Relleno y extendido de zahorra

Como base para la solera de la nave, se rellena con 15 cm de espesor de zahorra, con un grado de compactación del 95% del proctor normal.

6.1.4 Transporte de tierras

Para finalizar la etapa previa a la cimentación, se han de trasportar a vertedero los residuos provenientes del desbroce y la tierra desalojada de la excavación.

6.2 Cimentación y solera

Una vez se tiene ha procedido a la excavación, se preparan los cimientos para posteriormente anclar la estructura al terreno. Esto se consigue de la siguiente manera:

6.2.1 Vertido de hormigón de limpieza

Se procede a preparar una capa de 10 cm de hormigón de limpieza que servirá de base para las zapatas y vigas de atado.

El hormigón de limpieza se utiliza por las siguientes razones:

-Mantener limpia de tierra la superficie de hormigonado para que el hormigón del recubrimiento esté en perfecto estado, sin mezclarse con el terreno.

-Garantizar la rigidez adecuada (más que el terreno) de la superficie inferior para que por un lado la superficie de apoyo de la cimentación sea homogénea y, por otro, los separadores apoyen sobre una superficie dura sin “clavarse”.

-Provocar una superficie homogénea y nivelada, algo más horizontal y uniforme que la superficie que resulta de la excavación.

6.2.2 Ejecución de zapatas y vigas de atado

Como base de anclaje para los pilares y elemento que trasmite las tensiones de éstos al terreno, se colocan las zapatas. Al tener distintos tipos de pilares, se han generado distintas configuraciones de zapata. Hemos reducido todos estos tipos a solamente tres, sobredimensionando el resto (es decir, poniéndonos del lado de la seguridad). Los modelos de zapata utilizados son los siguientes:

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	kg B500S
Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5	41,8
Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	137,28
Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	40,7

Tabla 6. Zapatas. Características

Uniendo las zapatas entre sí formando un perímetro rectangular tenemos las riostras o vigas de atado. Formadas por hormigón armado, su función es absorber las acciones horizontales que pueden recibir los cimientos bien de la estructura o bien del propio terreno, evitando el desplazamiento horizontal relativo entre ellos. En este proyecto se tienen dos tipos de vigas de atado:

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	kg B500S
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	26
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	35,3

Tabla 7. Vigas de atado. Características

6.2.3 Solera

Como pavimento de la nave se colocará una solera de hormigón armado, con malla de acero en ambas direcciones de 20cmx20cm y 5cm de diámetro. El espesor será de 15 cm, y se colocará directamente sobre los 15 cm de zahorra artificial. El tipo de hormigón a utilizar será HA-25/B/20/IIa.

6.3 Cerramientos

6.3.1 Cerramiento de cubierta

El cerramiento de cubierta se realiza mediante panel multicapa de chapas de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y un alma de espuma de poliuretano. Mediante la inclinación propia del panel y los nervios se realiza la correcta evacuación de aguas pluviales hacia el canalón, y optamos por un alma aislante debido al clima generalmente frío y lluvioso de la provincia de Lugo.

La cubierta se apoya sobre correas de perfil C conformado en frío (como puede apreciarse en el detalle 1 del plano 9) y la unión entre estos dos elementos se realiza mediante tornillos de diámetros 6.5 y 4.2 mm.

Con el fin de conseguir que parte de la iluminación de la nave sea luz natural, sobre cada faldón de la cubierta se han colocado cinco lucernarios de 12 m x 2 m de placas de poliéster reforzada con fibra de vidrio y de espesor 0.9 mm.

Para conseguir una ventilación natural, se ha colocado en la cumbre un ventilador estático de 40 m x 1.3 m, diseñado de tal forma que no pueda dejar paso a insectos, residuos que pueda transportar el viento o agua de lluvia.

6.3.2 Cerramiento de fachada

Se ha optado por el uso de panel sándwich en los cerramientos exteriores. Se trata de un panel aislante formado por dos chapas lisas de acero galvanizado y entre ellas un alma de poliuretano que actúa como aislante térmico. Se ha decidido esta solución debido a la mayor simplicidad estructural y mayor protección contra la lluvia, ya que si se hubiera optado por usar hormigón habría que solucionar los problemas de porosidad y filtrado de agua.

6.3.3 Lucernarios

Se colocarán 10 lucernarios en los faldones de cubierta de 12 m x 2 m para aprovechar la luz natural y reducir la sensación de agobio de clientes y trabajadores.

6.3.4 Acristalamientos

Tanto las ventanas de fachada lateral como las puertas y cristaleras de la fachada frontal están formadas por un vidrio doble con aislante intermedio, debido a la necesidad de mantener la temperatura de la nave, dadas las condiciones de clima frío de la provincia de Lugo. Todas las puertas y ventanas dispondrán de marcos de aluminio.

6.3.5 Puertas traseras

Las puertas destinadas a la entrada de vehículos y mercancía se realizarán mediante chapa de acero galvanizado, del mismo material que el cerramiento de fachada, ya que es de mayor facilidad constructiva.

6.3.6 Canalón y bajante

Para la correcta evacuación de aguas se ha dispuesto un canalón rectangular de 20x80x15 cm, de chapa de acero galvanizado, así como las bajantes, formadas por perfil tubular del mismo material de diámetro 100 mm. El canalón tiene esta anchura, mayor de lo habitual, debido al clima lluvioso de la provincia de Lugo.

6.4 Estructura

Se ha proyectado una nave a base de pórticos a dos aguas, una de las tipologías básicas de este tipo de construcciones. El acero utilizado en los perfiles IPE de la estructura es el S275JR obtenido mediante laminación en caliente, con capa de imprimación antioxidante. Su límite elástico es 275 MPa, coeficiente de Poisson de 0.3 y módulo de elasticidad de 210 GPa.

Para las correas se ha utilizado acero S235JR conformado en frío.

Para el cálculo se ha utilizado un modelo idealizado de barras y nudos rígidos, y se ha utilizado el programa CYPE (versión 2014, licencia de la Universidad Politécnica de Valencia) para resolverlo, mediante la consideración de un comportamiento elástico y lineal.

Los elementos principales de este tipo de edificios son los siguientes:

- Pórticos de fachada
- Pórticos interiores
- Arriostramiento de cubierta: Viga contra viento (VCV)
- Arriostramiento de fachada: Cruz de san Andrés (CSA)
- Viga perimetral
- Correas

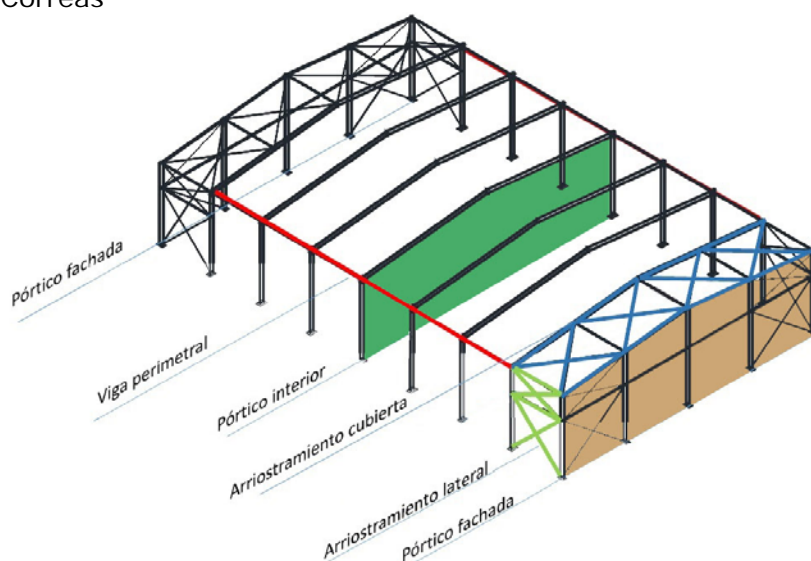


Fig 2: Vista general 3D

6.4.1 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada está formado por siete pilares de fachada separados 5 m entre sí sobre los cuales descansa la jácena. La luz es de 30 m.

La altura de los pilares exteriores es de 7.29 m, mientras que la altura de cumbrera referida al eje es de 8.585 m, lo que hace que la jácena forme un ángulo con la horizontal de 5.3° , es decir, una pendiente del 8.67%. A la hora de modelar, los pilares se han considerado empotrados en la base y apoyados en la cabeza.

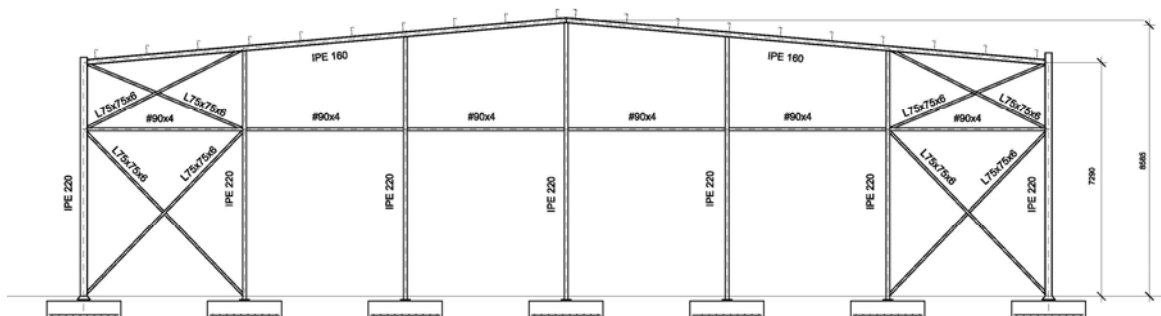


Fig 3: Pórtico de fachada

El pórtico de fachada se arriostra mediante dos diagonales en ambos extremos, y montantes entre los pilares, a una altura aproximadamente igual a la separación entre ellos.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos del pórtico de fachada son:

- Jácena: IPE 160
- Pilares de fachada: IPE 220
- Montantes: #90x4
- Diagonales: L75x75x6

6.4.2 Pórtico interior

Los pórticos interiores están formados por dos pilares separados por una luz de 30m sobre los cuales se sostiene la jácena. Hay un total de 9 pórticos interiores.

En la unión de los pilares con la jácena se han colocado cartelas para aportar rigidez al conjunto, ya que de no estar presentes toda la sección del perfil del pilar debería aumentarse, incrementando su peso, y por tanto el precio aumentaría y sería más difícil de trabajar en obra.

Los pilares tienen una altura de 7 m y la altura de cumbrera es de 8.39 m, lo que crea una pendiente del 8.67%. A la hora de modelar, los pilares se han considerado empotrados en la base y apoyados en la cabeza.

El material de todos los perfiles utilizados en el pórtico interior es acero S275JR obtenido mediante laminación en caliente, con capa de imprimación antioxidante.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos del pórtico de fachada son:

-Jácena: IPE 550

-Pilares de fachada: IPE 600

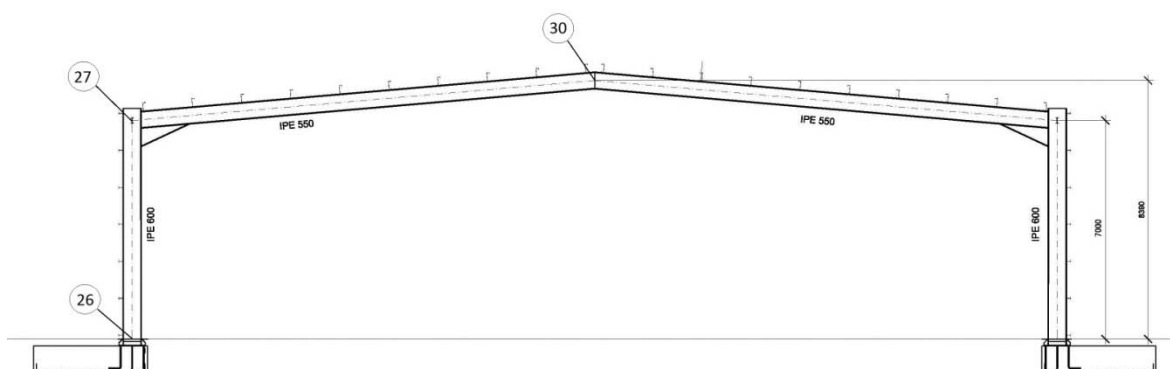


Fig 4: Pórtico interior

6.4.3 Viga contra viento

La viga contra viento es una estructura triangulada de barras que se sitúan en el faldón entre el pórtico de fachada y el pórtico interior inmediatamente consecutivo.

La configuración de este entramado es de tipo Pratt, como la mostrada en la figura:

(Se han indicado con una flecha la acción del viento en los nudos de la celosía)

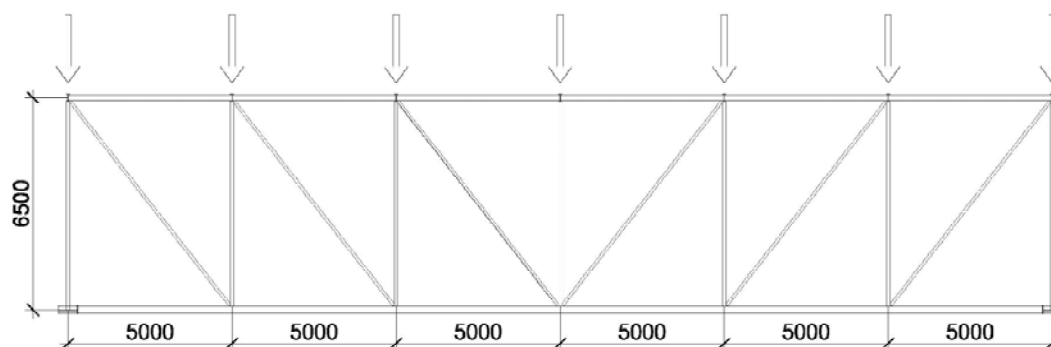


Fig 4: Viga tipo Pratt

La función de la viga contra viento (VCV) dentro del sistema contra viento (SCV) es la de transmitir las acciones del viento a las cruces de San Andrés (CSA), explicadas en el siguiente punto, cuyos nudos extremos coinciden con los de la viga contra viento.

Este tipo de vigas están formadas por dos elementos: montantes (marca 1 en figura) y diagonales (marca 2 en figura). Ante la acción del viento en la dirección indicada en la figura los montantes trabajan a compresión, mientras que las diagonales lo hacen a tracción. Para que esta viga pueda responder a la acción del viento en dirección opuesta, se duplican las diagonales.

Los montantes se sitúan a la misma altura que los pilares del pórtico de fachada, siendo por tanto la distancia entre ellos de 5 m, y su longitud es igual a la crujía de la nave, es decir, 6.5 m.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos la viga contra viento son:

-Montantes: #100x3

-Diagonales: L75x75x6

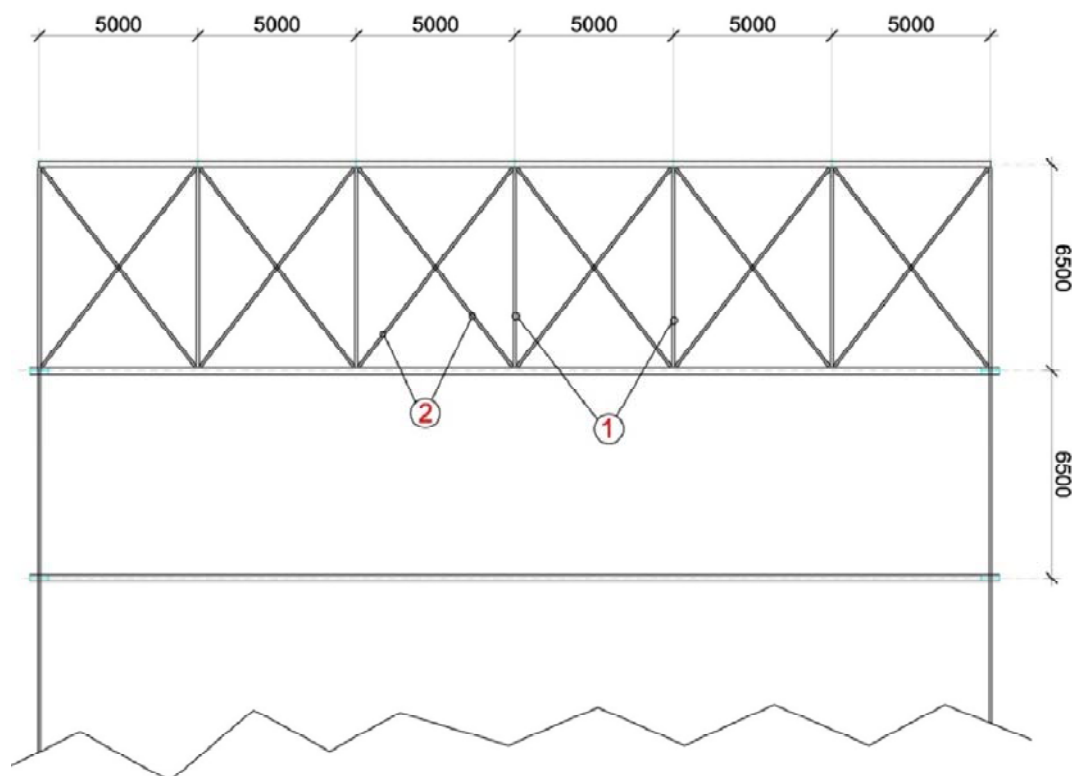


Fig 5: Viga contra viento

6.4.4 Cruz de San Andrés

La cruz de San Andrés es un elemento de arriostramiento que se coloca en la fachada lateral entre el pórtico de fachada y el pórtico interior consecutivo. Forma parte del sistema contra viento, y es la encargada de transmitir los esfuerzos desde

la viga contra viento hasta la cimentación, a través de los pilares y un conjunto de montantes (1) y diagonales (2).

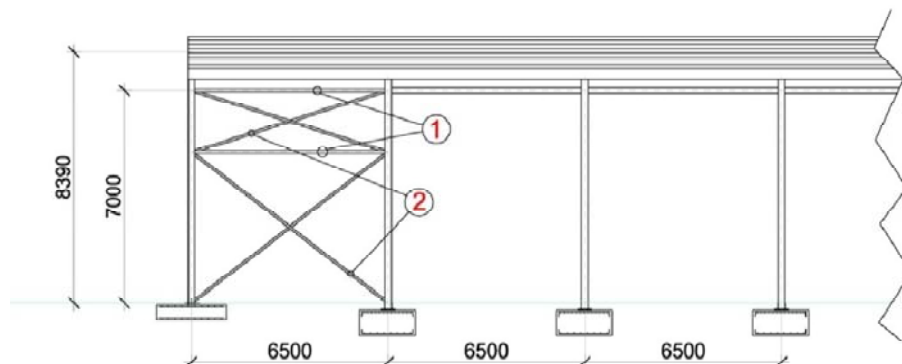


Fig 6: Arriostramiento lateral

Los montantes tienen como longitud la separación entre pórticos, 6.5 m.

Las diagonales trabajan a tracción y son las encargadas de transmitir los esfuerzos a la base del pilar. Estas diagonales se duplican, al igual que en la VCV, por las mismas razones, poder responder ante el viento de una dirección en ambos sentidos.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos de la cruz de San Andrés son:

- Montantes: #100x3
- Diagonales: L75x75x6

6.4.5 Viga perimetral

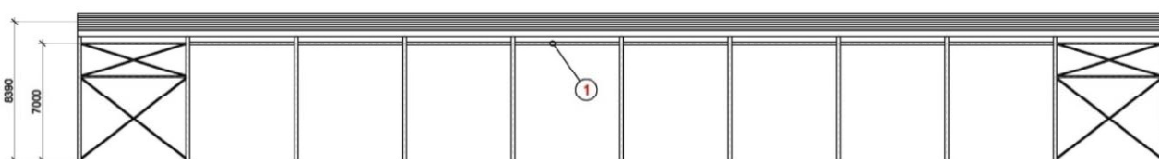


Fig 6: Viga perimetral

Este perfil (marca 1 en la imagen) une las cabezas de todos los pilares de pórticos interiores, y garantiza el arriostramiento de éstos en el plano perpendicular al pórtico. Por tanto los pilares se pueden considerar apoyados en la cabeza y empotrados en la base. Si no se dispusiera este elemento, los pilares se comportarían como un voladizo, facilitando el pandeo. Esto requeriría secciones más grandes, lo que incrementaría el coste.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que el perfil necesario para la viga perimetral es un IPE180.

6.4.6 Correas

Las correas son las encargadas de sujetar la cubierta. Estas tienen la misma longitud que los faldones (65 m, longitud total de la nave) y se colocan sobre las jácenas, de forma perpendicular al plano del pórtico.

A diferencia del resto de la estructura, las correas son de acero conformado en frío.

El perfil utilizado es de tipo CF, y la orientación es fundamental, ya que influye en la correcta transmisión de cargas a las jácenas. La parte abierta del perfil debe estar apuntando a la cumbre de la nave.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que el perfil necesario para las correas es un CF 275x2.5.

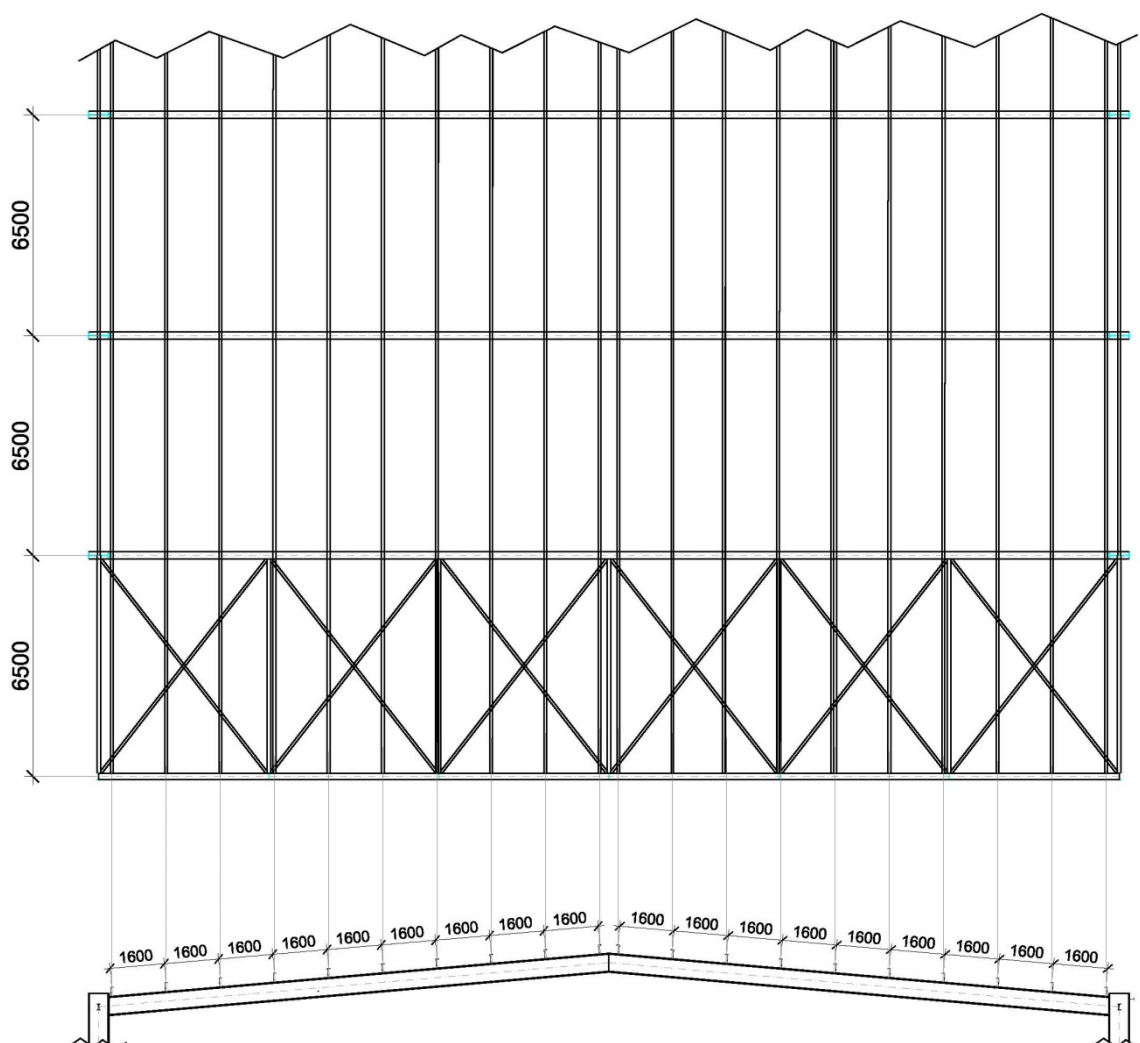


Fig 5: Viga contra viento

6.5 Materiales

6.5.1 Acero

Acero S275JR laminado en caliente:

Perfiles IPE, perfil tubular cuadrado, perfil en ángulo de lados iguales y placas de anclaje:

PERFIL	Unid	Long m	kg/m	PESO kg
IPE 220				
Pilares 1A,1G,11A,11G	4	7	26,2184	734,12
Pilares 1B,1F,11B,11F	4	7,433	26,2184	779,53
Pilares 1C,1E,11C,11E	4	7,867	26,2184	825,04
Pilares 1D,11D	2	8,3	26,2184	435,23
IPE 600				
Pilares pórticos interiores (2A-10A, 2G-10G)	18	7	122,46	15429,96
IPE 160				
Jácena pórticos fachada	4	15,056	15,7784	950,24
IPE 550				
Jácena pórticos interiores	18	15,056	110,253	29879,45
IPE 140				
Correas laterales	14	65	12,9	11739
Correas frontales	14	30	12,9	5418
IPE 180				
Viga perimetral	16	6,5	18,7615	1951,20
L75x75x6				
Diagonales inferiores pórtico fachada	8	7,071	6,8528	387,65
Diagonales superiores pórtico fachada	8	5,17	6,8528	283,43
Diagonales CSA superiores	8	6,6	6,8528	361,83
Diagonales CSA inferiores	8	8,201	6,8528	449,60
Diagonales SCV faldones	24	8,212	6,8528	1350,60
#90x4				
Montantes pórtico fachada	12	5	10,36	621,6
#100x3				
Montantes CSA	4	6,5	8,8676	230,56
Montantes SCV	14	6,5	8,8676	806,95

PLACA ANCLAJE	Unid	m ³	kg/m ³	PESO kg
Placa A 25x35x1,4cm	4	0,001225	7850	38,47
Placa B 30x40x2,2 cm	10	0,00264	7850	207,24
Placa C 45x85x3,8cm	18	0,014535	7850	2053,80

TOTAL kg ACERO S 275 JR	74933,47
--------------------------------	-----------------

Tabla 8. Cantidad de acero S 275 JR

Acero S235 conformado en frío

Correas para sujeción de cubierta, perfil abierto conformado en frío:

PERFIL	Unidades	Longitud (m)	Peso Lineal (Kg/m)	PESO kg
CF 275x2.5				
Correas de sujeción	20	65	9,81	12753

TOTAL kg ACERO S 235 JR	12753
--------------------------------	--------------

Tabla 9. Cantidad de acero S 235 JR

Acero corrugado B500S

Acero corrugado para barras de armado de zapatas, riostras y pernos para las placas de anclaje:

DESCRIPCIÓN	kg/unidad	Cantidad	PESO kg
Acero B500S armado zapata tipo A	41,8	10	418
Acero B500S armado zapata tipo C	137,28	18	2471,04
Acero B500S armado zapata tipo B	40,7	4	162,8
Acero B500S armado riostra tipo A	26	12	312
Acero B500S armado riostra tipo B	35,3	20	706

TOTAL kg B 500 S ZAPATAS+RIOSTRAS	4069,84
------------------------------------------	----------------

DESCRIPCIÓN	Long m	kg/m	Nºpernos	Nºplacas	PESO kg
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo A (Ø16)	0,55	1,58	4	4	10,65
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo B (Ø16)	0,41	1,58	6	10	38,87
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo C (Ø32)	1,04	6,31	8	18	944,99

TOTAL kg B 500 S PERNOS PLACAS ANCLAJE	994,50
-----------------------------------------------	---------------

TOTAL kg ACERO CORRUGADO B 500 S	5064,34
-----------------------------------------	----------------

Tabla 10. Cantidad de acero B500S

6.5.2 Hormigón

Hormigón de limpieza

Previamente al hormigón de cimentación, se coloca una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza, en la base de las zapatas y las vigas riostras. Por tanto el volumen total de hormigón de limpieza será el área en planta de estos elementos multiplicado por el espesor.

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	Vol m ³
Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,1	5,290
Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,1	12,321
Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,1	1,681
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,1	1,406
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,1	3,640

Volumen total	24,338
----------------------	---------------

Tabla 11. Cantidad de HL-150

Por tanto tenemos un total de 24.338 m³ de hormigón de limpieza HL-150/P/20.

Hormigón HA-25/B/20/Ila

Este tipo de hormigón ha sido utilizado en diversos elementos del proyecto:

-Solera: Para la solera se ha colocado una capa de 15 cm de espesor sobre una base de zahorra, cubriendo toda la superficie interior al cerramiento prevista para la nave (65.2 m x 31 m).

-Zapatas: Volumen total de ambos tipos de zapatas presentes en la estructura.

-Vigas de atado (riostras): Volumen total de ambos tipos de riostras presentes en la estructura.

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	Vol m ³
Solera	1	65,2	31	0,15	303,18
Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5	26,45
Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	104,73
Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	10,086
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	5,63
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	14,56

Volumen total	464,63
----------------------	---------------

Tabla 11. Cantidad de HA-25

Por tanto tenemos un total de 464.63 m³ de hormigón armado HA-25/B/20/Ila.

7 PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material es de 455.076,23 euros.

Añadiéndole el 6% de Beneficio Industrial, la cifra asciende a 482.380,80 euros, y aplicando el IVA del 21%, la suma asciende a 583.680,77 euros.

El Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Esto nos da un precio por unidad de superficie en planta de 299,32 €/m².

1.2 ANEXOS

ANEXO I. MEMORIA DE CÁLCULO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 1 MODELO ESTRUCTURAL
- 2 MATERIALES
- 3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO
- 4 ESTRUCTURA METÁLICA
 - 4.1 Pórtico de fachada
 - 4.2 Pórtico interior
 - 4.3 Viga contra viento
 - 4.4 Arriostramiento de fachada lateral
 - 4.5 Viga perimetral
 - 4.6 Correas
 - 4.7 Placas de anclaje
- 5 CIMENTACIONES

ANEXO CÁLCULOS

1 MODELO ESTRUCTURAL

La presente estructura ha sido modelada como una idealización de barras y nudos. El cálculo de dicha estructura se ha realizado con el programa CYPE, versión de 2012 con licencia electrónica proporcionada por la Universidad Politécnica de Valencia. Concretamente, de los módulos que este programa presenta, se han utilizado dos: el Generador de Pórticos y Nuevo Metal 3D. El primero ayuda a la introducción de los datos que facilitan la definición de la estructura y las cargas, mientras que el segundo es el encargado de calcular la estructura.

El programa realiza el análisis de solicitaciones mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas, muros, forjados...

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral) y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

2 MATERIALES

2.1 Acero

2.1.1 Acero S 235 JR

Correas para sujeción de cubierta, perfil abierto conformado en frío.

PERFIL	Unid	Longitud m	kg/m	PESO kg
CF 275x2.5				
Correas de sujeción	22	65	9,81	12753

TOTAL kg ACERO S 235 JR	12753
--------------------------------	--------------

Tabla 1. Cantidad de acero S 235 JR

2.1.2 Acero S 275 JR

2.1.3 2.1.2 Acero S 275 JR:

Este tipo de acero, laminado en caliente se ha utilizado para todos los elementos de la estructura metálica a excepción de las correas: perfiles IPE, perfil tubular cuadrado, perfil en ángulo de lados iguales y placas de anclaje:

PERFIL	Unid	Long m	kg/m	PESO kg
IPE 220				
Pilares 1A,1G,11A,11G	4	7	26,2184	734,12
Pilares 1B,1F,11B,11F	4	7,433	26,2184	779,53
Pilares 1C,1E,11C,11E	4	7,867	26,2184	825,04
Pilares 1D,11D	2	8,3	26,2184	435,23
IPE 600				
Pilares pórticos interiores (2A-10A, 2G-10G)	18	7	122,46	15429,96
IPE 160				
Jácena pórticos fachada	4	15,056	15,7784	950,24
IPE 550				
Jácena pórticos interiores	18	15,056	110,253	29879,45
IPE 140				
Correas laterales	14	65	12,9	11739
Correas frontales	14	30	12,9	5418
IPE 180				
Viga perimetral	16	6,5	18,7615	1951,20
L75x75x6				
Diagonales inferiores pórtico fachada	8	7,071	6,8528	387,65
Diagonales superiores pórtico fachada	8	5,17	6,8528	283,43
Diagonales CSA superiores	8	6,6	6,8528	361,83
Diagonales CSA inferiores	8	8,201	6,8528	449,60
Diagonales SCV faldones	24	8,212	6,8528	1350,60
#90x4				
Montantes pórtico fachada	12	5	10,36	621,6
#100x3				
Montantes CSA	4	6,5	8,8676	230,56
Montantes SCV	14	6,5	8,8676	806,95

PLACA ANCLAJE	Unid	m ³	kg/m ³	PESO kg
Placa A 25x35x1,4cm	4	0,001225	7850	38,47
Placa B 30x40x2,2 cm	10	0,00264	7850	207,24
Placa C 45x85x3,8cm	18	0,014535	7850	2053,80

TOTAL kg ACERO S 275 JR	74933,47
--------------------------------	-----------------

Tabla 2. Cantidad de acero S 275 JR

2.1.4 Acero B 500S

Acero corrugado para barras de armado de zapatas, riostras y pernos para las placas de anclaje:

DESCRIPCIÓN	kg/unidad	Cantidad	PESO kg
Acero B500S armado zapata tipo A	41,8	10	418
Acero B500S armado zapata tipo C	137,28	18	2471,04
Acero B500S armado zapata tipo B	40,7	4	162,8
Acero B500S armado riostra tipo A	26	12	312
Acero B500S armado riostra tipo B	35,3	20	706

TOTAL kg B 500 S ZAPATAS+RIOSTRAS	4069,84
------------------------------------------	----------------

DESCRIPCIÓN	Long m	kg/m	Nºpernos	Nºplacas	PESO kg
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo A (Ø14)	0,55	1,21	4	4	10,65
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo B (Ø16)	0,41	1,58	6	10	38,87
Acero B500S Pernos placa anclaje tipo C (Ø32)	1,04	6,31	8	18	944,99

TOTAL kg B500S PERNOS PLACAS ANCLAJE	994,50
---------------------------------------------	---------------

TOTAL kg ACERO CORRUGADO B500S	5064,34
---------------------------------------	----------------

Tabla 3. Cantidad de acero B500S

2.2 Hormigón

2.2.1 Hormigón HL-150/P/20

Previamente al hormigón de cimentación, se coloca una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza, en la base de las zapatas y las vigas riostras. Por tanto el volumen total de hormigón de limpieza será el área en planta de estos elementos multiplicado por el espesor.

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	Vol m ³
Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,1	5,290
Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,1	12,321
Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,1	1,681
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,1	1,406
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,1	3,640

Volumen total	24,338
----------------------	---------------

Tabla 4. Cantidad de HL-150

Por tanto tenemos un total de 24.338 m³ de hormigón de limpieza HL-150/P/20.

2.2.2 Hormigón HA-25/B/20/IIa

Este tipo de hormigón ha sido utilizado en diversos elementos del proyecto:

-Solera: Para la solera se ha colocado una capa de 15 cm de espesor sobre una base de zahorra, cubriendo toda la superficie interior al cerramiento prevista para la nave (65.2 m x 31 m).

-Zapatatas: Volumen total de ambos tipos de zapatas presentes en la estructura.

-Vigas de atado (riostras): Volumen total de ambos tipos de riostras presentes en la estructura.

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	Vol m ³
Solera	1	65,2	31	0,15	303,18
Zapatatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5	26,45
Zapatatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	104,73
Zapatatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	10,086
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	5,63
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	14,56

Volumen total	464,63
----------------------	---------------

Por tanto tenemos un total de 464.63 m³ de hormigón armado HA-25/B/20/IIa.

3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Para la consideración de acciones sobre el edificio se aplicará el Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, el cual aprueba el Código Técnico de la Edificación, concretamente el DB SE- AE de Acciones en la Edificación, un documento básico que permite determinar las acciones actuantes sobre los distintos tipos de estructuras.

Las acciones se dividen en acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales. En este trabajo nos ocupamos de las dos primeras:

3.1 ACCIONES PERMANENTES (G):

Estas acciones actúan en todo instante de tiempo sobre el edificio, y no modifican su posición.

En el cálculo de las acciones de un edificio industrial se tienen las acciones debidas al peso propio del edificio, la cual tiene un valor constante (G), y acciones reológicas en el dimensionado de las cimentaciones, donde tienen lugar los fenómenos de retracción, fluencia y relajación, de valor no constante (G*). Para estas últimas consideraremos que para evitarlas se han tomado las medidas pertinentes en la preparación y puesta en obra.

3.1.1 Peso propio del edificio:

Para introducir las acciones debidas al peso propio del edificio se debe considerar lo siguiente:

-Peso propio de los elementos estructurales: este peso se calcula a partir de las dimensiones nominales y densidad de los materiales empleados. Para los edificios industriales de estructura metálica de pórticos a dos aguas con luces de 20-30 m, como es nuestro caso, se puede aproximar el peso propio de la estructura a $G = (\text{Luz del pórtico}/100) \text{ kN/m}^2$.

-Peso por unidad de superficie de los cerramientos laterales y de cubierta.

-Peso de las correas sobre las que se instala la cubierta. Para su cálculo se tendrá en cuenta la densidad del material y la geometría utilizados.

3.2 ACCIONES VARIABLES

Estas acciones pueden o no actuar en todo instante de tiempo sobre el edificio, y su valor depende del momento en el que se realice su medida. En este trabajo se estudiarán las debidas a las sobrecargas de uso y las condiciones climáticas de viento y nieve.

3.2.1 Sobrecarga de uso:

Sobrecargas de cerramiento correspondientes a una cubierta ligera. Esta carga se corresponde con la sobrecarga debida al mantenimiento. Esta sobrecarga no se considerará concomitante con el resto de las acciones variables.

3.2.2 Viento:

Las fuerzas debidas a la acción del viento sobre un edificio dependen de la forma y dimensiones de dicha construcción, las características de su superficie y la intensidad, dirección y racheo del viento.

Para el cálculo de la estructura ante la acción del viento bastará con considerar dos direcciones ortogonales entre sí.

La acción del viento es una fuerza perpendicular a la superficie de incidencia, y depende de tres factores: el emplazamiento geográfico de la nave, la altura en el punto deseado y la forma y orientación de la superficie respecto al viento incidente

3.2.3 Nieve

La nieve puede producir una carga que actúa directamente sobre la estructura. Esta carga depende de: el clima del lugar, tipo de precipitación, relieve del entorno, forma de la cubierta empleada y los efectos del viento.

4 ESTRUCTURA METÁLICA

4.1 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada está formado por siete pilares de fachada separados 5 m entre sí sobre los cuales descansa la jácena. La luz es de 30 m.

La altura de los pilares exteriores es de 7.29 m, mientras que la altura de cumbrera es de 8.585 m, lo que hace que la jácena forme un ángulo con la horizontal de 5.3° , es decir, una pendiente del 8.67%. A la hora de modelar, los pilares se han considerado empotrados en la base y apoyados en la cabeza.

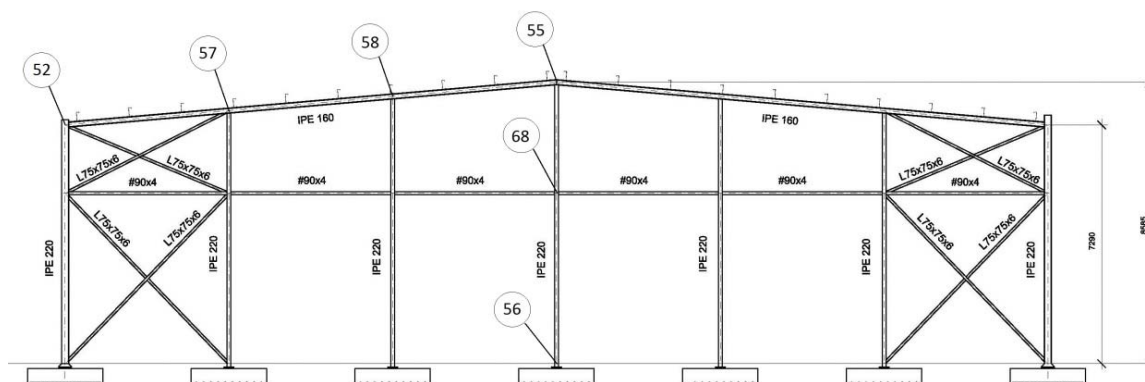


Figura 1. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada se arriostra mediante dos diagonales en ambos extremos, y montantes entre los pilares, a una altura aproximadamente igual a la separación entre ellos.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos del pórtico de fachada son:

- Jácena: IPE 160
- Pilares de fachada: IPE 220
- Montantes: #90x4
- Diagonales: L75x75x6

Para el cálculo se ha tomado el pilar central por ser el más desfavorable, y la mitad izquierda de la jácena. La numeración de la imagen se corresponde a las referencias que proporciona CYPE a la hora de nombrar los distintos elementos a comprobar.

A continuación se exponen los listados de cálculo:

4.1.1 Pilar

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_v: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N56/N68	N56/N55	IPE 220 (IPE)	5.000	0.70	0.98	-	-
		N68/N55	N56/N55	IPE 220 (IPE)	3.300	1.00	1.48	-	-
Notación: <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i>									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N56/N55

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
Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>I_t: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i>									

2.- CARGAS

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
N56/N68	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N68	Peso propio	Uniforme	1.276	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N68	V(0°) H1	Uniforme	2.681	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(0°) H1	Uniforme	0.504	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(0°) H2	Uniforme	2.681	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(0°) H2	Uniforme	0.504	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(90°) H1	Uniforme	1.308	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(90°) H2	Uniforme	1.308	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(180°) H1	Uniforme	2.681	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(180°) H1	Uniforme	0.504	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(180°) H2	Uniforme	2.681	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(180°) H2	Uniforme	0.504	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N56/N68	V(270°) H1	Uniforme	3.051	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N56/N68	V(270°) H2	Uniforme	3.051	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N68/N55	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N68/N55	Peso propio	Faja	1.276	-	0.000	2.867	Globales	0.000	0.000	-1.000
N68/N55	Peso propio	Triangular Izq.	1.276	-	2.867	3.300	Globales	0.000	0.000	-1.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	2.681	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	2.250	-	2.867	3.056	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	1.482	-	3.056	3.161	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	0.558	-	3.161	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	0.504	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H1	Faja	0.191	-	2.867	3.162	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H2	Faja	2.681	-	0.000	2.867	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
N68/N55	V(0°) H2	Faja	2.250	-	2.867	3.056	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H2	Faja	1.482	-	3.056	3.161	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H2	Faja	0.558	-	3.161	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H2	Faja	0.504	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(0°) H2	Faja	0.191	-	2.867	3.162	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(90°) H1	Faja	1.308	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(90°) H1	Triangular Izq.	1.308	-	2.867	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(90°) H2	Faja	1.308	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(90°) H2	Triangular Izq.	1.308	-	2.867	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	2.681	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	2.250	-	2.867	3.056	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	1.482	-	3.056	3.161	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	0.558	-	3.161	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	0.504	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H1	Faja	0.191	-	2.867	3.162	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	2.681	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	2.250	-	2.867	3.056	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	1.482	-	3.056	3.161	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	0.558	-	3.161	3.300	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	0.504	-	0.000	2.867	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(180°) H2	Faja	0.191	-	2.867	3.162	Globales	1.000	0.000	0.000
N68/N55	V(270°) H1	Faja	3.051	-	0.000	2.867	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N68/N55	V(270°) H1	Triangular Izq.	3.051	-	2.867	3.300	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N68/N55	V(270°) H2	Faja	3.051	-	0.000	2.867	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N68/N55	V(270°) H2	Triangular Izq.	3.051	-	2.867	3.300	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

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	
N56/N68	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-9.903
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183

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	0.00
		My	1.52	1.40	1.29	1.17	1.06	0.95	0.83	0.72	0.60	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q	N	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	1.65	1.52	1.40	1.28	1.15	1.03	0.90	0.78	0.66	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H1	N	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	
		Vy	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	
		Vz	-	-	-	-	-8.672	-6.682	-4.692	-2.701	-0.711	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-28.47	-18.70	-10.17	-2.88	3.16	7.96	11.51	13.82	14.89	
		Mz	0.07	0.05	0.03	0.01	-0.01	-0.04	-0.06	-0.08	-0.10	
	V(0°) H2	N	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	
		Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		Vz	-	-	-	-	-8.823	-6.833	-4.843	-2.852	-0.862	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-29.72	-19.86	-11.23	-3.85	2.29	7.18	10.83	13.23	14.39	
		Mz	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	
	V(90°) H1	N	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-6.791	-5.974	-5.157	-4.339	-3.522	-2.705	-1.888	-1.071	-0.253	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My		-11.37	-7.38	-3.90	-0.93	1.52	3.47	4.90	5.83	6.24		
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
V(90°) H2	N	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-6.963	-6.146	-5.329	-4.511	-3.694	-2.877	-2.060	-1.242	-0.425		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-12.80	-8.70	-5.11	-2.04	0.53	2.58	4.12	5.15	5.68		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
V(180°) H1	N	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377		
	Vy	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034		
	Vz	-	-	-	-	-8.672	-6.682	-4.692	-2.701	-0.711		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-28.47	-18.70	-10.17	-2.88	3.16	7.96	11.51	13.82	14.89		
	Mz	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.04	0.06	0.08	0.10		
V(180°) H2	N	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504		
	Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007		
	Vz	-	-	-	-	-8.823	-6.833	-4.843	-2.852	-0.862		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-29.72	-19.86	-11.23	-3.85	2.29	7.18	10.83	13.23	14.39		
	Mz	-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	0.625 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	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	15.830	13.923	12.016	10.109	8.202	6.295	4.389	2.482	0.575
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	26.39	17.09	8.99	2.07	-3.65	-8.18	-11.52	-13.67	-14.62
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H2	N	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	15.785	13.878	11.971	10.064	8.157	6.251	4.344	2.437	0.530
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	26.02	16.75	8.67	1.78	-3.91	-8.41	-11.72	-13.84	-14.77
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
		Vz	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.68	2.48	2.28	2.08	1.88	1.67	1.47	1.27	1.07
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N(R) 1	N	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	
	Vy	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	
	Vz	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	2.01	1.86	1.71	1.56	1.41	1.26	1.10	0.95	0.80	
	Mz	0.05	0.03	0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06	-0.08	-0.10	
N(R) 2	N	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	
	Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	
	Vz	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	2.01	1.86	1.71	1.56	1.41	1.26	1.10	0.95	0.80	
	Mz	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	

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
N68/N55	Peso propio	N	-9.395	-8.763	-8.130	-7.497	-6.865	-6.232	-5.600	-4.968	-4.611
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.60	0.53	0.45	0.38	0.30	0.23	0.15	0.08	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753	-6.753
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.66	0.57	0.49	0.41	0.33	0.25	0.16	0.08	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	N	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376	-8.376

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
		Vy	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030
		Vz	-0.711	0.603	1.916	3.230	4.544	5.857	7.171	8.469	9.134
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	14.89	14.91	14.39	13.33	11.73	9.58	6.90	3.67	0.00
		Mz	-0.10	-0.09	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00
	V(0°) H2	N	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505	-2.505
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	-0.862	0.452	1.765	3.079	4.393	5.706	7.020	8.318	8.983
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	14.39	14.48	14.02	13.02	11.48	9.40	6.77	3.61	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141	-5.141
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.253	0.286	0.825	1.365	1.904	2.444	2.983	3.522	3.778
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	6.24	6.24	6.01	5.56	4.88	3.98	2.87	1.52	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H2	N	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.425	0.114	0.654	1.193	1.732	2.272	2.811	3.350	3.607
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	5.68	5.74	5.58	5.20	4.60	3.77	2.72	1.45	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	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377	-8.377
Vy		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	
Vz		-0.711	0.603	1.916	3.230	4.544	5.857	7.171	8.469	9.134	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		14.89	14.91	14.39	13.33	11.73	9.58	6.90	3.67	0.00	
Mz		0.10	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	
V(180°) H2	N	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	-2.504	
	Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Vz	-0.862	0.452	1.765	3.079	4.393	5.706	7.020	8.318	8.983	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	14.39	14.48	14.02	13.02	11.48	9.40	6.77	3.61	0.00	
	Mz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	18.024	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.575	-0.684	-1.942	-3.201	-4.459	-5.718	-6.977	-8.234	-8.833	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-14.62	-14.60	-14.06	-13.00	-11.42	-9.32	-6.70	-3.56	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H2	N	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	18.051	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.530	-0.729	-1.987	-3.246	-4.504	-5.763	-7.021	-8.278	-8.877	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-14.77	-14.73	-14.17	-13.09	-11.49	-9.37	-6.74	-3.58	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	0.413 m	0.825 m	1.238 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.888 m	3.300 m												
	N(EI)	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.07	0.93	0.80	0.67	0.53	0.40	0.27	0.13	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	-8.249	
		Vy	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030
		Vz	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.10	-0.09	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	-8.251	
		Vy	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
		Vz	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
N56/N55	8.300	2.47	5.619	19.71	8.300	4.95	5.412	38.34
	8.300	L/(>1000)	5.619	L/421.1	8.300	L/(>1000)	5.619	L/421.1

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

Barra N56/N68

Perfil: IPE 220
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 220 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)	
Inicial	Final					
N56	N68	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.	
β		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.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{1.63} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

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

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{346.68} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{2392.88} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{346.68} \text{ kN}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{2772.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>204.90</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>9.07</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>22670.00</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>4.900</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>3.500</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>9.44</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>9.11</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.	i_z : <u>2.48</u> cm
	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:

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

34.17 ≤ 248.36 ✓

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:

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

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{19.15} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.182} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{47.76} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

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

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: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{261.74} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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.

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

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

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

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{2.07}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

λ̄: Esbeltez reducida.

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

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

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

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

$$N_{cr} : \underline{346.68} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{2392.88} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{346.68} \text{ kN}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.584} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{43.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{43.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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.

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

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)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.015} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(R)2$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(R)1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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.

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

$W_{pl,z}$: 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:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.128} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{25.03} \text{ kN}$$

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

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

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.98} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

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

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

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:

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

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 34.17

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

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

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

ε : Factor de reducción. 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)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.07 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \qquad V_{c,Rd}: \underline{325.19} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante. A_v : 21.51 cm²

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

Siendo:

A : rea de la sección bruta. A : 33.40 cm²

d : Altura del alma. d : 201.60 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.90 mm

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

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

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 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$25.03 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

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

V_{Ed} : 25.03 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.07 \text{ kN} \leq 162.59 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2.

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

V_{Ed} : 0.07 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:

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

$$\eta : \underline{0.603} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.347} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.264} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>17.81</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>43.37</u> kN·m
	M_{z,Ed} : <u>0.04</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>874.76</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>74.75</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>15.22</u> kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : <u>33.40</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>285.40</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>58.11</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.

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

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.10}$$

C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} : <u>0.55</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>0.88</u>
	χ_z : <u>0.30</u>

λ̄_y, λ̄_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00,	λ̄_y : <u>0.62</u>
-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------

en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

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

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

$$\alpha_y : \frac{0.60}{}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

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

$$25.03 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{25.03}{\text{ kN}}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{196.27}{\text{ kN}}$$

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 N68/N55

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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.53 ✓

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} : 389.97 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} : 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} : 389.97 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 : 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} : 3.300 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

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección

i_y : 9.11 cm

bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

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

$$i_z : \underline{2.48} \text{ cm}$$

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

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

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:

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

$$34.17 \leq 248.36 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{201.60} \text{ mm}$$

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

$$A_w : \underline{11.89} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{10.12} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{23.39} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.042} \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.127} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{36.72} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

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

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 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:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{288.47} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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.

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

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

$$\chi_z : \underline{0.33}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{0.74}$$

$$\phi_z : \underline{1.90}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

λ̄: Esbeltez reducida.

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

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

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.53}$$

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

$$N_{cr} : \underline{389.97} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{2392.88} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{389.97} \text{ kN}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.321} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{23.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N68, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{21.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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.

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.015} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N68, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(R)1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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.

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

$W_{pl,z}$: 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_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.072 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

V_{Ed} : 14.19 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 196.27 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

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

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:

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

34.17 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 34.17

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

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

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

ε : Factor de reducción.

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

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

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 $0.8 \cdot \text{PP} + 0.9 \cdot \text{V}(180^\circ)\text{H1} + 1.5 \cdot \text{N}(\text{R})2$.

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.07 \text{ kN}}$$

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

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

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

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.

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

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

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 1.35 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N68, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.35} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.07 \text{ kN} \leq 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N68, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{325.19} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.368} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.230} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.235} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N68, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{33.50} \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{23.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$
 $M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{74.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

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

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.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.16}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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. $\chi_y : \underline{0.88}$
 $\chi_z : \underline{0.33}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : \underline{0.62}$
 $\bar{\lambda}_z : \underline{1.53}$

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 en el nudo N68, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$1.35 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{1.35}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{196.27}{\quad} \text{ kN}$$

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.

4.1.2 Jácena

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11

ÍNDICE

3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N52/N57	N52/N55	IPE 160 (IPE)	5.019	0.00	1.00	-	-
		N57/N58	N52/N55	IPE 160 (IPE)	5.019	0.00	1.00	-	-
		N58/N55	N52/N55	IPE 160 (IPE)	5.019	0.00	1.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N52/N55

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 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.30	68.31	3.60
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N52/N57	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	Peso propio	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.019	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	Peso propio	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	Q	Uniforme	1.300	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	V(0°) H1	Faja	0.113	-	0.000	3.333	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H1	Trapezoidal	0.016	0.037	0.000	3.330	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H1	Faja	0.025	-	3.330	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H1	Faja	4.433	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(0°) H1	Faja	0.444	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(0°) H1	Faja	1.983	-	1.666	5.019	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(0°) H2	Faja	0.025	-	3.330	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H2	Trapezoidal	0.016	0.037	0.000	3.330	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H2	Faja	0.113	-	0.000	3.333	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(0°) H2	Faja	4.433	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(0°) H2	Faja	0.444	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(0°) H2	Faja	1.983	-	1.666	5.019	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(90°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N52/N57	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(90°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.094	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(180°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N52/N57	V(180°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N52/N57	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.094	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N52/N57	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N52/N57	V(270°) H1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(270°) H1	Faja	2.272	-	0.000	4.166	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(270°) H1	Faja	1.515	-	4.166	5.019	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N52/N57	V(270°) H2	Faja	2.272	-	0.000	4.166	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(270°) H2	Faja	1.515	-	4.166	5.019	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	V(270°) H2	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N52/N57	N(EI)	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	N(R) 1	Uniforme	1.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N57	N(R) 2	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	Peso propio	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.019	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	Peso propio	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	Q	Uniforme	1.300	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.150	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(0°) H1	Faja	1.983	-	0.000	3.312	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(0°) H1	Faja	0.567	-	3.312	5.019	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N57/N58	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.150	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(0°) H2	Faja	1.983	-	0.000	3.312	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(0°) H2	Faja	0.567	-	3.312	5.019	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(90°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N57/N58	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(90°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(180°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N57/N58	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.094	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.094	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N57/N58	V(180°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(270°) H1	Uniforme	1.515	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N57/N58	V(270°) H1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N57/N58	V(270°) H2	Uniforme	1.515	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	V(270°) H2	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N57/N58	N(EI)	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	N(R) 1	Uniforme	1.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	N(R) 2	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	Peso propio	Triangular Izq.	0.055	-	0.000	5.019	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	Peso propio	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	Q	Uniforme	1.300	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.150	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(0°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N58/N55	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.150	-	0.000	5.019	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
N58/N55	V(0°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(90°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N58/N55	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(90°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.056	-	0.000	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H1	Trapezoidal	0.010	0.040	0.000	3.413	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H1	Faja	0.047	-	0.000	3.415	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H1	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N58/N55	V(180°) H1	Faja	0.024	-	3.413	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H2	Faja	0.047	-	0.000	3.415	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H2	Trapezoidal	0.010	0.040	0.000	3.413	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H2	Faja	0.024	-	3.413	5.019	Globales	1.000	0.000	0.000
N58/N55	V(180°) H2	Uniforme	0.567	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N58/N55	V(270°) H1	Uniforme	1.515	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(270°) H1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.132	-	0.000	5.019	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N58/N55	V(270°) H2	Uniforme	1.515	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	V(270°) H2	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N58/N55	N(EI)	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	N(R) 1	Uniforme	1.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	N(R) 2	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
N52/N57	Peso propio	N	-0.191	-0.135	-0.098	-0.043	-0.007	0.048	0.083	0.137	0.172
		Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz	-1.670	-1.025	-0.598	0.038	0.458	1.082	1.496	2.110	2.516
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	1.00	1.41	1.62	1.49	0.91	0.27	-1.09	-2.25
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
Q	N	-0.223	-0.138	-0.082	0.003	0.059	0.143	0.200	0.284	0.341	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-2.565	-1.590	-0.940	0.035	0.685	1.660	2.310	3.285	3.935	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.04	1.53	2.16	2.50	2.32	1.44	0.44	-1.66	-3.47	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(0°) H1	N	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	
	Vy	-0.321	-0.222	-0.154	-0.050	0.022	0.133	0.154	0.173	0.186	
	Vz	7.769	4.097	1.650	-1.034	-2.029	-3.522	-4.517	-6.010	-7.006	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.16	-4.31	-5.75	-5.78	-5.01	-2.92	-0.91	3.06	6.32	
	Mz	-0.23	-0.02	0.07	0.15	0.16	0.10	0.03	-0.10	-0.19	
V(0°) H2	N	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	
	Vy	-0.321	-0.222	-0.154	-0.050	0.022	0.133	0.154	0.173	0.186	
	Vz	7.767	4.095	1.647	-1.036	-2.032	-3.525	-4.520	-6.013	-7.008	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.15	-4.32	-5.76	-5.78	-5.01	-2.92	-0.90	3.06	6.33	
	Mz	-0.23	-0.02	0.07	0.15	0.16	0.10	0.03	-0.10	-0.19	
V(90°) H1	N	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	
	Vy	-0.098	-0.059	-0.036	-0.008	0.008	0.026	0.034	0.042	0.043	
	Vz	-1.119	-0.693	-0.408	0.018	0.303	0.729	1.013	1.440	1.724	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.01	0.67	0.94	1.09	1.01	0.62	0.19	-0.74	-1.53	
	Mz	-0.06	-0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.02	-0.04	
V(90°) H2	N	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	
	Vy	-0.098	-0.059	-0.036	-0.008	0.008	0.026	0.034	0.042	0.043	
	Vz	1.125	0.699	0.414	-0.012	-0.297	-0.723	-1.007	-1.434	-1.718	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.02	-0.67	-0.95	-1.10	-1.02	-0.64	-0.20	0.72	1.51	
	Mz	-0.06	-0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.02	-0.04	
V(180°) H1	N	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	
	Vy	-0.166	-0.101	-0.063	-0.015	0.011	0.041	0.055	0.067	0.070	
	Vz	-1.119	-0.693	-0.408	0.018	0.303	0.729	1.014	1.440	1.725	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.01	0.67	0.94	1.09	1.01	0.62	0.19	-0.74	-1.53	
	Mz	-0.11	-0.01	0.03	0.06	0.06	0.04	0.01	-0.03	-0.07	
V(180°) H2	N	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	
	Vy	-0.166	-0.101	-0.063	-0.015	0.011	0.041	0.055	0.068	0.070	
	Vz	1.122	0.696	0.411	-0.015	-0.300	-0.726	-1.010	-1.437	-1.721	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.01	-0.67	-0.95	-1.10	-1.02	-0.63	-0.20	0.72	1.52	
	Mz	-0.11	-0.01	0.03	0.06	0.06	0.04	0.01	-0.03	-0.07	
V(270°) H1	N	15.034	15.034	15.034	15.034	15.034	15.034	15.034	15.034	15.034	
	Vy	0.229	0.138	0.085	0.018	-0.019	-0.061	-0.081	-0.098	-0.101	
	Vz	6.824	4.286	2.594	0.056	-1.637	-4.175	-5.867	-8.139	-9.451	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.17	-4.01	-5.74	-6.73	-6.34	-4.15	-1.63	3.69	8.11	
	Mz	0.15	0.01	-0.04	-0.08	-0.08	-0.05	-0.01	0.05	0.10	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m	
	V(270°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093	15.093
		Vz	0.229	0.138	0.085	0.018	-0.019	-0.061	-0.081	-0.098	-0.101	-0.101
		Mt	6.820	4.282	2.590	0.052	-1.641	-4.179	-5.871	-8.143	-9.455	-9.455
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.16	-4.02	-5.74	-6.73	-6.34	-4.15	-1.62	3.70	8.12	8.12
	N(EI)	N	0.15	0.01	-0.04	-0.08	-0.08	-0.05	-0.01	0.05	0.10	0.10
		Vy	-0.363	-0.225	-0.133	0.004	0.096	0.234	0.325	0.463	0.555	0.555
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-4.178	-2.590	-1.531	0.057	1.115	2.704	3.762	5.351	6.409	6.409
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.06	2.49	3.52	4.08	3.78	2.34	0.72	-2.71	-5.66	-5.66
	N(R) 1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vy	-0.330	-0.262	-0.216	-0.147	-0.101	-0.032	0.014	0.083	0.128	0.128
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-2.074	-1.280	-0.750	0.044	0.573	1.367	1.897	2.691	3.220	3.220
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.03	1.23	1.74	2.00	1.85	1.12	0.30	-1.43	-2.91	-2.91
	N(R) 2	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vy	-0.214	-0.076	0.015	0.153	0.245	0.383	0.474	0.612	0.704	0.704
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-4.194	-2.606	-1.547	0.041	1.100	2.688	3.747	5.335	6.394	6.394
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.06	2.50	3.54	4.11	3.82	2.40	0.78	-2.64	-5.58	-5.58

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m	
N57/N58	Peso propio	N	0.077	0.133	0.170	0.225	0.262	0.316	0.352	0.405	0.440	
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	-2.207	-1.562	-1.135	-0.500	-0.080	0.545	0.958	1.573	1.979	1.979
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.14	-0.72	-0.04	0.57	0.72	0.54	0.17	-0.79	-1.68	-1.68
		Mz	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	Q	N	0.061	0.145	0.202	0.286	0.343	0.427	0.483	0.568	0.624	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-3.402	-2.427	-1.777	-0.802	-0.152	0.823	1.473	2.448	3.098	3.098
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-3.34	-1.15	-0.09	0.88	1.12	0.86	0.29	-1.19	-2.58	-2.58
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H1	N	18.638	18.638	18.638	18.638	18.638	18.638	18.638	18.638	18.638	
		Vy	-0.271	-0.166	-0.105	-0.029	0.012	0.061	0.083	0.103	0.107	
		Vz	5.530	4.037	3.042	1.549	0.553	-0.939	-0.783	-0.356	-0.072	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	6.26	2.65	0.88	-0.85	-1.38	-1.23	-0.77	-0.34	-0.23	
		Mz	-0.21	-0.05	0.02	0.07	0.07	0.04	0.01	-0.06	-0.12	
	V(0°) H2	N	18.716	18.716	18.716	18.716	18.716	18.716	18.716	18.716	18.716	
		Vy	-0.270	-0.166	-0.105	-0.029	0.013	0.061	0.083	0.103	0.107	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
		Vz	5.497	4.004	3.009	1.516	0.521	-0.972	-1.328	-1.754	-2.038
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	6.18	2.61	0.85	-0.86	-1.37	-1.20	-0.61	0.55	1.51
		Mz	-0.21	-0.05	0.02	0.07	0.07	0.04	0.01	-0.06	-0.12
	V(90°) H1	N	7.347	7.347	7.347	7.347	7.347	7.347	7.347	7.347	7.347
		Vy	-0.100	-0.061	-0.038	-0.009	0.006	0.024	0.033	0.040	0.042
		Vz	-1.490	-1.064	-0.779	-0.353	-0.069	0.358	0.642	1.069	1.353
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.47	-0.51	-0.05	0.38	0.48	0.37	0.12	-0.52	-1.13
		Mz	-0.07	-0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.05
	V(90°) H2	N	7.872	7.872	7.872	7.872	7.872	7.872	7.872	7.872	7.872
		Vy	-0.100	-0.060	-0.038	-0.009	0.007	0.025	0.033	0.041	0.042
		Vz	1.486	1.060	0.776	0.349	0.065	-0.362	-0.646	-1.073	-1.357
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.45	0.49	0.03	-0.39	-0.50	-0.38	-0.13	0.52	1.13
		Mz	-0.07	-0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.05
	V(180°) H1	N	14.937	14.937	14.937	14.937	14.937	14.937	14.937	14.937	14.937
		Vy	-0.167	-0.102	-0.064	-0.016	0.010	0.040	0.054	0.067	0.069
		Vz	-1.511	-1.084	-0.800	-0.373	-0.089	0.337	0.622	1.048	1.333
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.51	-0.53	-0.06	0.39	0.50	0.41	0.17	-0.46	-1.06
		Mz	-0.12	-0.02	0.02	0.05	0.05	0.03	0.00	-0.04	-0.08
	V(180°) H2	N	15.211	15.211	15.211	15.211	15.211	15.211	15.211	15.211	15.211
		Vy	-0.167	-0.101	-0.064	-0.016	0.010	0.040	0.054	0.067	0.069
		Vz	1.476	1.050	0.766	0.339	0.055	-0.372	-0.656	-1.083	-1.367
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.43	0.48	0.03	-0.39	-0.49	-0.37	-0.11	0.54	1.16
		Mz	-0.12	-0.02	0.02	0.05	0.05	0.03	0.00	-0.04	-0.08
V(270°) H1	N	23.873	23.873	23.873	23.873	23.873	23.873	23.873	23.873	23.873	
	Vy	0.233	0.142	0.089	0.022	-0.015	-0.057	-0.077	-0.094	-0.097	
	Vz	7.178	5.210	3.898	1.930	0.618	-1.350	-2.662	-4.630	-5.942	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	7.94	3.28	0.99	-1.20	-1.84	-1.56	-0.56	2.19	4.84	
	Mz	0.17	0.03	-0.03	-0.07	-0.07	-0.04	-0.01	0.06	0.10	
V(270°) H2	N	23.977	23.977	23.977	23.977	23.977	23.977	23.977	23.977	23.977	
	Vy	0.233	0.142	0.089	0.022	-0.015	-0.057	-0.077	-0.094	-0.097	
	Vz	7.173	5.205	3.893	1.925	0.613	-1.355	-2.667	-4.635	-5.947	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	7.93	3.27	0.99	-1.20	-1.84	-1.56	-0.55	2.20	4.85	
	Mz	0.17	0.03	-0.03	-0.07	-0.07	-0.04	-0.01	0.06	0.10	
N(EI)	N	0.099	0.237	0.329	0.466	0.558	0.696	0.787	0.925	1.017	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-5.541	-3.953	-2.894	-1.306	-0.247	1.341	2.400	3.988	5.047	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-5.44	-1.87	-0.15	1.43	1.82	1.41	0.47	-1.94	-4.20	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	-0.087	-0.018	0.028	0.097	0.143	0.211	0.257	0.326	0.372	
	Vy	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	0.753 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
		Vz	-2.833	-2.039	-1.509	-0.715	-0.186	0.608	1.138	1.932	2.461
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.77	-0.94	-0.05	0.79	1.02	0.86	0.42	-0.74	-1.84
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	0.063	0.201	0.293	0.430	0.522	0.660	0.752	0.889	0.981
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-5.478	-3.890	-2.831	-1.243	-0.184	1.404	2.463	4.051	5.109
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-5.39	-1.87	-0.18	1.35	1.71	1.25	0.28	-2.17	-4.47
		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	0.502 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
N58/N55	Peso propio	N	0.162	0.200	0.255	0.310	0.347	0.401	0.437	0.490	0.525
		Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vz	-2.074	-1.643	-1.001	-0.366	0.054	0.679	1.092	1.707	2.113
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.60	-0.67	0.32	0.84	0.92	0.64	0.20	-0.86	-1.82
		Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
	Q	N	0.221	0.277	0.362	0.446	0.502	0.587	0.643	0.728	0.784
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-3.185	-2.535	-1.560	-0.585	0.065	1.040	1.690	2.665	3.315
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-2.50	-1.06	0.48	1.29	1.42	1.00	0.31	-1.32	-2.82
	V(0°) H1	N	28.340	28.340	28.340	28.340	28.340	28.340	28.340	28.340	28.340
		Vy	-0.261	-0.189	-0.096	-0.020	0.022	0.070	0.093	0.113	0.116
		Vz	-1.181	-0.896	-0.470	-0.043	0.241	0.668	0.952	1.379	1.663
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.24	0.28	0.80	0.99	0.94	0.60	0.19	-0.69	-1.45
		Mz	-0.17	-0.06	0.05	0.09	0.09	0.05	0.01	-0.07	-0.13
	V(0°) H2	N	28.686	28.686	28.686	28.686	28.686	28.686	28.686	28.686	28.686
		Vy	-0.261	-0.189	-0.096	-0.019	0.022	0.070	0.093	0.113	0.117
		Vz	1.478	1.194	0.767	0.341	0.056	-0.370	-0.655	-1.081	-1.366
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.45	0.77	0.04	-0.38	-0.48	-0.36	-0.10	0.55	1.16
		Mz	-0.17	-0.06	0.05	0.09	0.09	0.05	0.01	-0.07	-0.13
	V(90°) H1	N	11.554	11.554	11.554	11.554	11.554	11.554	11.554	11.554	11.554
Vy		-0.099	-0.072	-0.037	-0.008	0.007	0.025	0.034	0.041	0.043	
Vz		-1.396	-1.112	-0.685	-0.259	0.026	0.452	0.737	1.163	1.448	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		-1.10	-0.47	0.21	0.56	0.62	0.44	0.14	-0.57	-1.23	
Mz		-0.07	-0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.05	
V(90°) H2	N	12.384	12.384	12.384	12.384	12.384	12.384	12.384	12.384	12.384	
	Vy	-0.099	-0.072	-0.037	-0.008	0.008	0.026	0.034	0.042	0.043	
	Vz	1.391	1.106	0.680	0.253	-0.031	-0.458	-0.742	-1.169	-1.453	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	1.09	0.46	-0.21	-0.56	-0.62	-0.43	-0.13	0.59	1.25	
	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	0.502 m	1.255 m	2.007 m	2.509 m	3.262 m	3.764 m	4.517 m	5.019 m
		Mz	-0.07	-0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.05
	V(180°) H1	N	25.032	25.032	25.032	25.032	25.032	25.032	25.032	25.032	25.032
		Vy	-0.168	-0.138	-0.089	-0.035	0.004	0.067	0.088	0.107	0.119
		Vz	-1.352	-1.068	-0.642	-0.215	0.069	0.496	0.780	1.207	1.491
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.07	-0.46	0.18	0.51	0.54	0.33	0.01	-0.74	-1.41
		Mz	-0.14	-0.06	0.03	0.07	0.08	0.06	0.01	-0.06	-0.12
	V(180°) H2	N	25.549	25.549	25.549	25.549	25.549	25.549	25.549	25.549	25.549
		Vy	-0.168	-0.138	-0.089	-0.035	0.004	0.067	0.089	0.107	0.119
		Vz	1.405	1.121	0.694	0.268	-0.017	-0.443	-0.727	-1.154	-1.438
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.09	0.46	-0.22	-0.58	-0.65	-0.47	-0.18	0.53	1.18
		Mz	-0.14	-0.06	0.03	0.07	0.08	0.05	0.01	-0.06	-0.12
	V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	26.306	26.306	26.306	26.306	26.306	26.306	26.306	26.306	26.306
		Vz	0.231	0.168	0.086	0.019	-0.017	-0.060	-0.079	-0.097	-0.100
		Vz	6.357	5.045	3.077	1.109	-0.204	-2.172	-3.484	-5.452	-6.764
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.79	1.93	-1.13	-2.70	-2.93	-2.04	-0.62	2.75	5.81
	V(270°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	26.428	26.428	26.428	26.428	26.428	26.428	26.428	26.428	26.428
		Vz	0.231	0.168	0.086	0.019	-0.017	-0.059	-0.079	-0.097	-0.100
		Vz	6.355	5.043	3.075	1.106	-0.206	-2.174	-3.486	-5.454	-6.766
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.78	1.92	-1.13	-2.71	-2.93	-2.04	-0.62	2.75	5.81
	N(EI)	N	0.359	0.451	0.589	0.727	0.818	0.956	1.048	1.185	1.277
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-5.188	-4.129	-2.541	-0.953	0.106	1.694	2.753	4.341	5.400
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.07	-1.73	0.78	2.09	2.31	1.63	0.51	-2.16	-4.60
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	0.366	0.412	0.480	0.549	0.595	0.664	0.710	0.779	0.825
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-2.302	-1.772	-0.978	-0.184	0.345	1.139	1.669	2.463	2.992
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.72	-0.69	0.34	0.78	0.74	0.18	-0.52	-2.08	-3.45
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	0.173	0.265	0.403	0.540	0.632	0.770	0.862	0.999	1.091
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-5.480	-4.422	-2.833	-1.245	-0.186	1.402	2.460	4.049	5.107
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.39	-1.90	0.83	2.36	2.72	2.26	1.29	-1.16	-3.45
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1.2.- Flechas

Referencias:

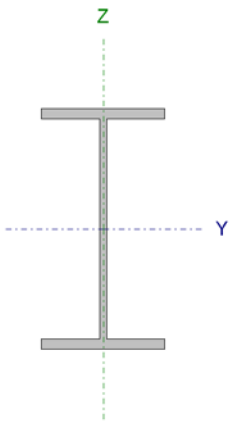
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

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)
N52/N57	2.509	2.44	2.258	8.67	2.509	3.87	2.258	16.87
	2.509	L/(>1000)	2.258	L/587.7	2.509	L/(>1000)	2.258	L/587.8

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

Barra N52/N57

Perfil: IPE 160 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)
	N52	N57	5.019	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.			
β	0.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	0.000	5.019	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.

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

$\bar{\lambda}$: 0.88 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase:** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A:** 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}:** 715.32 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.

$$N_{cr,y} : \underline{715.32} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{869.30} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{68.31} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{3.60} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{3960.00} \text{ cm}^6$$

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.

$$L_{ky} : \underline{5.019} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{6.83} \text{ cm}$$

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

Siendo:

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

$$i_y : \underline{6.58} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{1.84} \text{ cm}$$

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:

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

$$29.04 \leq 250.58 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>145.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.00</u> 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_{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:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H2+1.5·N(R)2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 1.84 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \qquad N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 20.10 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:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.043} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.057} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{22.59}$ kN

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

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{c,Rd} : \underline{526.43}$ 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_{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:

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ $N_{b,Rd} : \underline{393.54}$ kN

Donde:

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

A : 20.10 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.

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

χ_y : 0.75

Siendo:

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

ϕ_y : 0.96

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

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

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

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

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

$$N_{cr} : \underline{715.32} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{715.32} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.398} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{10.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{12.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

$W_{pl,z}$: 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.

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.120} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{14.56} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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_{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.

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

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:

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

$$29.04 < 64.71 \quad \checkmark$$

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.

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.49 \text{ kN}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : 194.15 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 12.84 \text{ cm}^2$

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : 20.10 \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : 145.20 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : 5.00 \text{ mm}$

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

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

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 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 10.32 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 10.32 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 120.97 \text{ kN}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.49 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p \acute{e} simo. $V_{Ed} : \underline{0.49} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo. $V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.408} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.403} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N57, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracci3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo. $N_{t,Ed} : \underline{1.35} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg3n los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : \underline{12.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la secci3n, seg3n 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 tracci3n. $N_{pl,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de c3lculo p \acute{e} simo. $M_{ef,Ed} : \underline{-12.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensi3n combinada en la fibra extrema comprimida. $\sigma_{com,Ed} : \underline{103.68} \text{ MPa}$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. $W_{y,com} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$
 A : Área de la sección bruta. $A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$
 $M_{b,Rd,v}$: Momento flector resistente de cálculo. $M_{b,Rd,v} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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 para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 10.31 \text{ kN} \leq 60.36 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{10.31} \text{ kN}$
 $V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{120.72} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$
 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 Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.077 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

V_{Ed} : 9.30 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:

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

$V_{pl,T,Rd}$: 120.72 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 120.97 kN

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

$\tau_{T,Ed}$: 0.77 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 4.86 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 Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η < 0.001 ✓

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} : 0.01 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:

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{193.76 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{194.15 \text{ kN}}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.77 \text{ MPa}}$$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86 \text{ cm}^3}$$

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.

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

Barra N57/N58

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.88 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 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}** : 715.32 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} : 715.32 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}** : 5.019 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

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀** : 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 **i_y** : 6.58 cm

bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

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

$$i_z : \underline{1.84} \text{ cm}$$

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

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

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:

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

$$29.04 \leq 250.58 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{145.20} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{7.26} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{6.07} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.056} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N58, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{29.25} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

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 compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.068} \checkmark$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 35.84 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_{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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{393.54} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{20.10 \text{ cm}^2}$$

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.

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

$$\chi_y : \underline{0.75}$$

Siendo:

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

$$\Phi_y : \underline{0.96}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

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

λ̄: Esbeltez reducida.

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

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

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

$$N_{cr} : \underline{715.32 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{715.32 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.382} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{10.21 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{12.40 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

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:

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

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

$W_{pl,z}$: 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:

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

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{12.65} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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:

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

$$29.04 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{29.04}$$

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

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

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

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

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)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 0.41 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 194.15 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$12.65 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{12.65} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.41 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.41} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.419} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.446} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.305} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{35.69}$ kN
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{10.21}$ kN·m
 $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.25}$ 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** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{526.43}$ 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. $M_{pl,Rd,y} : \underline{32.45}$ kN·m
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{6.84}$ kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : $\underline{20.10}$ cm²

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{123.90}$ cm³
 $W_{pl,z} : \underline{26.10}$ cm³

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

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

Siendo:

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

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.06}$$

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

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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. $\chi_y : \underline{0.75}$

$\chi_z : \underline{1.00}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : \underline{0.88}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. $\alpha_y : \underline{0.60}$

$\alpha_z : \underline{0.60}$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo 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 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$12.65 \text{ kN} \leq 60.35 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{12.65} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{120.70} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{T,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.067} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : \underline{8.08} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{120.70} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.85} \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$

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 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} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{193.72} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.85} \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$

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

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo} : 1.05

Barra N58/N55

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.88 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 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}** : 715.32 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} : 715.32 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}** : 5.019 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

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀** : 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 **i_y** : 6.58 cm

bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

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

$$i_z : \underline{1.84} \text{ cm}$$

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

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

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:

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

$$29.04 \leq 250.58 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{145.20} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{7.26} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{6.07} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.085} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{44.74} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

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 compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.075} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.100} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N58, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 39.34 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_{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:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{393.54} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{20.10 \text{ cm}^2}$$

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.

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

$$\chi_y : \underline{0.75}$$

Siendo:

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

$$\Phi_y : \underline{0.96}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

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

λ̄: Esbeltez reducida.

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

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

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

$$N_{cr} : \underline{715.32 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{715.32 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.328} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.27 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{10.66 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.041} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N58, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N58, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

$W_{pl,z}$: 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:

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

$$\eta : \underline{0.103} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{12.45} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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:

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

$$29.04 < \underline{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{29.04}$$

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

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

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

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

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)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N58, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 0.40 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 194.15 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$12.28 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{12.28} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.40 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.40} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.393} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.297} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{28.03} \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, $M_{y,Ed} : \underline{10.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$

según los ejes Y y Z, respectivamente.

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.

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

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.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A: Área de la sección bruta.

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{z,Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{-9.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{74.86} \text{ MPa}$$

$$W_{y,com} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)2.

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

$$12.28 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

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

$$V_{Ed,z} : \underline{12.28} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·N(R)1.

$M_{T,Ed}$: 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:

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

$M_{T,Rd}$: 0.74 kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 4.86 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:

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

η : 0.042 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

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

V_{Ed} : 5.05 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:

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

$V_{pl,T,Rd}$: 120.92 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 120.97 kN

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

$\tau_{T,Ed}$: 0.16 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 4.86 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 Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N58, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

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

V_{Ed} : 0.34 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:

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

$V_{pl,T,Rd}$: 194.07 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 194.15 kN

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

$\tau_{T,Ed}$: 0.16 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 4.86 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

4.2 Pórtico interior

Los pórticos interiores están formados por dos pilares separados por una luz de 30 m sobre los cuales se sostiene la jácena. Hay un total de 9 pórticos interiores.

Los pilares tienen una altura de 7 m y la altura de cumbrera es de 8.39 m, lo que crea una pendiente del 8.67%. A la hora de modelar, los pilares se han considerado empotrados en la base y apoyados en la cabeza.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos del pórtico de fachada son:

-Jácena: IPE 550

-Pilares de fachada: IPE 600

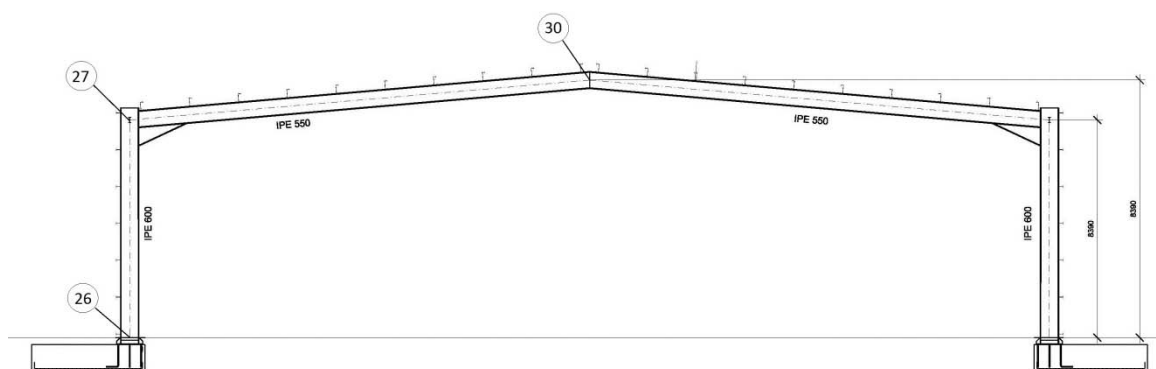


Figura 2. Pórtico interior

La numeración de la imagen se corresponde a las referencias que proporciona CYPE a la hora de nombrar los distintos elementos a comprobar.

A continuación se exponen los listados de cálculo:

4.2.1 Pilar

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9

ÍNDICE

3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N26/N27	N26/N27	IPE 600 (IPE)	7.000	0.70	1.36	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N26/N27

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 600, (IPE)	156.00	62.70	60.70	92080.00	3387.00	165.40
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>Avy</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>Avz</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>Iyy</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>Izz</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>It</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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
N26/N27	Peso propio	Uniforme	1.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Peso propio	Uniforme	1.659	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	V(0°) H1	Uniforme	3.986	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(0°) H2	Uniforme	3.986	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(90°) H1	Uniforme	2.833	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(90°) H2	Uniforme	2.833	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H1	Uniforme	1.740	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H2	Uniforme	1.740	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H1	Uniforme	2.833	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H2	Uniforme	2.833	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.875 m	1.750 m	2.625 m	3.500 m	4.375 m	5.250 m	6.125 m	7.000 m	
N26/N27	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	57.227	54.724	52.221	49.718	47.215	44.712	42.209	39.706	37.204	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		My	36.109	36.109	36.109	36.109	36.109	36.109	36.109	36.109	36.109	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	100.38	-68.79	-37.19	-5.60	26.00	57.59	89.19	120.78	152.38	
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Vy	39.146	39.146	39.146	39.146	39.146	39.146	39.146	39.146	39.146	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		My	39.996	39.996	39.996	39.996	39.996	39.996	39.996	39.996	39.996	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	111.23	-76.23	-41.24	-6.24	28.76	63.75	98.75	133.75	168.74	
	V(0°) H1	N	26.251	26.251	26.251	26.251	26.251	26.251	26.251	26.251	26.251	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	20.108	16.620	13.132	9.644	6.156	2.667	-0.821	-4.309	-7.797	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	18.81	2.75	-10.27	-20.24	-27.15	-31.01	-31.82	-29.57	-24.27	
		Mz	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	
	V(0°) H2	N	43.449	43.449	43.449	43.449	43.449	43.449	43.449	43.449	43.449	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	49.365	45.877	42.389	38.901	35.413	31.925	28.436	24.948	21.460	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My		113.77	72.10	33.49	-2.08	-34.59	-64.05	-90.46	-	-		
Mz		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		
V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Vy	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999		
	Vz	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129		
	Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	My	30.645	28.166	25.687	23.208	20.729	18.250	15.771	13.292	10.813		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	-68.76	-43.04	-19.47	1.92	21.14	38.19	53.08	65.79	76.34		
V(90°) H2	N	0.90	0.79	0.68	0.56	0.45	0.34	0.23	0.11	0.00		
	Vy	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999		
	Vz	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128		
	Mt	3.922	6.401	8.880	11.359	13.838	16.317	18.796	21.275	23.753		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	27.26	22.74	16.06	7.20	-3.82	-17.01	-32.37	-49.90	-69.60		
	My	0.90	0.79	0.67	0.56	0.45	0.34	0.22	0.11	0.00		
V(180°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Vy	13.220	13.220	13.220	13.220	13.220	13.220	13.220	13.220	13.220		
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	My	15.902	14.380	12.857	11.335	-9.812	-8.289	-6.767	-5.244	-3.721		
	My	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	0.875 m	1.750 m	2.625 m	3.500 m	4.375 m	5.250 m	6.125 m	7.000 m
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	18.764	18.764	18.764	18.764	18.764	18.764	18.764	18.764	18.764
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	11.724	13.247	14.770	16.292	17.815	19.338	20.860	22.383	23.906
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	39.86	28.93	16.68	3.09	-11.83	-28.09	-45.67	-64.59	-84.84
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vy		16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999
	Vz		-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
	Mt		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vz		30.645	28.166	25.687	23.208	20.729	18.250	15.771	13.292	10.813
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My		-68.76	-43.04	-19.47	1.92	21.14	38.19	53.08	65.79	76.34
	Mz	-0.90	-0.79	-0.68	-0.56	-0.45	-0.34	-0.23	-0.11	0.00	
	V(270°) H2	N	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999	16.999
		Vy	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128
		Vz	3.922	6.401	8.880	11.359	13.838	16.317	18.796	21.275	23.753
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	27.26	22.74	16.06	7.20	-3.82	-17.01	-32.37	-49.90	-69.60
		Mz	-0.90	-0.79	-0.67	-0.56	-0.45	-0.34	-0.22	-0.11	0.00
		N(EI)	N	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vy		63.765	63.765	63.765	63.765	63.765	63.765	63.765	63.765	63.765
	Vz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mt		65.149	65.149	65.149	65.149	65.149	65.149	65.149	65.149	65.149
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My		181.18	124.18	-67.17	-10.16	46.84	103.85	160.85	217.86	274.86
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	N(R) 1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	38.812	38.812	38.812	38.812	38.812	38.812	38.812	38.812	38.812
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	151.52	108.77	-66.02	-23.26	19.49	62.25	105.00	147.75	190.51
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	N(R) 2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	56.836	56.836	56.836	56.836	56.836	56.836	56.836	56.836	56.836
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862	48.862
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	120.25	-77.49	-34.74	8.02	50.77	93.52	136.28	179.03	221.79
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

3.1.2.- Flechas

Referencias:

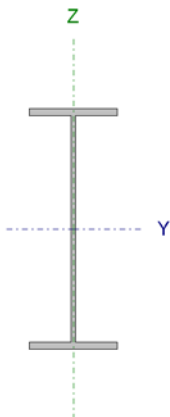
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

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)
N26/N27	7.000	2.07	5.688	10.08	7.000	4.14	5.688	13.11
	7.000	L/(>1000)	5.688	L/694.2	7.000	L/(>1000)	5.688	L/694.4

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

Barra N26/N27

Perfil: IPE 600 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)
	N26	N27	7.000	156.00	92080.00	3387.00	165.40
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo			Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.70	1.36	0.00	0.00			
L _k	4.900	9.521	0.000	0.000			
C _m	1.000	0.900	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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.15 ✓

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} : 146.23 cm²

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

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 2923.76 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.

$$N_{cr,y} : \underline{21052.10} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{2923.76} \text{ kN}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{92080.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{165.40} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{2846000.00} \text{ cm}^6$$

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.

$$L_{ky} : \underline{9.521} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{4.900} \text{ m}$$

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.

$$i_0 : \underline{24.74} \text{ cm}$$

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

Siendo:

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

$$i_y : \underline{24.30} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.66} \text{ cm}$$

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:

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

$$46.83 \leq 301.97 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>562.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>12.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>67.44</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>41.80</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>265.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 35.41 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \qquad N_{t,Rd} : \underline{3937.14} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 156.00 cm²
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 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:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.051} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.101} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 188.20 kN

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

$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$ $N_{c,Rd}$: 3690.57 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} : 146.23 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 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:

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$ $N_{b,Rd}$: 1864.75 kN

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. A_{ef} : 146.23 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 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 : 0.94

χ_z : 0.51

Siendo:

$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$ ϕ_y : 0.62

ϕ_z : 1.32

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

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

$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$ $\bar{\lambda}_y$: 0.43

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.

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.15}$$

$$N_{cr} : \underline{2923.76} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{21052.10} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{2923.76} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.775} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{686.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{79.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{886.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{3512.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{1.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{122.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{485.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.166} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{174.05} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1049.13} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 72.00 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 600.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 46.83 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 46.83

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

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

ε : Factor de reducción. ε : 0.94

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

Siendo:

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

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

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

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

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.19 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{1290.43} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{88.56} \text{ cm}^2$

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{562.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 174.05 \text{ kN} \leq 524.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{174.05} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1049.13} \text{ kN}$

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.19 \text{ kN} \leq 645.21 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.19} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1290.43} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.816} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.748} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.507} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{161.17} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{686.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{3937.14} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{886.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{122.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{3512.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{485.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1}: \underline{1.05}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

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

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z: \underline{1.12}$$

$$C_{m,y}, C_{m,z}: \text{Factores de momento flector uniforme equivalente.} \quad C_{m,y}: \underline{0.90}$$

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

$$\chi_y, \chi_z: \text{Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \chi_y: \underline{0.94}$$

$$\chi_z: \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z: \text{Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \bar{\lambda}_y: \underline{0.44}$$

$$\bar{\lambda}_z: \underline{1.19}$$

$$\alpha_y, \alpha_z: \text{Factores dependientes de la clase de la sección.} \quad \alpha_y: \underline{0.60}$$

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

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 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$174.05 \text{ kN} \leq 524.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z}: \underline{174.05} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z}: \underline{1049.13} \text{ kN}$$

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.

4.2.2 Jácena

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N27/N30	N27/N30	IPE 550 (IPE)	15.056	0.00	1.99	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N27/N30

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 550, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.50 m.	134.00	54.18	51.51	67120.00	2668.00	123.20
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N27/N30	Peso propio	Trapezoidal	1.751	1.310	0.000	1.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Peso propio	Faja	1.032	-	1.500	15.056	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Peso propio	Uniforme	1.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Q	Uniforme	2.600	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	V(0°) H1	Faja	6.799	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(0°) H1	Faja	3.966	-	1.666	8.331	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(0°) H1	Faja	1.133	-	8.331	15.056	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N27/N30	V(0°) H2	Faja	6.799	-	0.000	1.666	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(0°) H2	Faja	3.966	-	1.666	8.331	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(0°) H2	Faja	1.133	-	8.331	15.056	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(90°) H1	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N27/N30	V(90°) H2	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(180°) H1	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N27/N30	V(180°) H2	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	V(270°) H1	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N27/N30	V(270°) H2	Uniforme	1.133	-	-	-	Globales	0.000	-0.086	0.996
N27/N30	N(EI)	Uniforme	4.235	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	N(R) 1	Uniforme	2.118	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	N(R) 2	Uniforme	4.235	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis														
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	1.499 m	1.501 m	2.253 m	3.759 m	6.019 m	7.525 m	9.784 m	11.291 m	13.550 m	15.056 m	
N27/N30	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-36.735	-36.279	-35.974
		Vy	43.312	41.908	38.715	38.563	38.258	37.801	37.497	37.040	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	0.000	0.000
		Mt	26.915	23.570	28.508	26.753	23.239	17.968	14.454	-9.182	-5.668	-0.397	3.118	0.000
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	-	-	-85.64	-47.99	-1.44	22.98	49.68	60.86	67.71	65.66	0.00
	Q	N	142.17	104.15	106.42	-85.64	-47.99	-1.44	22.98	49.68	60.86	67.71	65.66	0.00
		Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt	47.808	46.436	42.890	42.721	42.383	41.875	41.537	41.030	-40.692	-40.185	-39.846	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-6.301	-0.448	3.453	0.000
	V(0°) H1	N	29.094	26.188	31.659	29.710	25.809	19.956	16.055	10.202	-6.301	-0.448	3.453	0.000
		Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt	-1.663	-3.429	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501	-5.501
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	27.334	17.181	16.620	13.169	7.195	-1.767	-7.741	-9.291	-7.584	-5.023	-3.316	0.000
V(0°) H2	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vy	30.725	28.759	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	25.131	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	37.475	27.938	31.228	27.778	21.803	12.842	6.868	2.024	0.317	-2.244	-3.951	0.000	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	127.56	78.13	79.58	57.53	20.19	-18.95	-33.79	-42.18	-43.94	-41.76	-37.10	0.000	
V(90°) H1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vy	14.375	13.896	12.241	12.241	12.241	12.241	12.241	12.241	-12.241	-12.241	-12.241	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	14.115	12.700	14.300	13.448	11.741	-9.181	-7.474	-4.913	-3.206	-0.646	1.061	0.000	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-73.14	-52.89	-53.60	-43.16	-24.19	-0.56	11.99	25.98	32.10	36.45	36.14	0.000	
V(90°) H2	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vy	26.981	26.555	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	11.190	10.017	13.183	12.331	10.624	8.063	6.357	3.796	2.089	-0.471	-2.178	0.000	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	63.04	47.05	48.54	38.95	21.66	0.55	-10.31	-21.78	-26.21	-28.04	-26.05	0.000	
V(180°) H1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-6.613	-6.175	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	-4.849	

Esfuerzos en barras, por hipótesis													
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	1.499 m	1.501 m	2.253 m	3.759 m	6.019 m	7.525 m	9.784 m	11.291 m	13.550 m	15.056 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-8.589	-6.028	-4.321	-1.761	-0.054	2.507	4.213
		Mt	12.036	10.474	11.148	10.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-41.99	-24.97	-25.25	-17.18	-2.96	13.55	21.35	28.22	29.59	26.81	21.75
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	27.528	27.070	25.436	25.436	25.436	25.436	25.436	25.436	25.436	25.436	25.436
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	12.876	11.713	14.929	14.077	12.370	9.810	8.103	5.542	3.835	1.275	-0.432
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	78.20	59.65	61.16	50.25	30.33	5.28	-8.21	-23.63	-30.69	-36.46	-37.10
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-12.241	-12.241	-12.241
		Vy	14.375	13.896	12.241	12.241	12.241	12.241	12.241	12.241	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	0.000
		Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		My	14.115	12.700	14.300	13.448	11.741	-9.181	-7.474	-4.913	-3.206	-0.646	1.061
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H2	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vy	26.981	26.555	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132	25.132
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt		11.190	10.017	13.183	12.331	10.624	8.063	6.357	3.796	2.089	-0.471	-2.178	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		63.04	47.05	48.54	38.95	21.66	0.55	-10.31	-21.78	-26.21	-28.04	-26.05	
N(EI)	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vy	77.875	75.640	69.863	69.587	69.037	68.211	67.660	66.834	-66.283	-65.457	-64.906	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	My	47.391	42.657	51.569	48.395	42.040	32.507	26.151	16.618	-10.263	-0.730	5.625	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	256.48	188.51	192.62	155.03	-86.92	-2.70	41.47	89.79	110.04	122.45	118.77	
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vz	56.369	55.190	51.756	51.618	51.343	50.930	50.655	50.241	-49.966	-49.553	-49.278	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	26.765	24.730	31.282	29.695	26.517	21.751	18.573	13.807	-10.629	-5.862	-2.685	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	176.92	138.07	141.13	118.20	-75.87	-21.34	9.03	45.61	64.01	82.64	89.08	
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vz	60.443	58.270	53.038	52.763	52.212	51.386	50.835	50.009	-49.458	-48.632	-48.081	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	44.322	39.256	46.071	42.898	36.542	27.009	20.654	11.121	-4.766	4.767	11.122	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

3.1.2.- Flechas

Referencias:

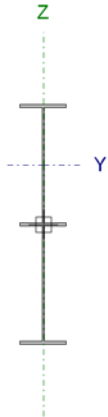
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

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)
N27/N30	1.501	0.10	9.784	16.25	1.501	0.21	9.784	21.15
	1.501	L/(>1000)	10.537	L/714.5	1.501	L/(>1000)	10.537	L/714.7

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

Barra N27/N30

Perfil: IPE 550, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.50 m.) Material: Acero (S275)									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
	N27	N30	15.056	227.35	317994.79	4001.29	182.32	0.00	266.40
Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N27) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β	0.00		1.99	0.00	0.00				
L _K	0.000		30.000	0.000	0.000				
C _m	1.000		0.482	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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.47 ✓

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} : 125.98 cm²

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{1545.71} \text{ kN}$$

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.

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

$$N_{cr,y} : \underline{1545.71} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

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

$$I_y : \underline{67120.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{2668.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{123.20} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1884000.00} \text{ cm}^6$$

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.

$$L_{ky} : \underline{30.000} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{22.82} \text{ cm}$$

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

Siendo:

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

$$i_y : \underline{22.38} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.46} \text{ cm}$$

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:

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

$$77.07 \leq 385.46 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>855.43</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>11.10</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>94.95</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>36.12</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>265.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.499 m del nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>9.61</u> kN
--------------------------------------------------------------	-----------------------------

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

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$: <u>3381.90</u> kN
-----------------------------	--------------------------------

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>134.00</u> cm ²
---------------------------------------------------------	-------------------------------------

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa
----------------------------------------------	------------------------------

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</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:

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

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.149} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.499 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{182.54} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{3179.39} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

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

$$A_{ef} : \underline{125.98} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1225.83} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A_{ef} : \underline{125.98} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi : \underline{0.39}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{1.71}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 1.47

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

N_{cr} : 1545.71 kN

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

$N_{cr,y}$: 1545.71 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:

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

η : 0.684 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.501 m del nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

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

M_{Ed}^+ : 34.24 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.501 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

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

M_{Ed}^- : 480.84 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 703.39 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.

$W_{pl,y}$: 2787.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 265.00 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:

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

$$\eta : \underline{0.145} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.501 m del nudo N27, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{128.71} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{889.57} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{61.05} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{550.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{11.10} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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:

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

$$46.45 < 65.92 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 46.45

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

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

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

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

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

f_y : 265.00 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$120.13 \text{ kN} \leq 870.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

V_{Ed} : 120.13 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1741.76 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:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.733} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.501} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.269} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.501 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 168.08 kN
M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}** : 480.84 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 compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 3381.90 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}** : 703.39 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 101.08 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 134.00 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}** : 2787.00 cm³
W_{pl,z} : 400.50 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

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

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.11}$$

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

C_{m,y}, **C_{m,z}**: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 0.48

C_{m,z} : 1.00

χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 0.37

χ_z : 1.00

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.52}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

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

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

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
 $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$120.13 \text{ kN} \leq 870.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

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

$$V_{Ed,z} : \underline{120.13} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1741.76} \text{ kN}$$

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.

4.3 Viga contraviento

La viga contra viento es una estructura triangulada de barras que se sitúan en el faldón entre el pórtico de fachada y el pórtico interior inmediatamente consecutivo.

La función de la viga contra viento (VCV) dentro del sistema contra viento (SCV) es la de transmitir las acciones del viento a las cruces de San Andrés (CSA).

Este tipo de vigas están formadas por dos elementos: montantes (marca 1 en figura) y diagonales (marca 2 en figura). Ante la acción del viento en la dirección indicada en la figura los montantes trabajan a compresión, mientras que las diagonales lo hacen a tracción. Para que esta viga pueda responder a la acción del viento en dirección opuesta, se duplican las diagonales.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos la viga contra viento son:

-Montantes: #100x3

-Diagonales: L75x75x

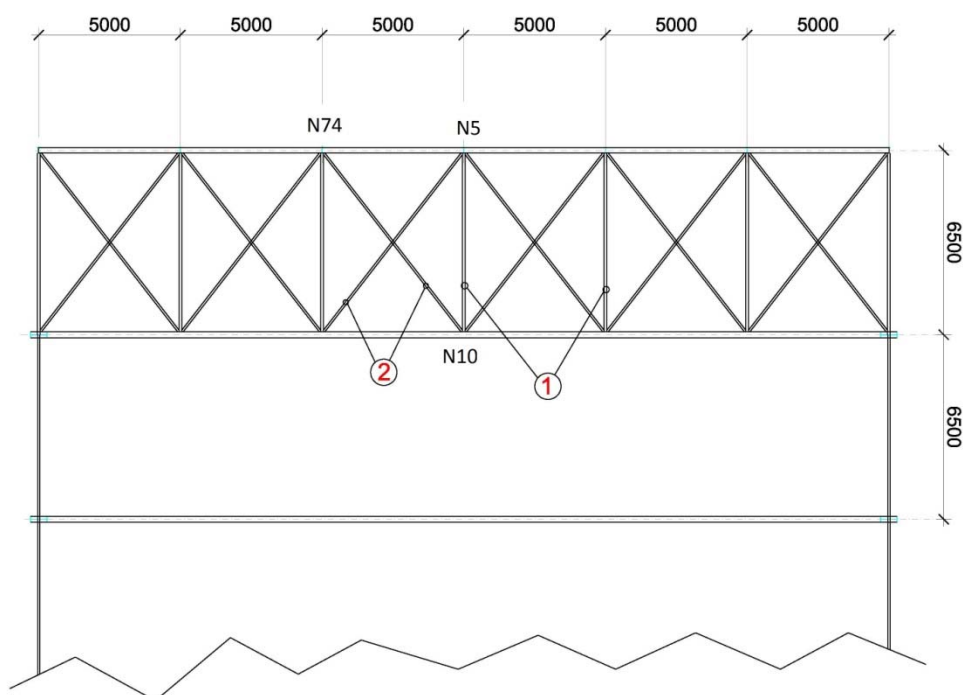


Figura 3. Viga contra viento

La numeración de la imagen (N5, N10, N74) se corresponde a las referencias que proporciona CYPE a la hora de nombrar los distintos elementos a comprobar.

A continuación se exponen los listados de cálculo:

4.3.1 Montante

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N10	N5/N10	#100x3 (Huecos cuadrados)	6.500	1.00	1.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N10

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	#100x3, (Huecos cuadrados)	11.30	4.85	4.85	174.09	174.09	279.99
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

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
N5/N10	Peso propio	N	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382	-0.382

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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.273	-0.202	-0.131	-0.061	0.010	0.081	0.152	0.222	0.293
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	0.19	0.32	0.40	0.42	0.38	0.29	0.14	-0.07
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		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	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	V(0°) H1	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	V(0°) H2	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033	-9.033
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05
V(90°) H2	N	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	-9.077	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	
V(180°) H1	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	
	Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	
	Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	
V(180°) H2	N	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	
	Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	
	Vz	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	My	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	
	Vy	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	0.813 m	1.625 m	2.438 m	3.250 m	4.063 m	4.875 m	5.688 m	6.500 m
		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	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H2	N	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz		-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

3.1.2.- Flechas

Referencias:

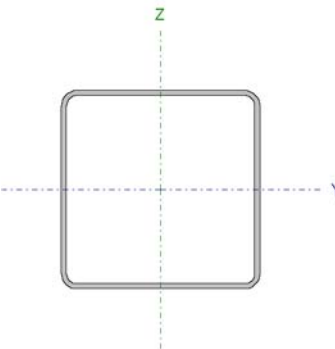
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

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)	
N5/N10	4.875	0.02	3.250	5.21	4.875	0.04	3.250	5.71	
	4.875	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	4.875	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	

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

Barra N5/N10

Perfil: #100x3 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)	
N5	N10	6.500	11.30	174.09	174.09	279.99	
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	6.500	6.500	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.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{1.91} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$$

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{174.09} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{174.09} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{279.99} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$
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.	$L_{ky} : \underline{6.500} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{6.500} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_o : \underline{5.55} \text{ cm}$

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{3.93} \text{ cm}$
y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$i_z : \underline{3.93} \text{ cm}$
	$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

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:

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

$$31.33 \leq 418.82 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{94.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$
A_w : Área del alma.	$A_w : \underline{5.64} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{3.00} \text{ cm}^2$
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.40}$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{0.13} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.214} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{13.48} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

deformación 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.

$$A : \underline{11.30 \text{ cm}^2}$$

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: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{62.95 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$A : \underline{11.30 \text{ cm}^2}$$

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.

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

$$\chi_y : \underline{0.21}$$

$$\chi_z : \underline{0.21}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{2.74}$$

$$\phi_z : \underline{2.74}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.91}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

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

$$N_{cr} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.250 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2.

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:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.64} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{94.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 31.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 31.33

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

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

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

ε : Factor de reducción. 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)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.00 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 5.66 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 11.30 cm²

d : Altura del alma. d : 94.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 3.00 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)

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

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:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$33.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{33.33}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

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

ε : Factor de reducción.

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

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

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 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 $V_{c,Rd}$.

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

$$0.38 \text{ kN} \leq 42.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1 + 1.5 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.38} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.00 \text{ kN} \leq 42.77 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.092} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.264} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.244} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.250 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{13.39} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{0.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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** : 2

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 11.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$

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)

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

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

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

$$k_y : 1.17$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.17$$

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

$$C_{m,y} : 0.95$$

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

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

$$\chi_y : 0.21$$

$$\chi_z : 0.21$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 1.91$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.91$$

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+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

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

$$0.38 \text{ kN} \leq 42.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.38 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 85.28 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.006 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.05$ kN·m

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : 8.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 56.44$ 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 Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.005 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.39$ 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:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 85.25 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 85.28$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.06$ MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 56.45$ 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 Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{85.36} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.33} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{56.45} \text{ cm}^3$$

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.

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

4.3.2 Diagonal

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
1.1.4.- Medición de superficies	131
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N74/N10	N74/N10	L 75 x 75 x 6 (L)	8.212	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N74/N10

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	L 75 x 75 x 6, (L)	8.73	4.14	4.14	45.57	45.57	1.04
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
L	L 75 x 75 x 6	0.300	8.212	2.464
Total				2.464

2.- CARGAS

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.

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.027 m	2.053 m	3.080 m	4.106 m	5.133 m	6.159 m	7.186 m	8.212 m
N74/N10	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
		My	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	1.027 m	2.053 m	3.080 m	4.106 m	5.133 m	6.159 m	7.186 m	8.212 m
	Q	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		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
	V(0°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		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
	V(0°) H2	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103
		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
	V(90°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	5.722	5.722	5.722	5.722	5.722	5.722	5.722	5.722	5.722
		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
	V(90°) H2	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754	5.754
		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	
V(180°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	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	
V(180°) H2	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	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	
V(270°) H1	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	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	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.027 m	2.053 m	3.080 m	4.106 m	5.133 m	6.159 m	7.186 m	8.212 m
	V(270°) 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
	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	0.000	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) 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

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)
N74/N10	7.186	0.00	4.619	0.00	7.186	0.00	6.672	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

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

Barra N74/N10

Perfil: L 75 x 75 x 6
Material: Acero (S275)

Perfil: L 75 x 75 x 6
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 _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N74	N10	8.212	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
 C₁: 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.

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{8.73} \text{ cm}^2$$

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H2.

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

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{8.34} \text{ kN}$$

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_{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.

4.4 Arriostramiento de fachada lateral

La cruz de San Andrés es un elemento de arriostramiento que se coloca en la fachada lateral entre el pórtico de fachada y el pórtico interior consecutivo. Forma parte del sistema contra viento, y es la encargada de transmitir los esfuerzos desde la viga contra viento hasta la cimentación, a través de los pilares y un conjunto de montantes (1) y diagonales (2).

Las diagonales trabajan a tracción y son las encargadas de transmitir los esfuerzos a la base del pilar. Estas diagonales se duplican, al igual que en la VCV, por las mismas razones, poder responder ante el viento de una dirección en ambos sentidos.

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que los perfiles necesarios para cada uno de los elementos de la cruz de San Andrés son:

-Montantes: #100x3

-Diagonales: L75x75x6

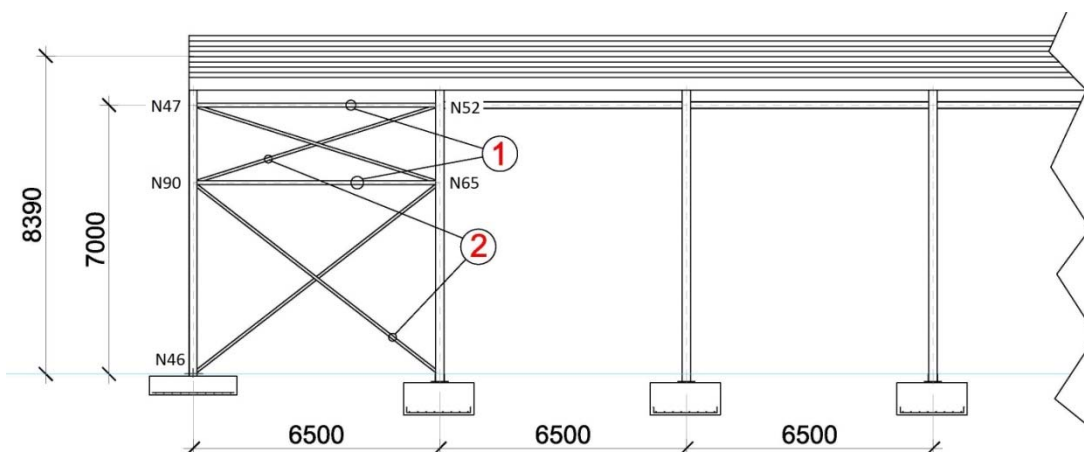


Figura 4. Arriostramiento lateral

La numeración de la imagen (N47, N52, N90, N65, N46) se corresponde a las referencias que proporciona CYPE a la hora de nombrar los distintos elementos a comprobar.

A continuación se exponen los listados de cálculo:

4.4.1 Montante

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N47/N52	N47/N52	#100x3 (Huecos cuadrados)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N90/N65	N90/N65	#100x3 (Huecos cuadrados)	6.500	1.00	1.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N47/N52 y N90/N65

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Av _y (cm ²)	Av _z (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	#100x3, (Huecos cuadrados)	11.30	4.85	4.85	174.09	174.09	279.99
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>Av_y</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>Av_z</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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
N47/N52	Peso propio	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N90/N65	Peso propio	Uniforme	0.087	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

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

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	
N47/N52	Peso propio	N	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428	-0.428
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-0.352	-0.282	-0.211	-0.140	-0.070	0.001	0.072	0.142	0.213	0.283
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-0.45	-0.19	0.01	0.15	0.23	0.26	0.23	0.15	0.00	0.00
		Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	Q	N	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280
		Vy	-0.001	-0.001	-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	0.000	0.000
		Mt	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		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	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246	-3.246
		Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
		Vz	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Mt	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		My	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
		Mz	0.17	0.12	0.07	0.02	-0.03	-0.08	-0.13	-0.18	-0.23	-0.23
	V(0°) H2	N	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083
		Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
		Vz	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Mt	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
		My	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
		Mz	0.17	0.12	0.07	0.02	-0.03	-0.08	-0.13	-0.18	-0.23	-0.23
V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	
	Vz	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
	Mt	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	
	My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
	Mz	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	
V(90°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	
	Vz	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
	Mt	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	
	My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	Mz	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	
V(180°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	13.577	
	Vz	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
	Mt	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	
	My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	Mz	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	
V(180°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	13.840	
	Vz	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
	Mt	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	
	My	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
	Mz	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	

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
	V(270°) H1	Mz	0.10	0.08	0.05	0.02	0.00	-0.03	-0.06	-0.09	-0.11
		N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041
		Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Mt	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		My	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01
		Mz	-0.12	-0.08	-0.05	-0.02	0.02	0.05	0.08	0.12	0.15
	V(270°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041	-0.041
		Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		Mt	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		My	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01
		Mz	-0.11	-0.08	-0.05	-0.02	0.02	0.05	0.08	0.12	0.15
		N(EI)	N	-0.456	-0.456	-0.456	-0.456	-0.456	-0.456	-0.456	-0.456
	Vy	-0.001	-0.001	-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	0.000	0.000
	Mt	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
	My	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352	-0.352
		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	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		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	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	
	Vy	-0.001	-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	0.000	
	Mt	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-0.01	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/N6 5	Peso propio	N	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
		Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		Vz	-0.283	-0.213	-0.142	-0.071	-0.001	0.070	0.141	0.211	0.282
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	-0.31	-0.10	0.04	0.13	0.16	0.13	0.04	-0.10	-0.30
		Mz	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03
		Q	N	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155
	Vy		0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	Vz		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
	My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz		0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03

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	
	V(0°) H1	N	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623	-3.623
		Vy	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.07	0.03	-0.02	-0.06	-0.11	-0.15	-0.20	-0.24	-0.29	-0.29
	V(0°) H2	N	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449	-3.449
		Vy	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.05	0.01	-0.02	-0.06	-0.10	-0.14	-0.18	-0.21	-0.25	-0.25
	V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979	13.979
		Vz	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
		Mt	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
		Mz	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
		My	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.08
	V(90°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694	13.694
		Vz	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
		Mt	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
		Mz	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		My	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.08
	V(180°) H1	N	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470	-4.470
		Vy	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
		Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		Mz	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.04	0.01	-0.01	-0.03	-0.06	-0.08	-0.10	-0.13	-0.15	-0.15
	V(180°) H2	N	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202	-4.202
		Vy	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
		Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mz	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.04	0.01	-0.01	-0.03	-0.05	-0.08	-0.10	-0.12	-0.15	-0.15
	V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036	23.036
		Vz	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049
		Mt	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030
		Mz	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
		My	-0.11	-0.08	-0.06	-0.04	-0.01	0.01	0.04	0.06	0.09	0.09
	V(270°) H2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097	23.097
		Vz	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		Mt	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030

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
		My	-0.11	-0.09	-0.06	-0.04	-0.01	0.01	0.04	0.06	0.09
		Mz	-0.07	-0.03	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21	0.25
	N(EI)	N	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252	-0.252
		Vy	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	-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
		Mz	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05
	N(R) 1	N	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372	-0.372
		Vy	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
		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	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05
	N(R) 2	N	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
		Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz	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
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02

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.

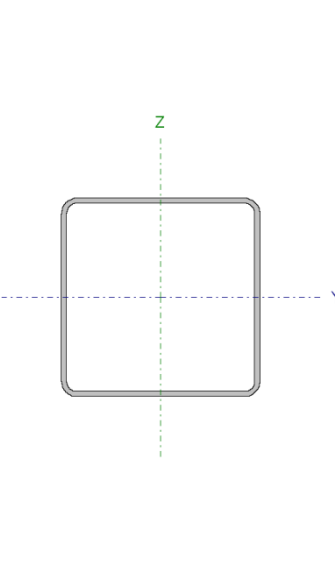
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

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)
N47/N52	4.469	0.69	3.656	2.38	4.875	1.12	3.656	2.71
	4.469	L/(>1000)	3.656	L/(>1000)	4.469	L/(>1000)	3.656	L/(>1000)
N90/N65	4.063	1.89	3.250	1.15	4.063	3.29	2.844	1.33
	4.063	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	4.063	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)

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

Barra N47/N52

Perfil: #100x3
Material: Acero (S275)

Perfil: #100x3 Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	N47	N52	6.500	11.30	174.09	174.09
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		6.500	6.500	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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.91 ✓

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 : 11.30 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} : 85.40 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} : 85.40 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} : 85.40 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 : 174.09 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>174.09</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>279.99</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>6.500</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>6.500</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>5.55</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>3.93</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.	i_z : <u>3.93</u> cm
	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:

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

$$31.33 \leq 418.82 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>94.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>3.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.64</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>3.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.40</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)

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:

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

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{33.67} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$$

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: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{62.95} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$$

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.

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

$$\chi_y : \underline{0.21}$$

$$\chi_z : \underline{0.21}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{2.74}$$

$$\phi_z : \underline{2.74}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.91}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

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

$$N_{cr} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{85.40} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: 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:

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

$$\eta : \underline{0.063} \checkmark$$

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 N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$$

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

f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.032 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

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

M_{Ed}^+ : 0.21 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

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

M_{Ed}^- : 0.35 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 11.09 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: 2

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

$W_{pl,z}$: 42.35 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)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.49}$ kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{5.64}$ cm²

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma. $d : \underline{94.00}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{3.00}$ 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 31.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{31.33}$

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

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

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

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

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

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:

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

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

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

V_{Ed} : 0.10 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 85.55 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 5.66 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 11.30 cm²

d : Altura del alma.

d : 94.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 3.00 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:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.33 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

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

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

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

ε : Factor de reducción.

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.49 \text{ kN} \leq 42.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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. $V_{Ed} : \underline{0.49} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.10 \text{ kN} \leq 42.77 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.191} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.631} \quad \checkmark$$

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

η : 0.605 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>33.54</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>0.70</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.16</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>2</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>295.88</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>11.09</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>11.09</u> kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : <u>11.30</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>42.35</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>42.35</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa
Siendo: f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	f_y : <u>275.00</u> MPa γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.43}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.43}$$

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>0.21</u> χ_z : <u>0.21</u>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

λ̄_y, λ̄_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	λ̄_y : <u>1.91</u> λ̄_z : <u>1.91</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·V(270°)H1.

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

$$0.49 \text{ kN} \leq 42.26 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.49} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{84.52} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

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

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{T,Rd} : \underline{8.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{56.44} \text{ cm}^3$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.48 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 84.52 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 85.28 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 1.36 \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 56.45 \text{ cm}^3$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta < 0.001 \checkmark$$

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. $V_{Ed} : 0.00 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 84.78 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 85.55 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 1.36 \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{56.45} \text{ cm}^3$$

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.

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

Barra N90/N65

Perfil: #100x3 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	N65	6.500	11.30	174.09	174.09	279.99	
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	6.500	6.500	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.

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

$\bar{\lambda}$: 1.91 ✓

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 : 11.30 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} : 85.40 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} : 85.40 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} : 85.40 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>174.09</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>174.09</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>279.99</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>6.500</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>6.500</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>5.55</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>3.93</u> cm
	i_z : <u>3.93</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:

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

$$31.33 \leq 418.82 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>94.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>3.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.64</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>3.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.40</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:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

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

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

$$N_{t,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.116} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.545} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{34.32} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

deformación 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.

$$A : \underline{11.30 \text{ cm}^2}$$

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: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{62.95 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$A : \underline{11.30 \text{ cm}^2}$$

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.

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

$$\chi_y : \underline{0.21}$$

$$\chi_z : \underline{0.21}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{2.74}$$

$$\phi_z : \underline{2.74}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.91}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

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

$$N_{cr} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{85.40 \text{ kN}}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

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 N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N65, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N65, 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.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,z} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.43} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.64} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{94.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 31.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 31.33

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

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

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

ε : Factor de reducción. 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)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce 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} : 0.10 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 5.66 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 11.30 cm²

d : Altura del alma. d : 94.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 3.00 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 : <u>275.00</u> MPa
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : <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:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 33.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

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

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

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

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

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 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.43 \text{ kN} \leq 42.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.43 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 85.28 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.10 \text{ kN} \leq 42.77 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{85.55} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.175} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.620} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.596} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{34.10} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed} : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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 : <u>2</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{295.88} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{11.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A : Área de la sección bruta.	$A : \underline{11.30} \text{ cm}^2$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{42.35} \text{ cm}^3$
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)

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

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

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

$$k_y : 1.43$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.43$$

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

$$C_{m,y} : 0.95$$

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

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

$$\chi_y : 0.21$$

$$\chi_z : 0.21$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 1.91$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.91$$

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·V(270°)H2.

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

$$0.43 \text{ kN} \leq 42.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.43 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 84.94 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.027 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : 8.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 56.44 \text{ cm}^3$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.005 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.38 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : 84.94 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 85.28 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.60 \text{ MPa}$

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 56.45 \text{ cm}^3$

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

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

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \qquad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

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} : 0.02 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.03 kN·m

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd} \qquad V_{pl,T,Rd}: \underline{85.20} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 85.55 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.60 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 56.45 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

4.4.2 Diagonal

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N46/N65	N46/N65	L 75 x 75 x 6 (L)	8.201	0.00	0.00	-	-
		N65/N47	N65/N47	L 75 x 75 x 6 (L)	6.801	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N46/N65 y N65/N47

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	L 75 x 75 x 6, (L)	8.73	4.14	4.14	45.57	45.57	1.04
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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.

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

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
N46/N65	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
		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

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
		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	17.002	17.002	17.002	17.002	17.002	17.002	17.002	17.002	17.002
		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	16.778	16.778	16.778	16.778	16.778	16.778	16.778	16.778	16.778
		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	20.616	20.616	20.616	20.616	20.616	20.616	20.616	20.616	20.616
		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°) H2	N	20.262	20.262	20.262	20.262	20.262	20.262	20.262	20.262	20.262
		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	11.047	11.047	11.047	11.047	11.047	11.047	11.047	11.047	11.047	
	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	10.720	10.720	10.720	10.720	10.720	10.720	10.720	10.720	10.720	
	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	
V(270°) 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	

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
		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	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472
		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	0.850 m	1.700 m	2.550 m	3.400 m	4.250 m	5.101 m	5.951 m	6.801 m
N65/N47	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
		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

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.850 m	1.700 m	2.550 m	3.400 m	4.250 m	5.101 m	5.951 m	6.801 m	
	V(90°) H1	N	0.000	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	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°) H2	N	0.000	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	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	0.000	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	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	0.000	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	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	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	18.043	
	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°) H2	N	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	18.108	
	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(EI)	N	0.000	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	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	0.000	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	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	0.850 m	1.700 m	2.550 m	3.400 m	4.250 m	5.101 m	5.951 m	6.801 m	
	N(R) 2	N	0.000	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	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

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)
N46/N65	7.176	0.00	7.176	0.00	7.176	0.00	7.688	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N65/N47	5.951	0.00	4.250	0.00	5.951	0.00	4.250	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

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

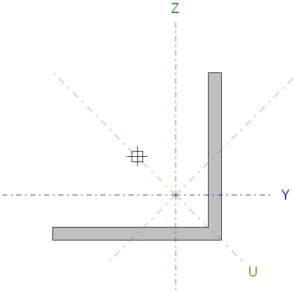
Barra N46/N65

Perfil: L 75 x 75 x 6
Material: Acero (S275)

Perfil: L 75 x 75 x 6
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 _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N46	N65	8.201	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
 C₁: 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.

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$A : \underline{8.73} \text{ cm}^2$$

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.138} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{31.51} \text{ kN}$$

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_{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 N65/N47

Perfil: L 75 x 75 x 6 Material: Acero (S275)											
Nudos		Longitud d (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)	
N65	N47	6.801	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.

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$A : \underline{8.73} \text{ cm}^2$$

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

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

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:

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

$$\eta : \underline{0.118} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{26.88} \text{ kN}$$

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_{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.

4.5 Viga perimetral

Este perfil (marca 1 en la imagen) une las cabezas de todos los pilares de pórticos interiores, y garantiza el arriostramiento de éstos en el plano perpendicular al pórtico. Por tanto los pilares se pueden considerar apoyados en la cabeza y empotrados en la base. Si no se dispusiera este elemento, los pilares se comportarían como un voladizo, facilitando el pandeo. Esto requeriría secciones más grandes, lo que incrementaría el coste.

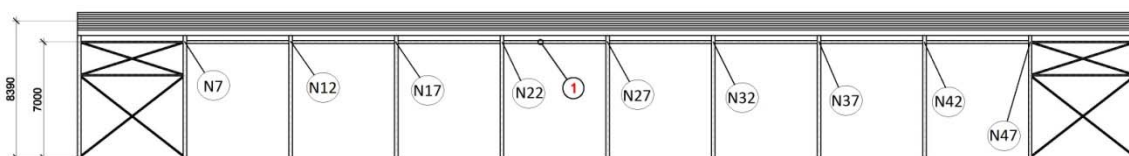


Figura 5. Viga perimetral

Tras el análisis presentado en el anexo de cálculo, se determina que el perfil necesario para la viga perimetral es un IPE180.

Para el dimensionamiento de esta viga basta con tomar un tramo entre dos pórticos, ya que los esfuerzos en todas las secciones son los mismos.

La numeración de la imagen (N7-N47) se corresponde a las referencias que proporciona CYPE a la hora de nombrar los distintos elementos a comprobar. El tramo a comprobar será el N7-N12.

A continuación se exponen los listados de cálculo:

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA	9
1.1.- Barras	9
1.1.1.- Materiales utilizados	9
1.1.2.- Descripción	9
1.1.3.- Características mecánicas	9
2.- CARGAS	9
2.1.- Barras	9
3.- RESULTADOS	11
3.1.- Barras	11
3.1.1.- Esfuerzos	11
3.1.2.- Flechas	15
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)	15

1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N7/N12	N7/N12	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N12/N17	N12/N17	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N17/N22	N17/N22	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N22/N27	N22/N27	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N27/N32	N27/N32	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N32/N37	N32/N37	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N37/N42	N37/N42	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
		N42/N47	N42/N47	IPE 180 (IPE)	6.500	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N7/N12, N12/N17, N17/N22, N22/N27, N27/N32, N32/N37, N37/N42 y N42/N47

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 180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1317.00	100.90	4.79
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>A_{vy}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>A_{vz}</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>I_{yy}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>I_{zz}</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>I_t</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.- CARGAS

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
N7/N12	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N17	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N22	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N27	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N32	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N37	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N42	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N47	Peso propio	Uniforme	0.184	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

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)

3.1.1.1.- Hipótesis

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	
N7/N12	Peso propio	N	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.598	-0.449	-0.299	-0.150	0.000	0.150	0.299	0.449	0.598	0.598
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.43	0.73	0.91	0.97	0.91	0.73	0.43	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	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
		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	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440	20.440
		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	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409	20.409
		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	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	-5.454	
	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°) H2	N	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	-5.466	
	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	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	15.057	
	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	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	15.007	
	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	0.813 m	1.625 m	2.438 m	3.250 m	4.063 m	4.875 m	5.688 m	6.500 m
		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	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552	-4.552
		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°) H2	N	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-4.566
		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
	N(EI)	N	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		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	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178
		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	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	
	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	

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)
N7/N1	4.469	0.00	3.250	1.56	4.469	0.00	3.250	1.56
2	-	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)

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

Barra N7/N12

Perfil: IPE 180		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	6.500	23.90	1317.00	100.90	4.79	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β		0.00	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 comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

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: 2

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

A: 23.90 cm²

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

f_y: 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr}: ∞

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:

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

$$30.94 \leq 250.32 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>164.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.30</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>8.69</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>7.28</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:

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

$$\eta : \underline{0.050} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>31.12</u> kN
--------------------------------------------------------------	------------------------------

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

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$: <u>625.95</u> kN
-----------------------------	-------------------------------

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>23.90</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

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

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.06 kN

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

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{c,Rd}$: 625.95 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 : 23.90 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)

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.030 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.250 m del nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

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

M_{Ed}^+ : 1.31 kN·m

Para flexión negativa:

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

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 43.58 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

$W_{pl,y}$: 166.40 cm³

con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

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)

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.006 ✓

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} : 0.81 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 144.26 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 9.54 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 180.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.30 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 30.94 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 30.94

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

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

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

ε : Factor de reducción. 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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.71 \text{ kN} \leq 72.13 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.406 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.71 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 144.26 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:

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

$$\eta : \underline{0.080} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.250 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.

$$N_{t,Ed} : \underline{31.12} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{1.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{625.95} \text{ kN}$$

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.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{43.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{9.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

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 0.406 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$0.71 \text{ kN} \leq \underline{72.13} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.71} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{144.26} \text{ kN}$$

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.

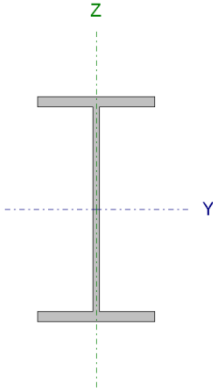
4.6 Correas

4.6.1 Correas laterales

Las correas laterales son las encargadas de sostener el cerramiento de fachada, y normalmente se utiliza una viga del tipo IPE. Estas se disponen longitudinalmente en la fachada lateral.

En nuestro caso tenemos un perfil IPE 140.

A continuación se exponen los listados de cálculo (solamente se calcula una correa lateral):

Perfil: IPE 140 Material: S275		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
		Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		0.000, 6.500, 0.600	0.000, 0.000, 0.600	6.500	16.40	541.20	44.92	2.45
		Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
		β	1.00	0.00	0.00			
		L _K	6.500	0.000	0.000			
		C _m	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						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.083 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m η = 36.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 6.5 m η = 5.7	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.083 m η < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 36.1
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>126.20</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.70</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>5.93</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>5.04</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.361} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{0.000}$ t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.250 m del nudo 0.000, 6.500, 0.600, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(270°) H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{0.852}$ t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{2.358}$$
 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y} :** 88.34 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.057 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.600, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(270°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 0.574 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd} : 10.142 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 6.58 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h :** 140.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 4.70 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : <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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 26.85 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w : <u>26.85</u>
----------------------------------	----------------------------

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{m\acute{a}x}$: <u>64.71</u>
--------------------------------------------	----------------------------------------

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.	ε : <u>0.92</u>
--------------------------------------	-----------------------------

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref} : <u>2395.51</u> kp/cm ²
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.331 \text{ t} \leq 5.071 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.083 m del nudo 0.000, 6.500, 0.600, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : <u>0.331</u> t
-------------------------------------------------------------	---------------------------

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd}$: <u>10.142</u> t
-------------------------------------------------------	------------------------------

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 99.42 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 6.500, 0.600

Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.600

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(270^\circ)$ H2 a una distancia 3.250 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 541 \text{ cm}^4$) ($I_z = 45 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	20	183.85	6.13
Correas laterales	14	180.24	6.01

4.6.2 Correas de cubierta

Las correas son las encargadas de sujetar la cubierta. Estas tienen la misma longitud que los faldones (65m, longitud total de la nave) y se colocan sobre las jácenas, de forma perpendicular al plano del pórtico.

A diferencia del resto de la estructura, las correas son de acero conformado en frío.

El perfil utilizado es de tipo CF 275x2.5, y la orientación es fundamental, ya que influye en la correcta transmisión de cargas a las jácenas. La parte abierta del perfil debe estar apuntando a la cumbre de la nave.

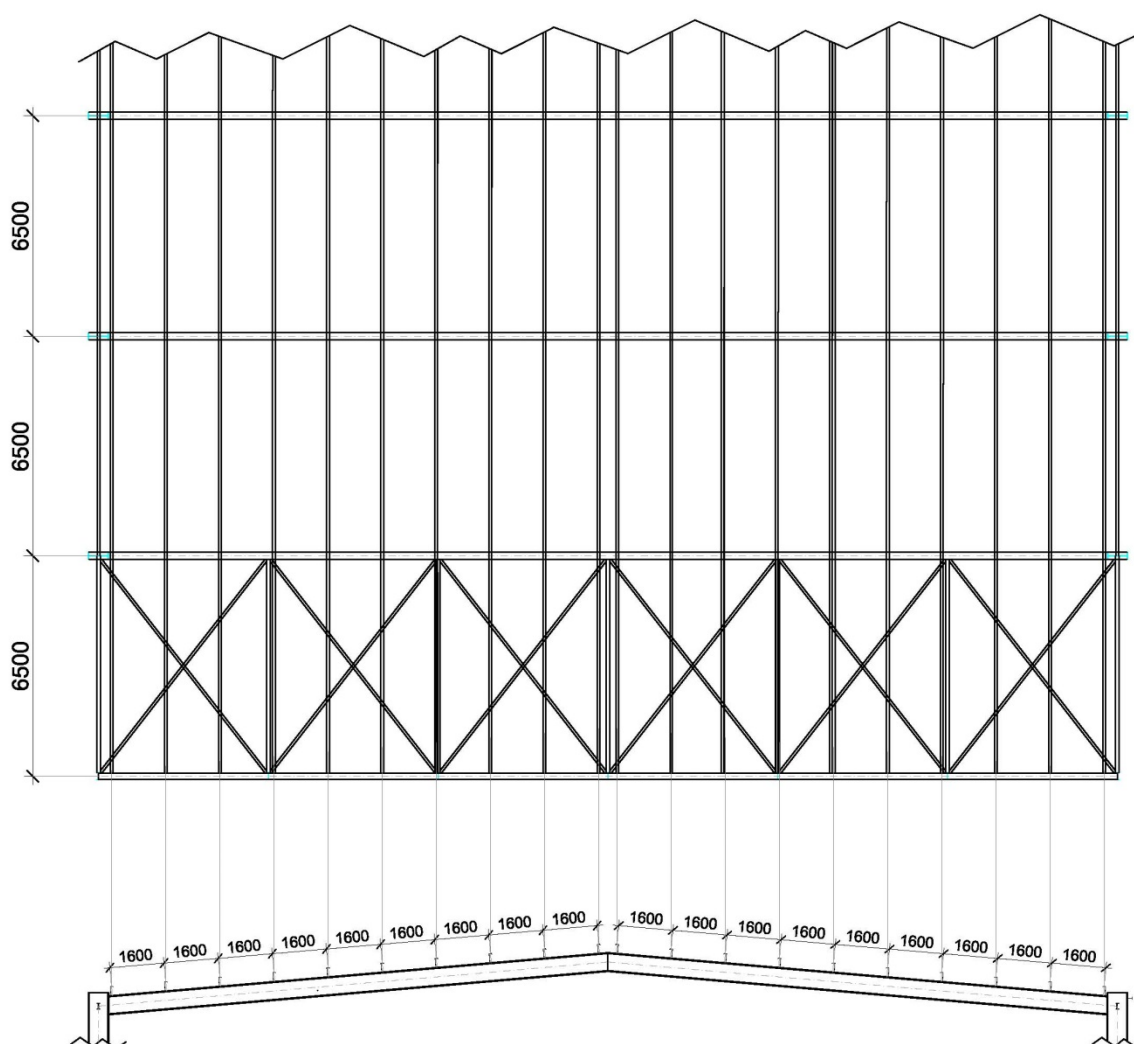



Figura 6. Correas de cubierta

A continuación se exponen los listados de cálculo (solo se realiza el cálculo para una correa de cubierta):

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-275x2.5	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.75 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 84.84 %
Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-275x2.5									
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)
	0.872, 6.500, 7.076	0.872, 0.000, 7.076	6.500	11.71	1294.29	96.39	0.24	- 18.61	0.00
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
	Pandeo		Pandeo lateral						
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β	0.00	1.00	0.00	0.00					
L _k	0.000	6.500	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	$\bar{\lambda}$	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 en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m η = 84.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 6.5 m η = 18.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 84.8
Notación: b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y M _z : Resistencia a flexión. Eje Z M _y M _z : Resistencia a flexión biaxial V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : 106.0 \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{28.0} \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c / t : \underline{8.0} \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c / b : \underline{0.286}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{265.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{70.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{20.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

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:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.848} \checkmark$$

Para flexión positiva:

$M_{v,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{v,Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.250 m del nudo 0.872, 6.500, 7.076, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{v,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{v,Ed}^- : \underline{1.698} \text{ t}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{2.002} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{eff} : \underline{87.74} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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 no hay momento flector.

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.185} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.872, 0.000, 7.076, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.096} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{b,Rd} : \underline{5.913} \text{ t}$$

Donde:

h_w : Altura del alma. h_w : 270.30 mm
 t : Espesor. t : 2.50 mm
 ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal. ϕ : 90.0 grados
 f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w \quad f_{bv} : \underline{918.82} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w : \underline{1.25}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140672.78} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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: 98.27 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.872, 65.000, 7.076

Coordenadas del nudo final: 0.872, 58.500, 7.076

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(180^\circ)$ H1 a una distancia 3.250 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 1294 \text{ cm}^4$) ($I_z = 96 \text{ cm}^4$)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.20 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 36.12 %

Barra pésima en lateral

4.7 Placas de anclaje

Debido a que los pilares no podrían asentarse directamente sobre la cimentación (ésta no resistiría las tensiones) se colocan placas metálicas de unión entre estos dos elementos. La unión de la placa con las zapatas se realizará con pernos de anclaje sumergidos en el hormigón.

En la presente obra tenemos tres tipos de placas de anclaje:

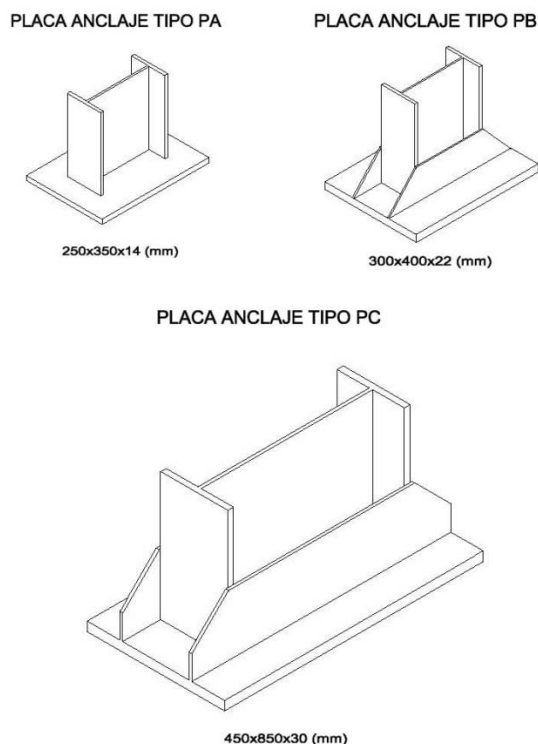


Figura 7. Placas de anclaje. Tipos

A la hora de realizar los cálculos, se comprobará una placa de cada tipo. Se presenta una tabla con el tipo de zapata que se instala en cada pilar, referenciado en CYPE como un nudo N. Para más información consultar planos nº 4 y 7.

DEFINICIÓN	NUDOS
Placa de Anclaje tipo A	3, 1, 51, 53
Placa de Anclaje tipo B	80, 79, 72, 76, 75, 59, 60, 56, 63, 64
Placa de Anclaje tipo C	8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48, 46, 41, 36, 31, 26, 21, 16, 11, 6

Tabla 1: Placas de anclaje

A continuación se adjuntan los listados de cálculo proporcionados por el CYPE:

ÍNDICE

1.- ESTRUCTURA	9
1.1.- Placas de anclaje	9
1.1.1.- Descripción	9
1.1.2.- Medición placas de anclaje	9
1.1.3.- Medición pernos placas de anclaje	9
1.1.4.- Comprobación de las placas de anclaje	131

1.- ESTRUCTURA

1.1.- Placas de anclaje

1.1.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N51,N53	Ancho X: 250 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 14 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø14 mm L=50 cm Prolongación recta
N6,N8,N11,N13, N16,N18,N21, N23,N26,N28, N31,N33,N36, N38,N41,N43, N46,N48	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 850 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x80x9.0)	8Ø32 mm L=65 cm Patilla a 90 grados
N56,N59,N60, N63,N64,N72, N75,N76,N79, N80	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 22 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	6Ø16 mm L=35 cm Prolongación recta

1.1.2.- Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N51, N53	S275	4 x 9.62	
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48	S275	18 x 112.07	
N56, N59, N60, N63, N64, N72, N75, N76, N79, N80	S275	10 x 23.16	
			2287.21
Totales			2287.21

1.1.3.- Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N51, N53	16Ø14 mm L=55 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 x 0.55	16 x 0.66		
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48	144Ø32 mm L=104 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	144 x 1.04	144 x 6.58		
N56, N59, N60, N63, N64, N72, N75, N76, N79, N80	60Ø16 mm L=41 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	60 x 0.41	60 x 0.64		
					183.41	997.26
Totales					183.41	997.26

1.1.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 250 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 14 mm -Pernos: 4Ø14 mm L=50 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 59.83 kN Calculado: 41.87 kN Máximo: 41.88 kN Calculado: 10.58 kN Máximo: 59.83 kN Calculado: 56.98 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 49.28 kN Calculado: 42.68 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 307.049 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 107.8 kN Calculado: 10.58 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 248.745 MPa Calculado: 194.733 MPa Calculado: 219.901 MPa Calculado: 167.77 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 489.563 Calculado: 860.104 Calculado: 979.012 Calculado: 1040.18	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N6 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 850 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=65 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x80x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 32 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 187.93 kN Máximo: 161.79 kN Calculado: 21.73 kN Máximo: 231.13 kN Calculado: 218.98 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 187.93 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 239.464 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 528 kN Calculado: 21.73 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 59.5946 MPa Calculado: 58.9907 MPa Calculado: 168.659 MPa Calculado: 115.057 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 19995.2 Calculado: 36471.4 Calculado: 8977.28 Calculado: 12412.8	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 174.4 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 850 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=65 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x80x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 32 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 188.09 kN Máximo: 161.79 kN Calculado: 21.74 kN Máximo: 231.13 kN Calculado: 219.15 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 188.09 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 239.661 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 528 kN Calculado: 21.74 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 59.6441 MPa Calculado: 59.0407 MPa Calculado: 115.134 MPa Calculado: 168.803 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 20410.3 Calculado: 36509 Calculado: 12404.2 Calculado: 8969.39	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 174.549 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5 CIMENTACIONES

5.1 ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO

Como base de anclaje para los pilares y elemento que trasmite las tensiones de éstos al terreno, se colocan las zapatas. Al tener distintos tipos de pilares, se han generado distintas configuraciones de zapata. Hemos reducido todos estos tipos a solamente tres, sobredimensionando el resto (es decir, poniéndonos del lado de la seguridad).

Uniendo las zapatas entre sí formando un perímetro rectangular tenemos las riostras o vigas de atado. Formadas por hormigón armado, su función es absorber las acciones horizontales que pueden recibir los cimientos bien de la estructura o bien del propio terreno, evitando el desplazamiento horizontal relativo entre ellos. En este proyecto se tienen dos tipos de vigas de atado:

En total se dispone de tres tipos diferentes de zapatas y dos tipos de vigas de atado. Para el cálculo bastará con dimensionar una zapata y una viga de atado de cada tipo.

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	kg B500S
Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5	83,6
Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	238,2
Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	81,4

Tabla 2. Zapatas. Características

Elemento	Uds	Long m	Anch m	Esp m	kg B500S
Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	26
Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	35,3

Tabla 3. Vigas de atado. Características

A continuación se adjuntan los listados de cálculo de los elementos de cimentación

ÍNDICE

1.- CIMENTACIÓN	9
1.1.- Elementos de cimentación aislados	9
1.1.1.- Descripción	9
1.1.2.- Medición	9
1.1.3.- Comprobación	9
1.2.- Vigas	223
1.2.1.- Descripción	223
1.2.2.- Medición	223
1.2.3.- Comprobación	225

1.- CIMENTACIÓN

1.1.- Elementos de cimentación aislados

1.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N1, N51 y N53	Zapata cuadrada Ancho: 205.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 11Ø12c/18 Sup Y: 11Ø12c/18 Inf X: 11Ø12c/18 Inf Y: 11Ø12c/18
N80, N79, N72, N76, N75, N59, N60, N56, N63 y N64	Zapata cuadrada Ancho: 230.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 10Ø12c/22 Sup Y: 10Ø12c/22 Inf X: 10Ø12c/22 Inf Y: 10Ø12c/22
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43 y N48	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 92.5 cm Ancho inicial Y: 42.5 cm Ancho final X: 92.5 cm Ancho final Y: 327.5 cm Ancho zapata X: 185.0 cm Ancho zapata Y: 370.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 27Ø12c/13 Sup Y: 13Ø12c/13 Inf X: 27Ø12c/13 Inf Y: 8Ø20c/22
N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95.0 cm Ancho inicial Y: 325.0 cm Ancho final X: 90.0 cm Ancho final Y: 45.0 cm Ancho zapata X: 185.0 cm Ancho zapata Y: 370.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 27Ø12c/13 Sup Y: 13Ø12c/13 Inf X: 27Ø12c/13 Inf Y: 8Ø20c/22

1.1.2.- Medición

Referencias: N3, N1, N51 y N53		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x1.89	20.79
	Peso (kg)	11x1.68	18.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x1.89	20.79
	Peso (kg)	11x1.68	18.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x1.89	20.79
	Peso (kg)	11x1.68	18.46
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x1.89	20.79
	Peso (kg)	11x1.68	18.46
Totales	Longitud (m)	83.16	
	Peso (kg)	73.84	73.84
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	91.48	
	Peso (kg)	81.22	81.22
Referencias: N80, N79, N72, N76, N75, N59, N60, N56, N63 y N64		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x2.14	21.4
		10x1.90	0
	Peso (kg)		19.0
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.14	21.4
		10x1.90	0
	Peso (kg)		19.0
			0

Referencias: N80, N79, N72, N76, N75, N59, N60, N56, N63 y N64		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x2.14		21.4
	Peso (kg)	10x1.90		0
				19.0
				0
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.14		21.4
	Peso (kg)	10x1.90		0
				19.0
				0
Totales	Longitud (m)	85.60		76.0
	Peso (kg)	76.00		
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	94.16		83.6
	Peso (kg)	83.60		
Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43 y N48		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	27x1.98		53.46
	Peso (kg)	27x1.76		47.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x3.92	31.36
	Peso (kg)			8x9.67
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	27x1.98		53.46
	Peso (kg)	27x1.76		47.46
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.83		49.79
	Peso (kg)	13x3.40		44.21
Totales	Longitud (m)	156.71	31.36	216.47
	Peso (kg)	139.13	77.34	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	172.38	34.50	238.12
	Peso (kg)	153.04	85.08	
Referencias: N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	27x1.98		53.46
	Peso (kg)	27x1.76		47.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x3.92	31.36
	Peso (kg)			8x9.67
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	27x1.98		53.46
	Peso (kg)	27x1.76		47.46

Referencias: N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø20	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.83		49.79
	Peso (kg)	13x3.40		44.21
Totales	Longitud (m)	156.71	31.36	216.47
	Peso (kg)	139.13	77.34	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	172.38	34.50	238.12
	Peso (kg)	153.04	85.08	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N1, N51 y N53	4x81.22		324.88	4x2.52	4x0.42
Referencias: N80, N79, N72, N76, N75, N59, N60, N56, N63 y N64	10x83.60		836.00	10x2.64	10x0.53
Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43 y N48	9x153.04	9x85.08	2143.08	9x5.82	9x0.68
Referencias: N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	9x153.04	9x85.08	2143.08	9x5.82	9x0.68
Totales	3915.60	1531.44	5447.04	141.26	19.29

1.1.3.- Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0248193 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0211896 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0410058 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 32.9 % Reserva seguridad: 73.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 19.15 kN·m Momento: 14.97 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 18.54 kN	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 14.03 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 95.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N80		
Dimensiones: 230 x 230 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0193257 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0202086 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.037278 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2299.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 33.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 10.15 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 32.59 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 11.28 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 40.52 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 78.9 kN/m ²	Cumple

Referencia: N80		
Dimensiones: 230 x 230 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/22 Yi: Ø12c/22 Xs: Ø12c/22 Ys: Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N80:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 56 cm	Cumple

Referencia: N80		
Dimensiones: 230 x 230 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/22 Yi: Ø12c/22 Xs: Ø12c/22 Ys: Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N13		
Dimensiones: 185 x 370 x 85		
Armados: Xi: Ø12c/13 Yi: Ø20c/22 Xs: Ø12c/13 Ys: Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0842679 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.119878 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.169713 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 9512.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 52.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 29.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 539.59 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 250.25 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 156.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
- N13:	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 76 cm Calculado: 77 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 185 x 370 x 85		
Armados: Xi: Ø12c/13 Yi: Ø20c/22 Xs: Ø12c/13 Ys: Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 185 x 370 x 85		
Armados: Xi: Ø12c/13 Yi: Ø20c/22 Xs: Ø12c/13 Ys: Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 234 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 229 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.2.- Vigas

1.2.1.- 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 [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 [N53-N64], C [N64-N63], C [N63-N56], C [N56-N60], C [N60-N59], C [N59-N51], C [N1-N75], C [N75-N76], C [N76-N72], C [N72-N79], C [N79-N80] y C [N80-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

1.2.2.- 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 [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)		2x6.5 1	13.0 2
	Peso (kg)		2x5.7 8	11.5 6
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.5 1	13.0 2
	Peso (kg)		2x5.7 8	11.5 6
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	17x1.3 3		22.6 1
	Peso (kg)	17x0.5 2		8.92
Totales	Longitud (m)	22.61 8.92	26.04 23.12	32.0 4
	Peso (kg)			
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	24.87 9.81	28.64 25.43	35.2 4
	Peso (kg)			
Referencias: C [N53-N64], C [N64-N63], C [N63-N56], C [N56-N60], C [N60-N59], C [N59-N51], C [N1-N75], C [N75-N76], C [N76-N72], C [N72-N79], C [N79-N80] y C [N80-N3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.0 1	10.0 2
	Peso (kg)		2x4.4 5	8.90
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.0 1	10.0 2
	Peso (kg)		2x4.4 5	8.90
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.3 3		14.6 3
	Peso (kg)	11x0.5 2		5.77
Totales	Longitud (m)	14.63 5.77	20.04 17.80	23.5 7
	Peso (kg)			
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.09 6.35	22.04 19.58	25.9 3
	Peso (kg)			

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza

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 [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]	20x9.8 1	20x25.4 3	704.80	20x0.73	20x0.1 8
Referencias: C [N53-N64], C [N64-N63], C [N63-N56], C [N56-N60], C [N60-N59], C [N59-N51], C [N1-N75], C [N75-N76], C [N76-N72], C [N72-N79], C [N79-N80] y C [N80-N3]	12x6.3 5	12x19.5 8	311.16	12x0.45	12x0.1 1
Totales	272.40	743.56	1015.9 6	19.98	5.00

1.2.3.- Comprobación

Referencia: C.1 [N3-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N8-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N8-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N13-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C.1 [N53-N64] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: C.1 [N53-N64] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ANEXO II. NORMATIVA URBANÍSTICA

PROYECTO DE REVISIÓN DE NORMAS SUBSIDIARIAS DE PLANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO DE MONFORTE DE LEMOS.-

1.- INDICE NORMATIVA URBANISTICA

INTRODUCCION

- 1.1.- Definición
- 1.2.- Ambito territorial
- 1.3.- Vigencia
- 1.4.- Regimen urbanistico del suelo
 - 1.4.1.- Clases de suelo
 - 1.4.2.- Suelo urbano
 - 1.4.3.- Suelo urbanizable
 - 1.4.4.- Suelo no urbanizable
 - 1.4.5.- Núcleo de población
- 1.5.- Ejecución del planeamiento

2.- NORMAS DE USO

- 2.1.- Clases de suelo
- 2.2.- Ambito de aplicación
- 2.3.- Simultaneidad y convivencia de usos
- 2.4.- Condición de incompatibilidad
- 2.5.- Uso residencial
- 2.6.- Uso industrial
- 2.7.- Uso comercial
- 2.8.- Uso dotacional
- 2.9.- Usos menores

3.- NORMAS DE VOLUMEN

- 3.1.- Definición
- 3.2.- Condiciones de posición
- 3.3.- Condiciones de parcelación
- 3.4.- Condiciones de edificación
- 3.5.- Condiciones de aprovechamiento o edificabilidad
- 3.6.- Condiciones de una parcela de suelo urbano para ser edificada

4.- REGULACION DEL SUELO URBANO

- 4.1.- Ordenanza CA : Casco Antiguo
- 4.2.- Ordenanza RC : Residencial Cerrada
- 4.3.- Ordenanza RA : Residencial Abierta
- 4.4.- Ordenanza D : Dotaciones



- 4.5.- Ordenanza I: Industrial
- 4.6.- Ordenanza EL: Espacio libre
- 4.7.- Ordenanza SF: Suelo ferroviario
- 4.8.- Ordenanza RM: Residencial mixta
- 4.9.- Ordenanza CD: Centros diferenciados
- 4.10.- Ordenanza NR: Núcleo rural
- 4.11.- Dotación de aparcamientos
- 4.12.- Grupos de ordenanzas

5.- REGULACION DEL SUELO URBANO

- 5.1.- Prescripción de uso
- 5.2.- Prescripción de aprovechamiento
- 5.3.- Prescripción de superposición
- 5.4.- Prescripción de dimensionado

6.- REGULACION DEL SUELO NO URBANIZABLE

- 6.1.- Clasificación del suelo no urbanizable
- 6.2.- Ordenanzas reguladoras
- 6.3.- Ordenanza SNU/N: Suelo no urbanizable normal
- 6.4.- Ordenanza SNU/PC: Suelo no urbanizable de protección de cauces
- 6.5.- Ordenanza SNU/PV: Suelo no urbanizable de protección de vías
- 6.6.- Ordenanza SNU/P: Suelo no urbanizable protegido
- 6.7.- Ordenanza SNU/A: Suelo no urbanizable de aldeas
- 6.8.- Condiciones de una parcela de suelo no urbanizable para ser edificada
- 6.9.- Línea de cerramiento en SNU

7.- NORMAS ESTÉTICAS Y DE PROTECCION

- 7.1.- Condiciones estéticas generales
- 7.2.- Condiciones de protección
- 8.- Normas higienico-sanitarias
- 8.1.- Condiciones específicas de viviendas
- 8.2.- Edificios fuera de ordenación
- 8.3.- Obras de conservación de edificios
- 8.4.- Acometidas de servicios
- 9.- Intervención en la edificación y uso del suelo
- 9.1.- Licencias
- 9.2.- Certificaciones urbanísticas



I.- INTRODUCCION

1.1.- DEFINICION

La presente Normativa Urbanística contiene, dentro de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal, las directrices sobre el uso del suelo y la edificación en todo el municipio.

Tales Normas han sido elaboradas de acuerdo con la vigente Ley de Régimen del Suelo y Ordenación Urbana y demás disposiciones aplicables.

Todos aquellos conceptos que no quedaran suficientemente explícitos o no indicados en esta Normativa, se regirán por los criterios que al respecto señale la Ley y tales disposiciones.

Asimismo, las Normas se redactan como sustitorias del Planeamiento Municipal y en este sentido se entenderá su contenido.

1.2.- AMBITO TERRITORIAL

Esta Normativa Urbanística se ejercerá sobre todo el término municipal.

1.3.- VIGENCIA

Las Normas Subsidiarias de Planeamiento tendrán vigencia indefinida hasta su revisión o sustitución por un Plan General.



1.4.- REGIMEN URBANISTICO DEL SUELO

1.4.1.- CLASES DE SUELO

El suelo de todo el término municipal se clasifica - en uno de los tres tipos siguientes: urbano, urbanizable y no urbanizable.

La división espacial del suelo se indica en los planos de organización espacial o en esta Normativa.

1.4.2.- SUELO URBANO

Suelo urbano es el que reúne algunas de las condiciones siguientes:

El que cuenta con acceso rodado, abastecimiento de agua, evacuación de aguas y suministro de energía eléctrica o por estar comprendido en áreas consolidadas por la edificación al menos en 2/3 de su superficie.

Los que en ejecución de estas Normas Subsidiarias lleguen a disponer de los mismos elementos urbanización a que se refiere el párrafo anterior.

1.4.3.- SUELO URBANIZABLE

Constituirán el suelo urbanizable los terrenos a los que las Normas Subsidiarias de Planeamiento declare aptos, en principio, para ser urbanizados.

Tal suelo urbanizable se entiende como suelo apto para urbanizar con arreglo a las prescripciones contenidas en estas Normas Subsidiarias de Planeamiento y según lo señalado en la normativa vigente.



1.4.4.- SUELO NO URBANIZABLE

Constituirán el suelo no urbanizable:

- a) Los que las Normas Subsidiarias no incluyen en alguno de los tipos de suelo a que se refieren los artículos anteriores.
- b) Los espacios que las Normas Subsidiarias determinen - por otorgarle una especial protección, a los efectos de la Ley del Suelo, en razón a su excepcional valor agrícola, forestal, o ganadero, de las posibilidades de explotación de sus recursos naturales, o de sus valores paisajísticos, históricos o culturales, o para la defensa de la fauna, la flora o el equilibrio ecológico.

1.4.5.- NUCLEO DE POBLACION

Asentamiento humano residente en 25 o mas viviendas agrupadas formando un entramado de vias o plazas o dispuestas linealmente sobre una o mas carreteras o caminos convergentes, sin mas limitación que la correspondiente a distancia inferior o igual a 100 ms. entre dos edificaciones.

La linea perimetral constituida por las tangenciales a las edificaciones del núcleo es la linea delimitadora del mismo



1.5.- EJECUCION DEL PLANEAMIENTO

La ejecución de las Normas Subsidiarias y de los Planes Parciales que desarrollan este Planeamiento se realizará en cualquiera de los siguientes niveles de agregación:

- a) Poligonos completos, partes o elementos diferenciados de los mismos.
- b) Sistemas generales completos o elementos de los mismos diferenciados.
- c) Unidades elementales.
- d) Actuaciones aisladas.

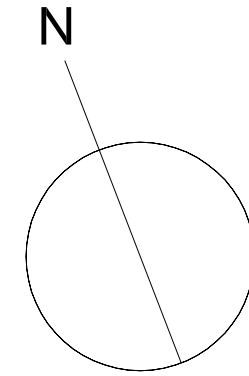
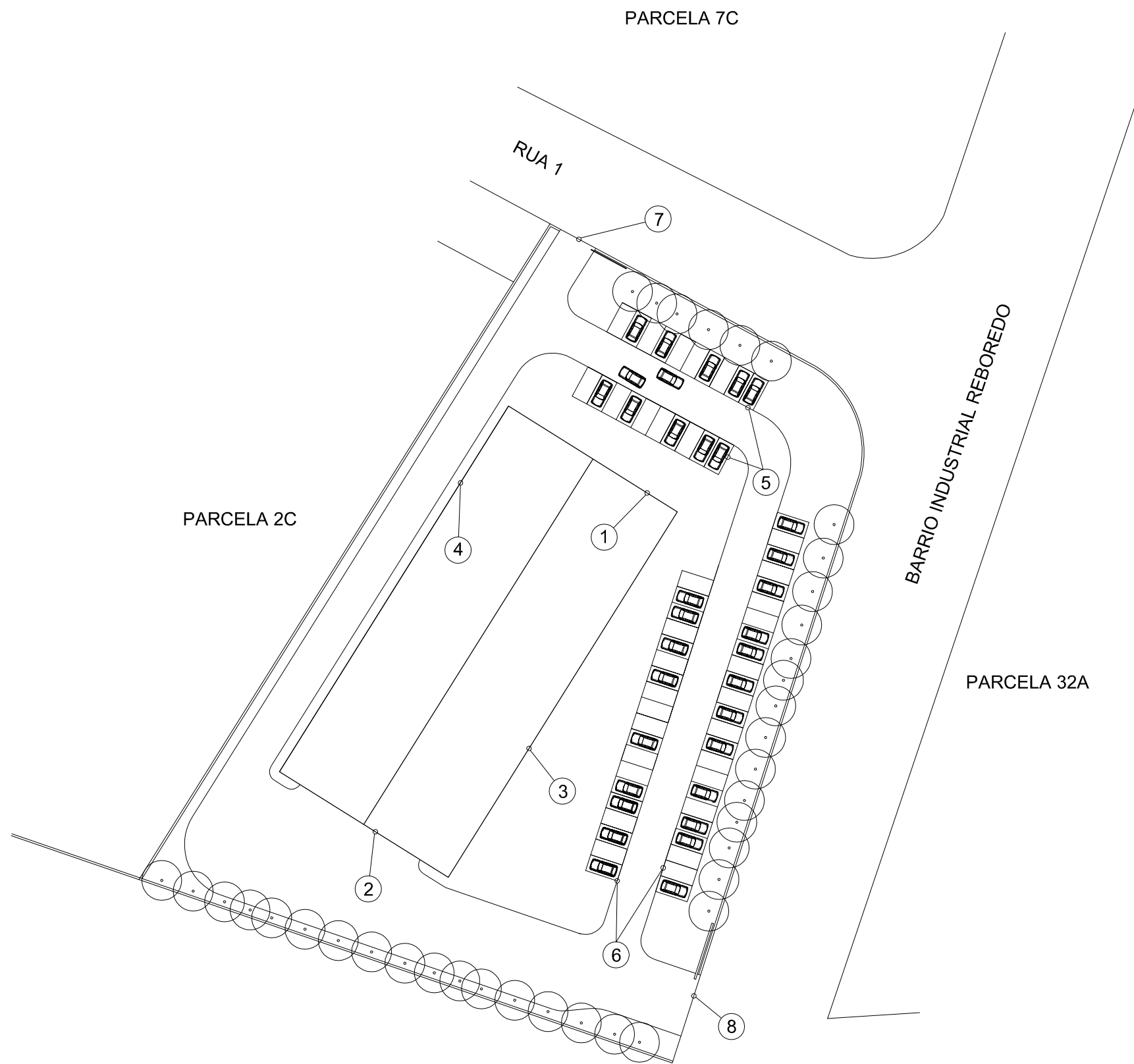
La delimitación del Sector, Poligono, o unidad de actuación, así como el sistema de actuación, será fijado por el Ayuntamiento o entidad urbanística competente en la iniciación de la actuación.



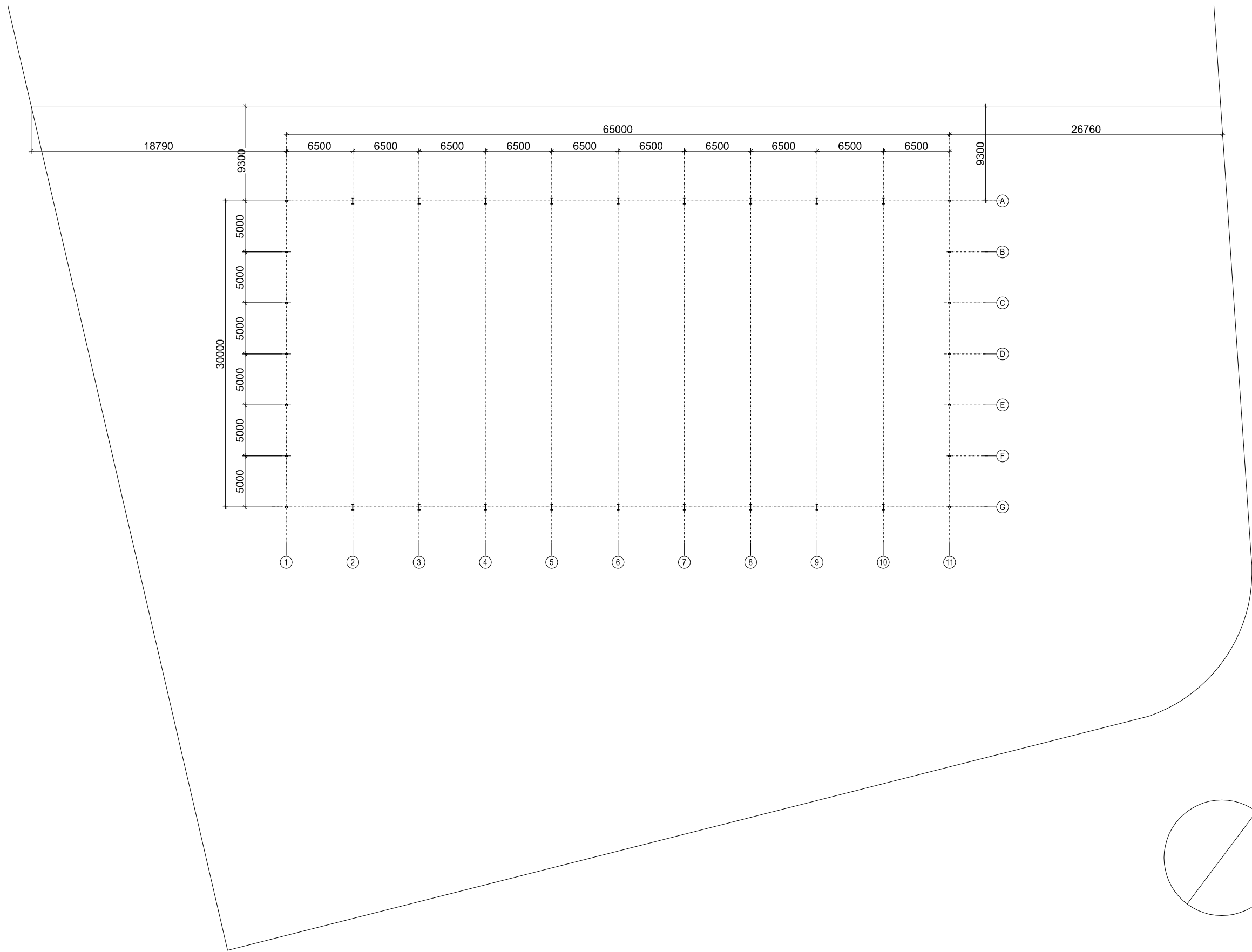
2. PLANOS

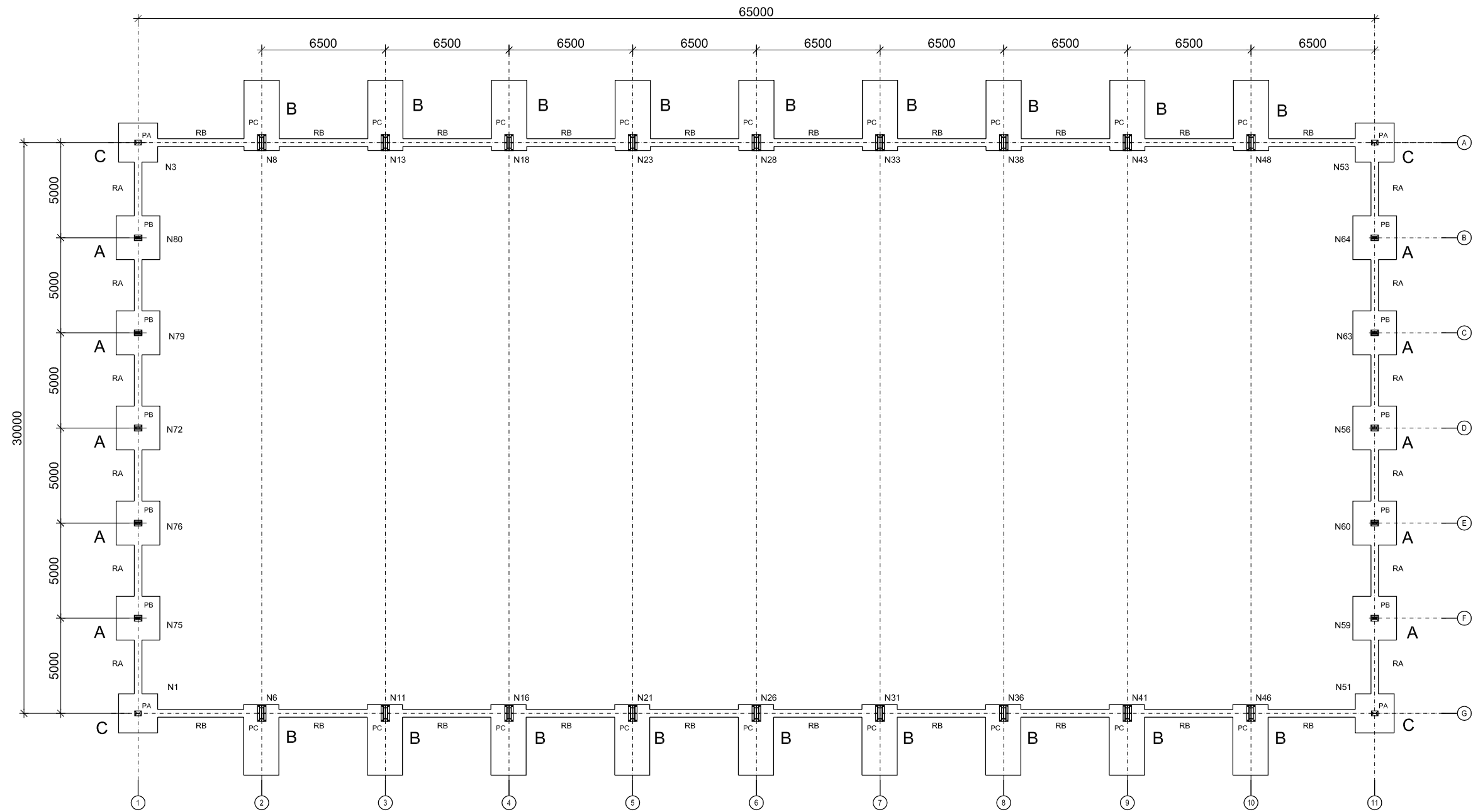
ÍNDICE DE PLANOS

- 1 LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO Y SITUACIÓN DE PARCELA
- 2 SITUACIÓN DE LA NAVE EN PARCELA SELECCIONADA
- 3 REPLANTEO
- 4 CIMENTACIÓN: PLANTA
- 5 CIMENTACIÓN. DETALLES I: ZAPATAS
- 6 CIMENTACIÓN. DETALLES II: ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO
- 7 CIMENTACIÓN. DETALLES III: PLACAS DE ANCLAJE
- 8 ESTRUCTURA. PLANTA Y FACHADA LATERAL
- 9 ESTRUCTURA. SECCIONES DE PÓRTICOS
- 10 ESTRUCTURA. DETALLES 1: CANALÓN Y PANEL SANDWICH
- 11 ESTRUCTURA. DETALLES II: UNIONES I Y FICHAS DE UNIONES
- 12 ESTRUCTURA. DETALLES III: UNIONES II Y FICHAS DE UNIONES
- 13 CERRAMIENTOS. FACHADAS NORTE Y SUR
- 14 CERRAMIENTOS. FACHADAS FRONTAL Y TRASERA
- 15 CERRAMIENTOS. CERRAMIENTO LATERAL Y DIST. EN PLANTA
- 16 CERRAMIENTOS. CUBIERTA

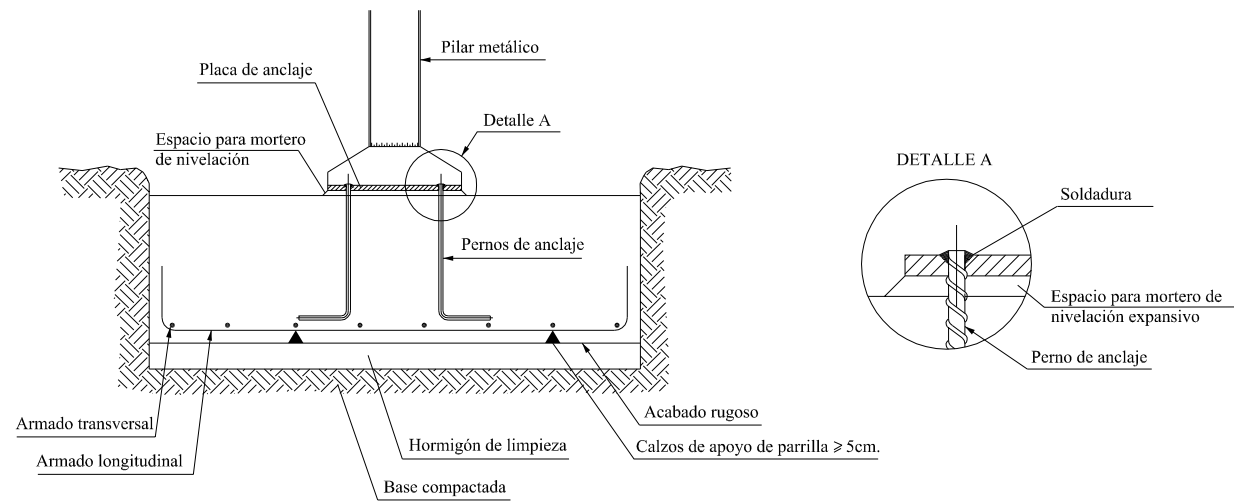


MARCA	DESCRIPCIÓN
1	FACHADA FRONTAL. ENTRADA CLIENTES
2	FACHADA TRASERA. ENTRADA ALMACÉN
3	FACHADA SUR. ENTRADA CLIENTES/TRABAJADORES
4	FACHADA NORTE
5	PARKING EXCLUSIVO CLIENTES
6	PARKING CLIENTES/TRABAJADORES
7	ENTRADA PRINCIPAL
8	ENTRADA VEHICULOS DE CARGA

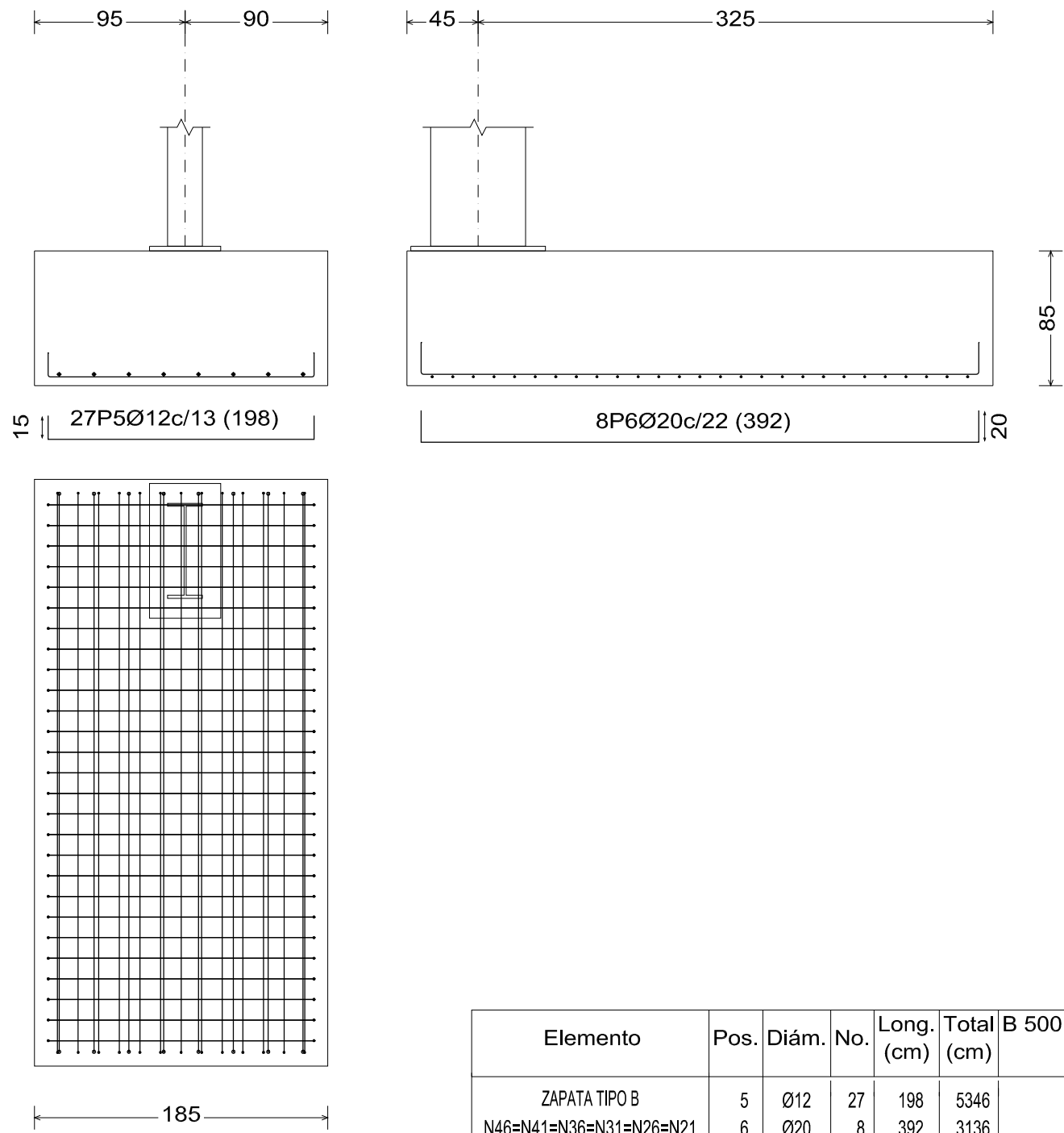
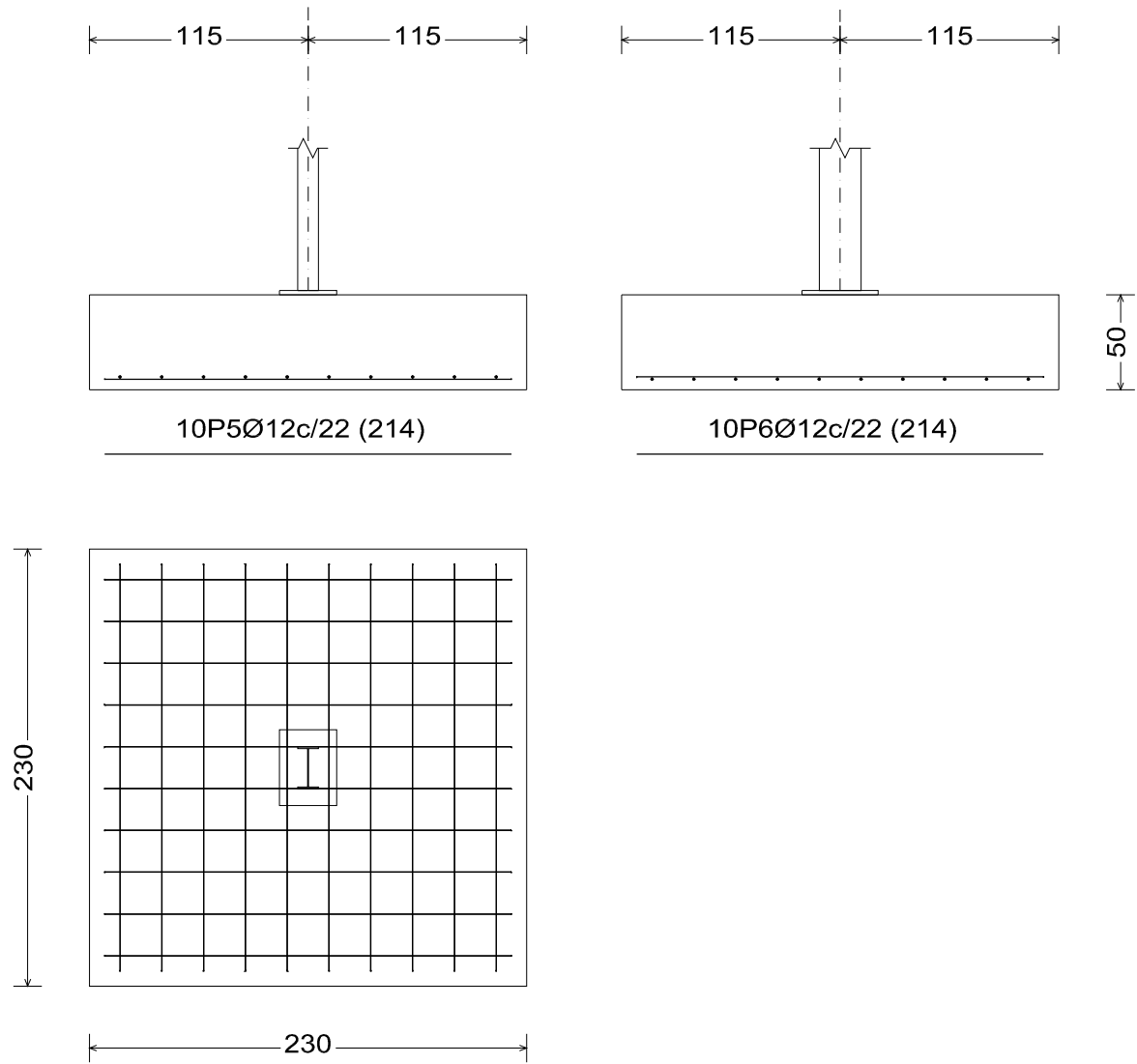




DETALLE CONSTRUCTIVO ZAPATA Y PLACA DE ANCLAJE



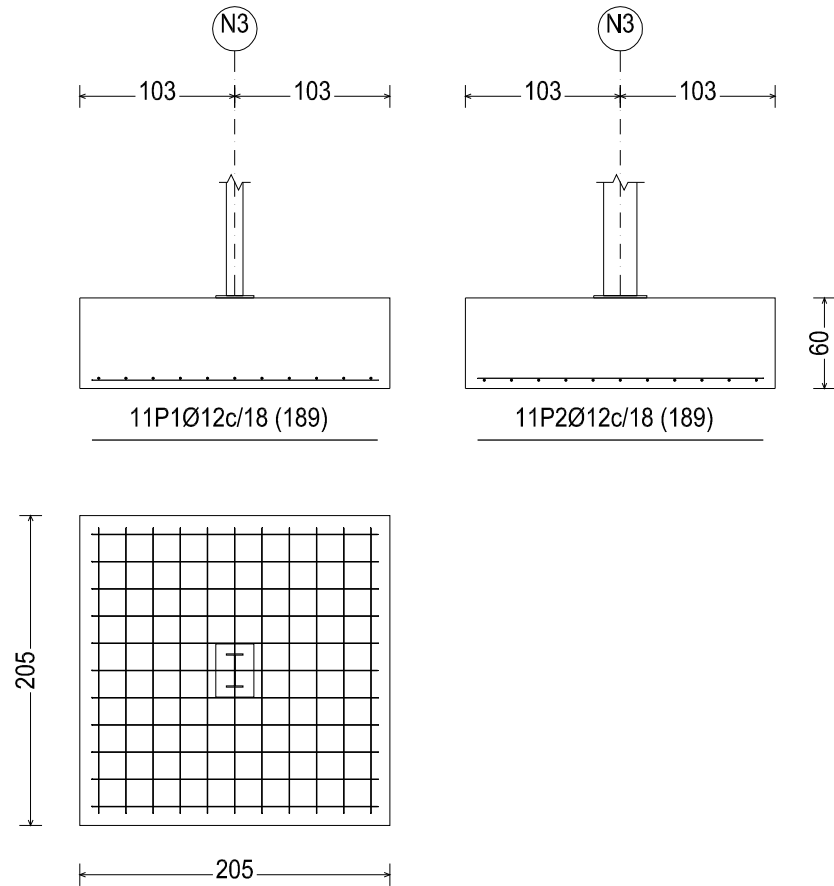
Características de los materiales - Zapatas de Cimentación										
Materiales	Hormigón							Acero		
	Control			Características				Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Cof. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Cof. Ponde.
CIMENTACIONES	Estadístico	$\gamma_c \leq 150$	HA-25	blanda (9-15 cm)	30/40 mm	IIa	25mm	70 mm	Normal	$\gamma_s \leq 115$
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_c \leq 150$ $\gamma_c \leq 160$	Adaptado a la Instrucción EHE							
Notas										
<ul style="list-style-type: none"> - 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										
<p>1a- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm. 1b- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>										
Datos geotécnicos										
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.1962 MPa (2Kg/cm ²)										



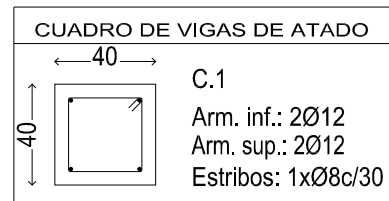
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
ZAPATA TIPO A N80=N79=N72=N76=N75=N59 N60=N56=N63=N64	5	Ø12	10	214	2140	19.0
	6	Ø12	10	214	2140	19.0
Total+10%: (x10):						41.8
						418

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
ZAPATA TIPO B N46=N41=N36=N31=N26=N21 N16=N11=N6 N8=N13=N18=N23=N28=N33 N38=N43=N48	5	Ø12	27	198	5346	47.5
	6	Ø20	8	392	3136	77.3
Total+10%: (x18):						137.28
						2471.04

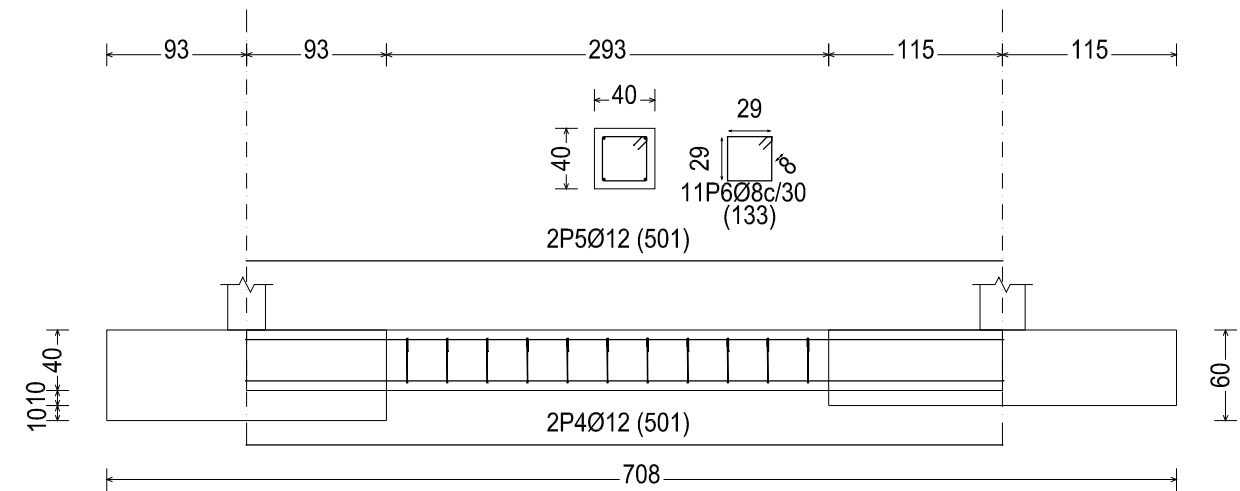
N3, N1, N51 y N53



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
ZAPATA TIPO C N3=N1=N51=N53	1	Ø12	11	189	2079	18.5
	2	Ø12	11	189	2079	18.5
Total+10%: (x4):						40.7 162.8

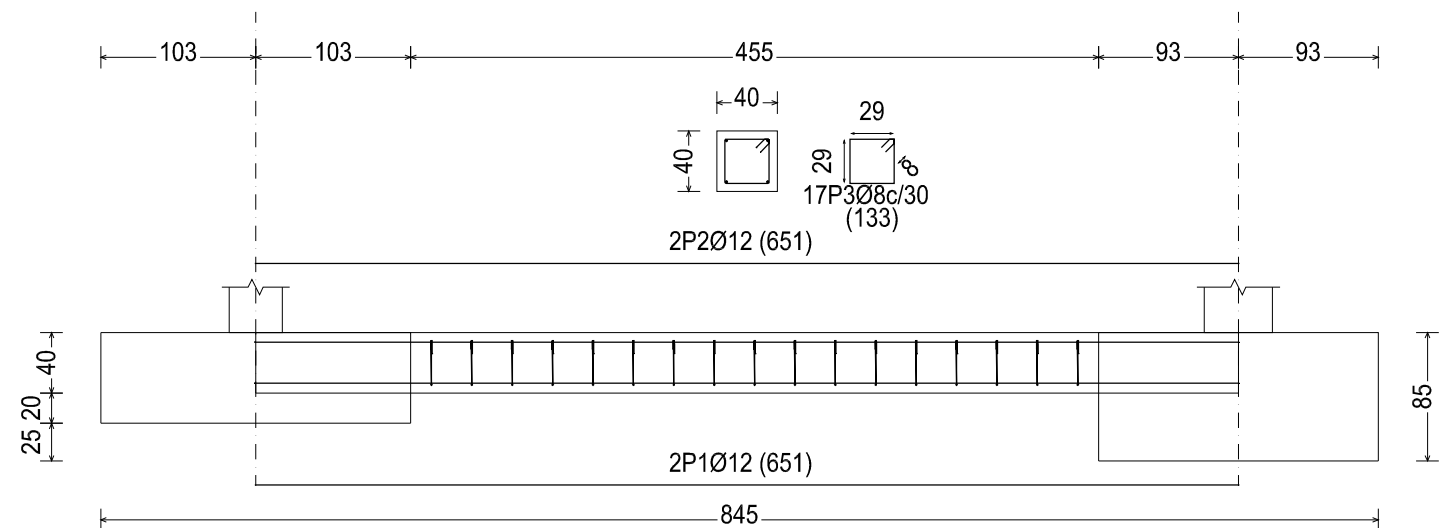


VIGA DE ATADO TIPO RA



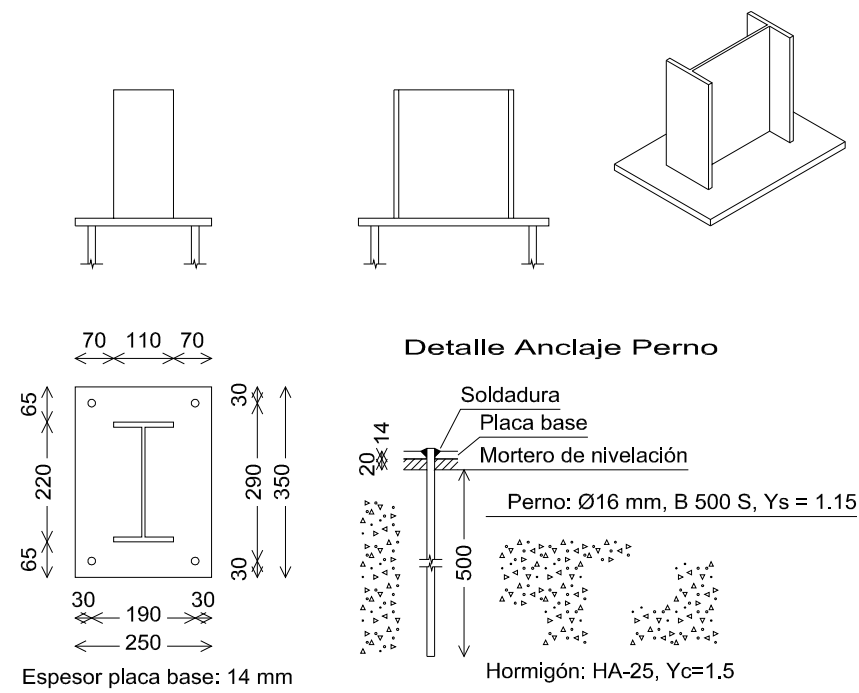
Tipo	Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
RA	C [N53-N64]=C [N64-N63]	4	Ø12	2	501	1002	8.9
	C [N63-N56]=C [N56-N60]	5	Ø12	2	501	1002	8.9
	C [N60-N59]=C [N59-N51]	6	Ø8	11	133	1463	5.8
	C [N1-N75]=C [N75-N76]						
	C [N76-N72]=C [N72-N79]						
	C [N79-N80]=C [N80-N3]						
Total+10%: (x12):							26.0 312.0

VIGA DE ATADO TIPO RB

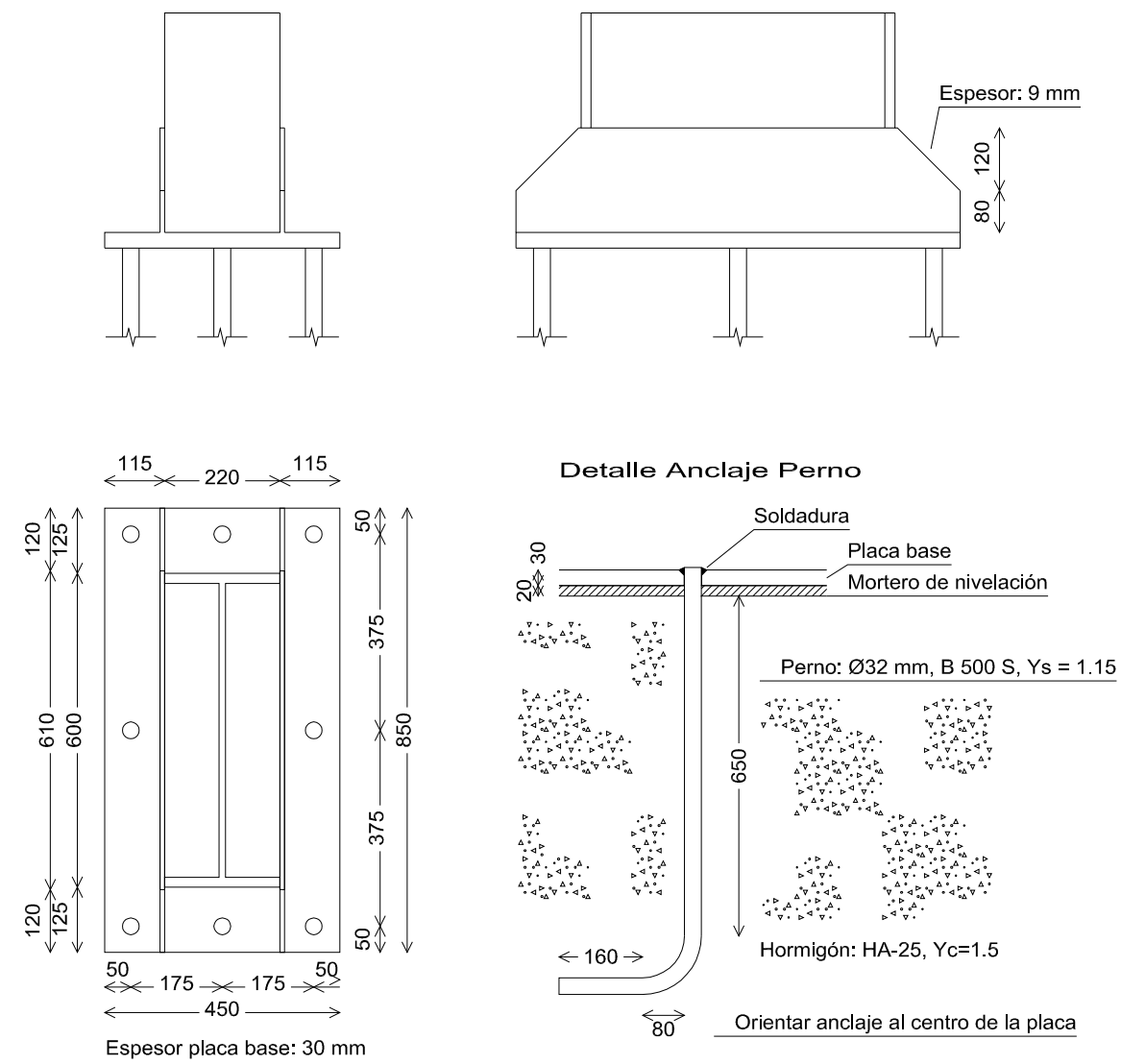


Tipo	Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
RB	C [N3-N8]=C [N8-N13]	1	Ø12	2	651	1302	11.6
	C [N13-N18]=C [N18-N23]	2	Ø12	2	651	1302	11.6
	C [N23-N28]=C [N28-N33]	3	Ø8	17	133	2261	8.9
	C [N33-N38]=C [N38-N43]						
	C [N43-N48]=C [N48-N53]						
	C [N51-N46]=C [N46-N41]						
C [N41-N36]=C [N36-N31]							
C [N31-N26]=C [N26-N21]							
C [N21-N16]=C [N16-N11]							
C [N11-N6]=C [N6-N1]							
Total+10%: (x20):							35.3 706.0

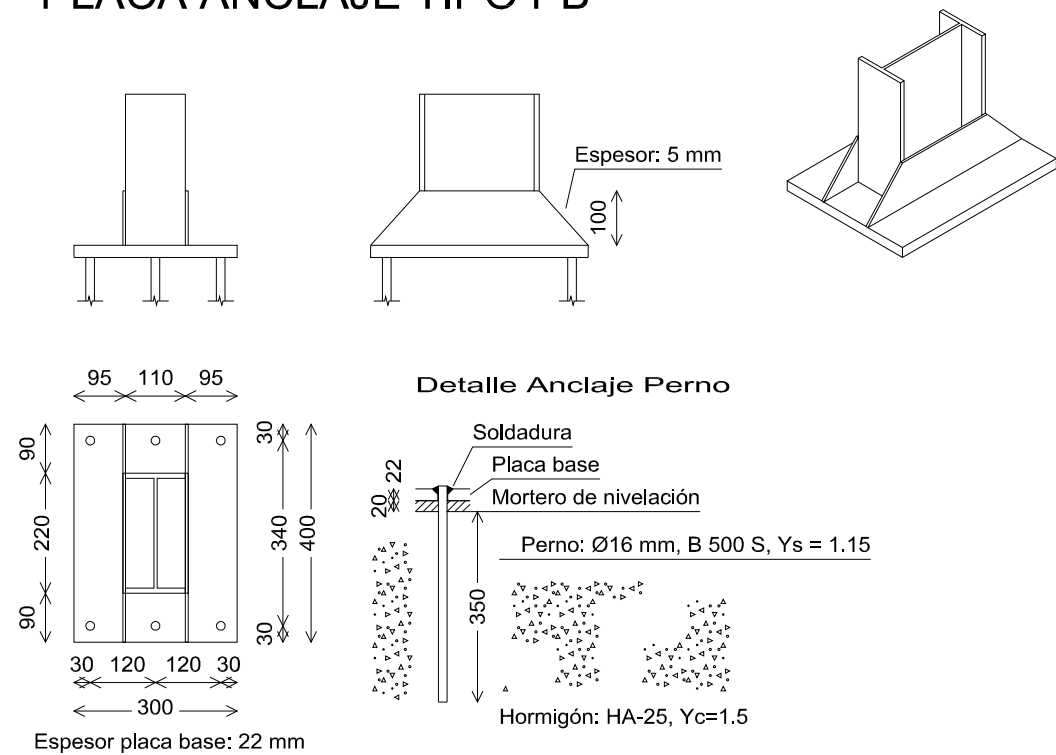
PLACA ANCLAJE TIPO PA



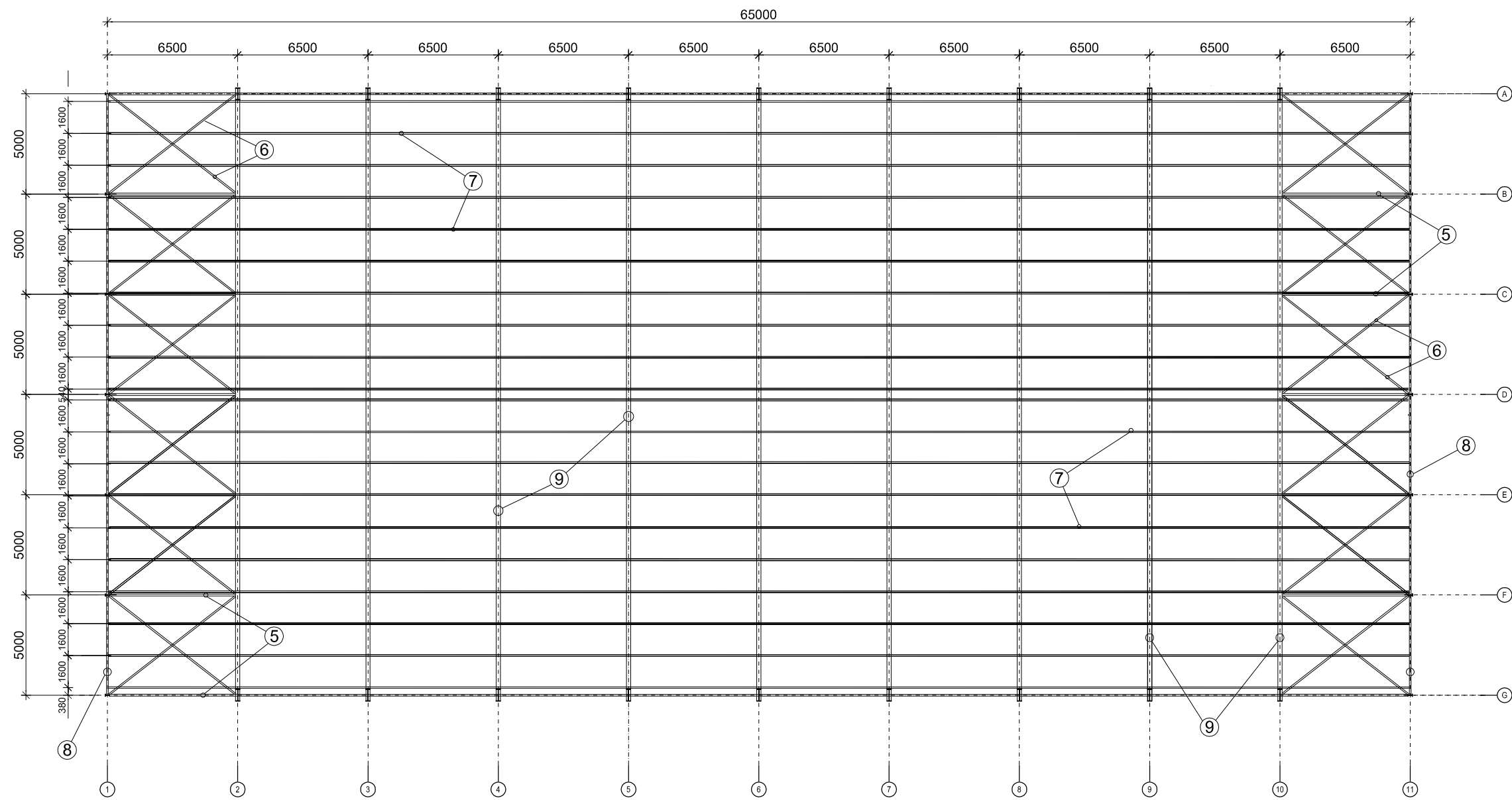
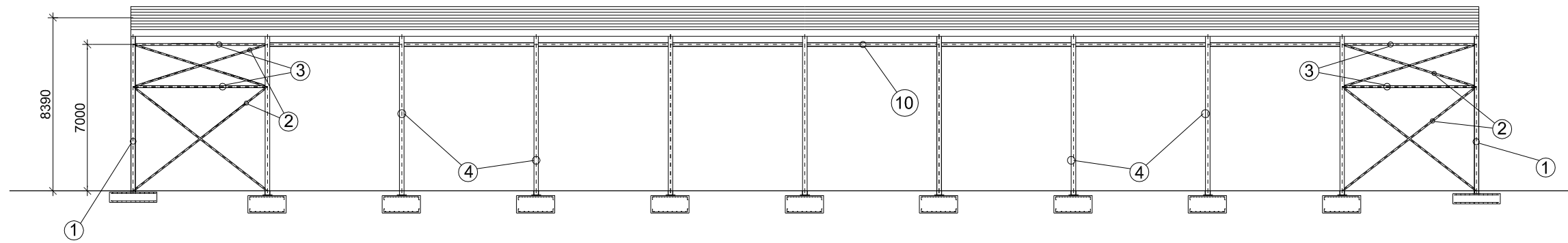
PLACA ANCLAJE TIPO PC



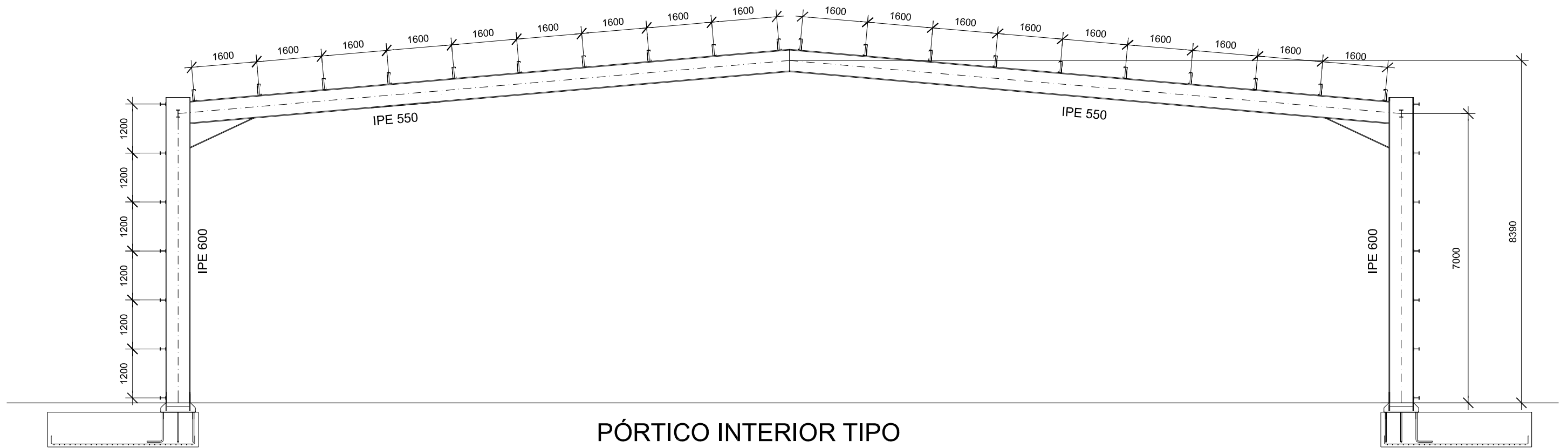
PLACA ANCLAJE TIPO PB



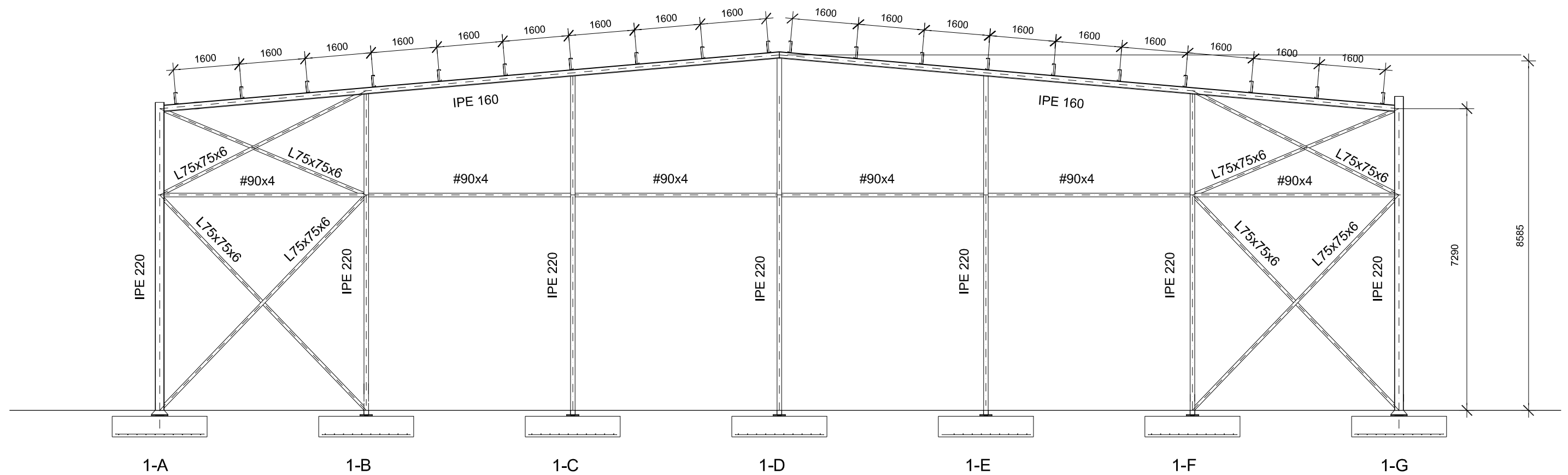
Cuadro de arranques			
Placa anclaje	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
Tipo PA	N3, N1, N51 y N53	4Ø16 mm, B500S, Ys = 1.15	250x350x14 (mm)
Tipo PB	N80, N79, N72, N76, N75, N59, N60, N56, N63 y N64	6Ø16 mm, B500S, Ys = 1.15	300x400x22 (mm)
Tipo PC	N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	8Ø32 mm, B500S, Ys = 1.15	450x850x30 (mm)



Marca	Definición	Perfil
1	PILAR PÓRTICOS FACHADA	IPE 220
2	DIAGONALES ARRIOSTRAMIENTO LATERAL	L75X75X6
3	MONTANTES ARRIOSTRAMIENTO LATERAL	#100x3
4	PILAR PÓRTICOS INTERIORES	IPE 600
5	MONTANTES FALDONES	#100x3
6	DIAGONALES FALDONES	L75X75X6
7	CORREAS CUBIERTA	CF-275X2.5
8	JÁCENA PÓRTICOS FACHADA	IPE 160
9	JÁCENA PÓRTICOS INTERIORES	IPE 550
10	VIGA PERIMETRAL	IPE 180



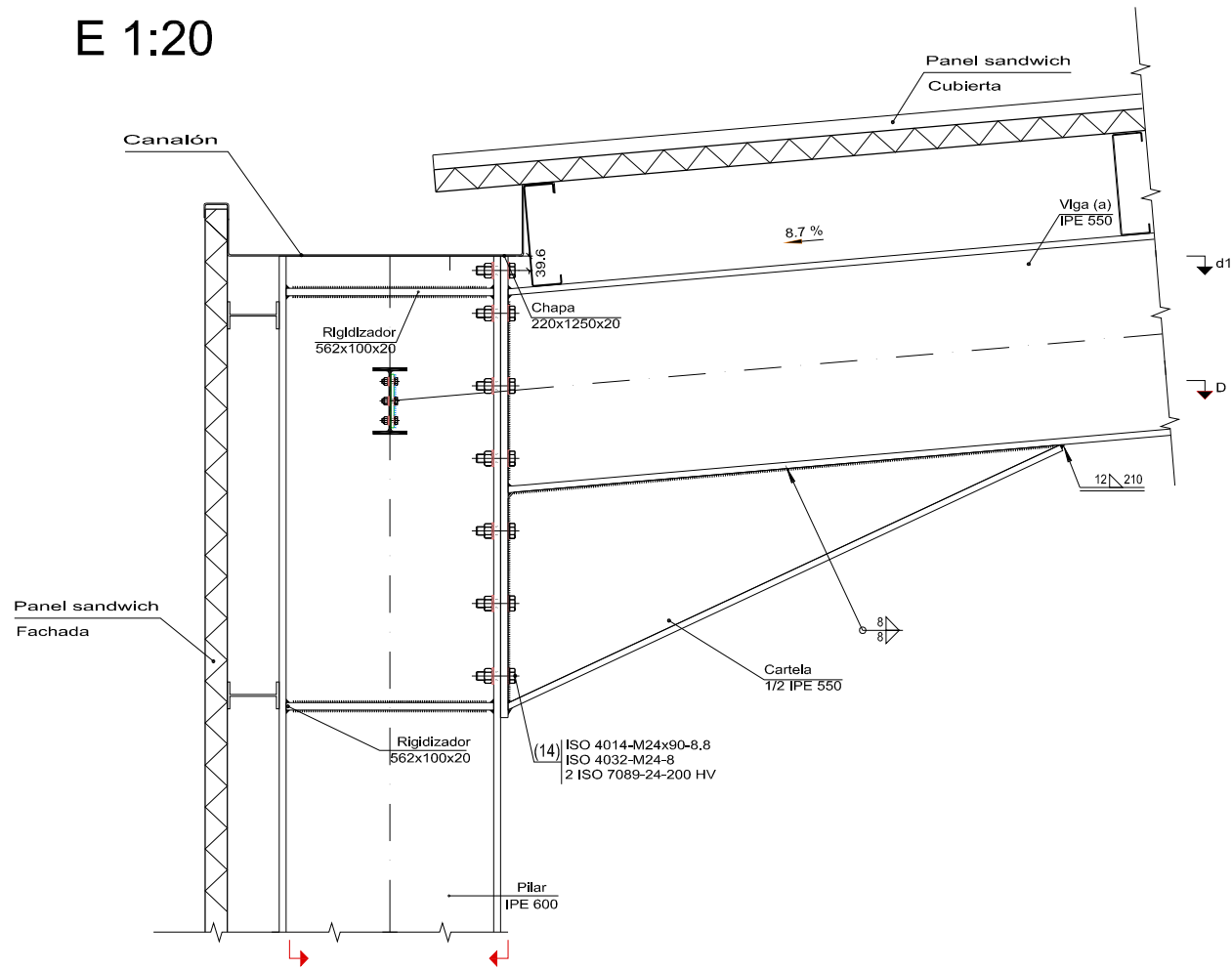
PÓRTICO INTERIOR TIPO



PÓRTICO DE FACHADA

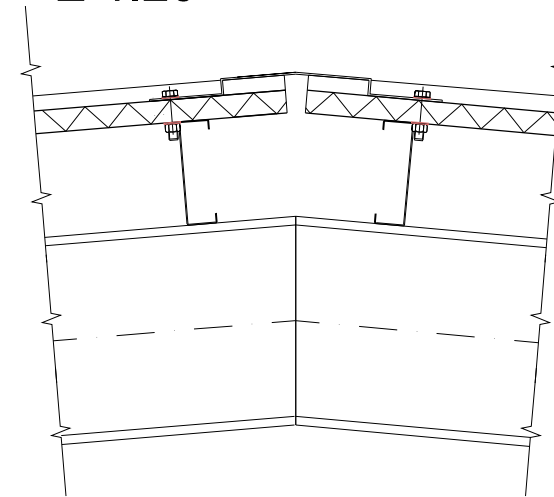
DETALLE 1: SUJECCIÓN CANALÓN EN PILARES INTERIORES

E 1:20

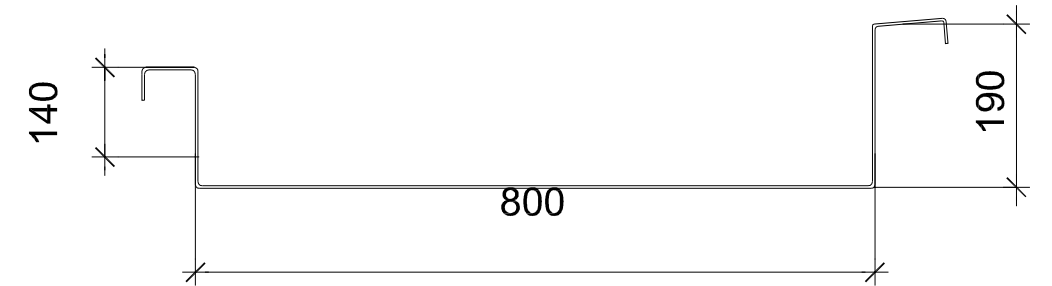


DETALLE 2: CUMBRERA

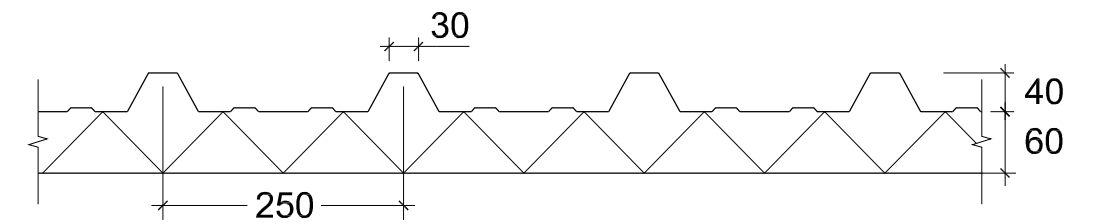
E 1:20



DETALLE CANALÓN

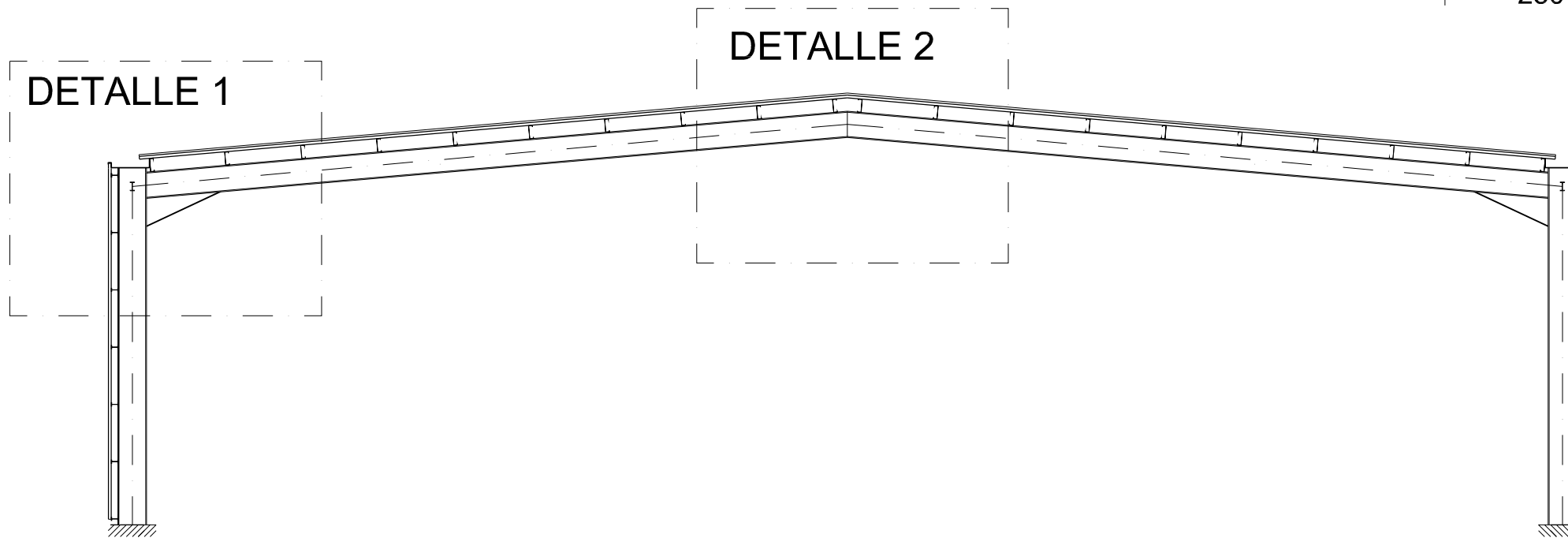


DETALLE CHAPA PERFILADA DE CUBIERTA



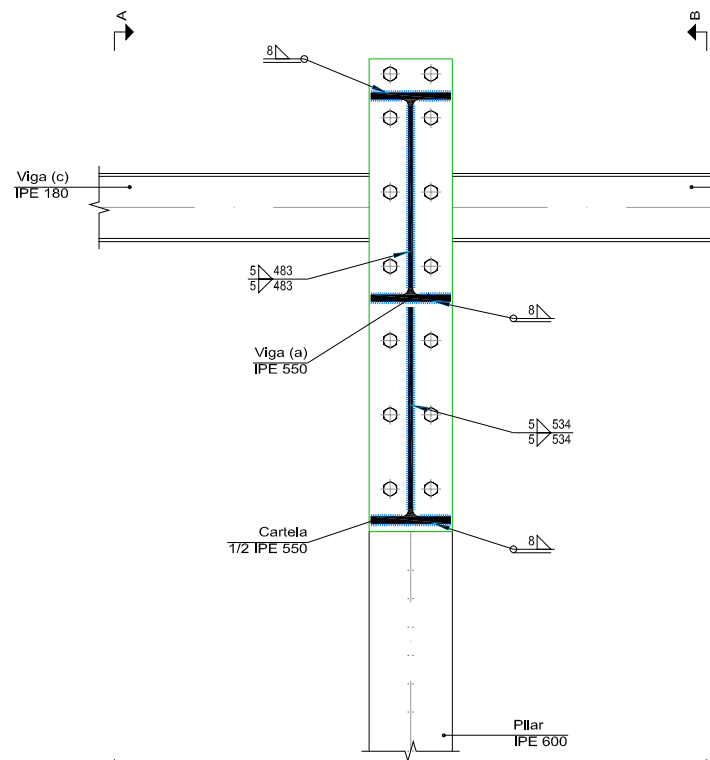
DETALLE 1

DETALLE 2

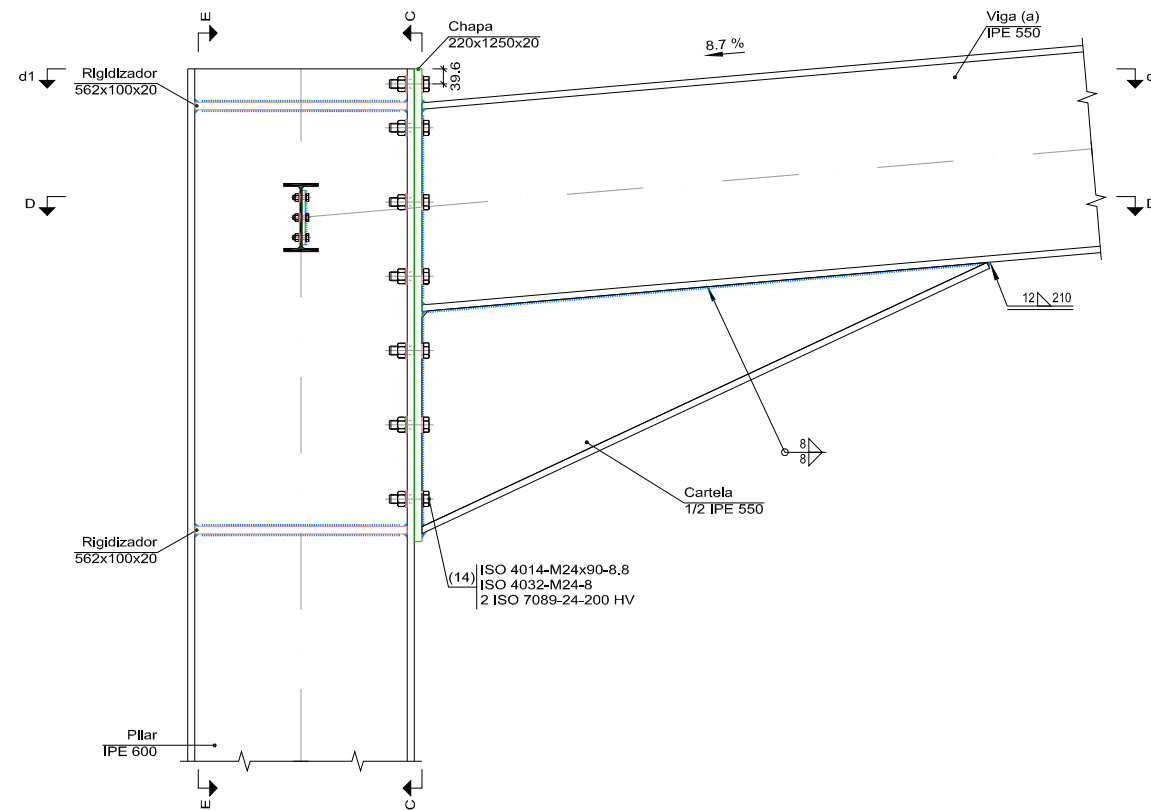


DETALLE: UNIONES JÁCENA-PILAR

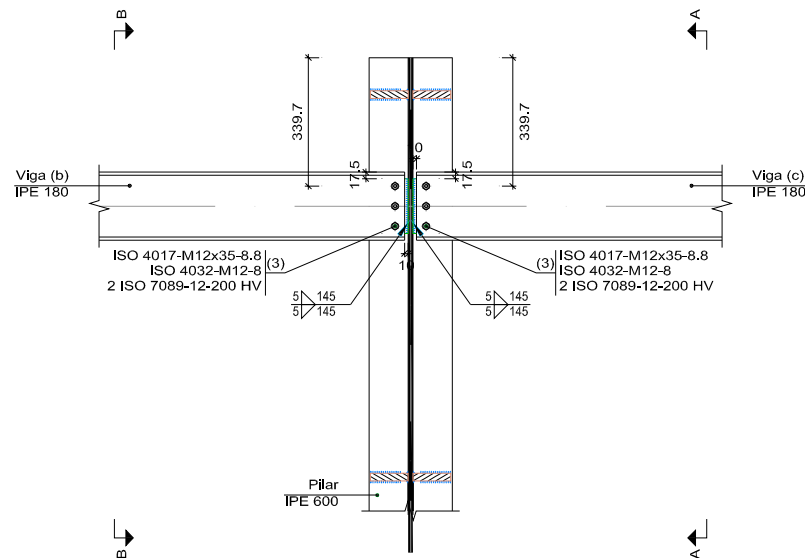
Relación de uniones		
Tipo	Cantidad	Nudos
1	14	N12, N14, N17, N19, N22, N24, N27, N29, N32, N34, N37, N39, N42 y N44



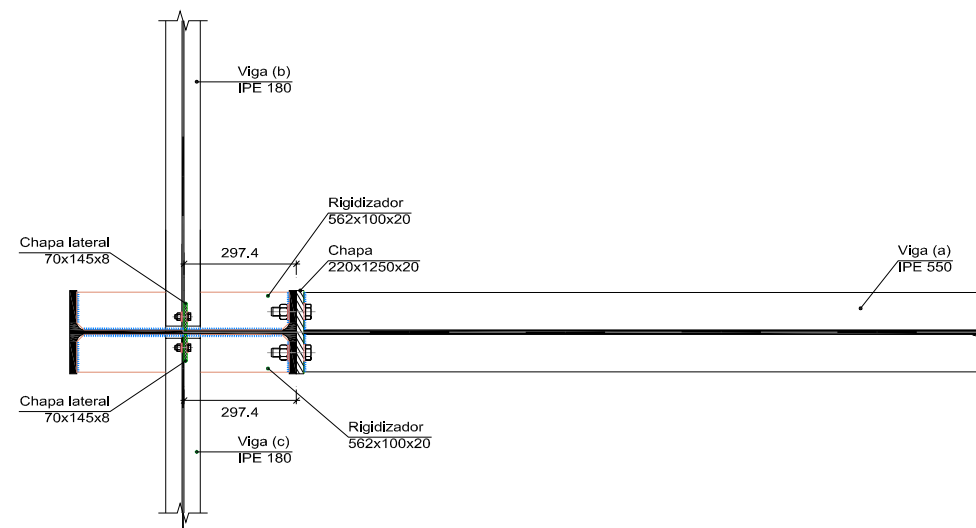
Sección C - C



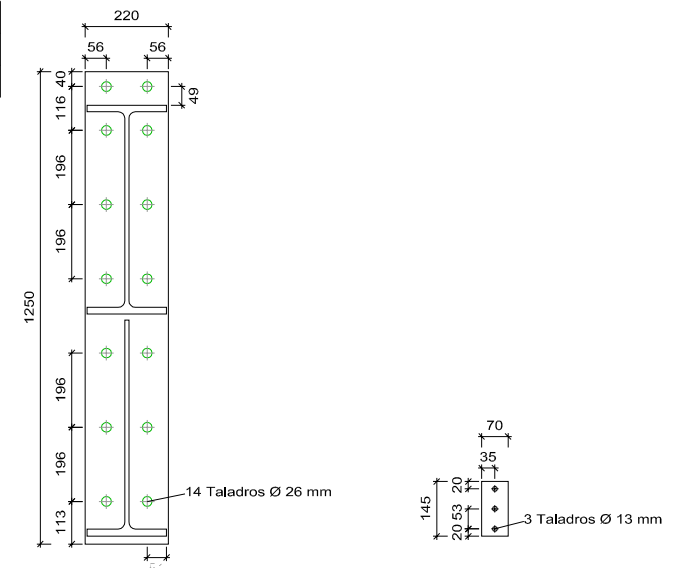
Sección A - A



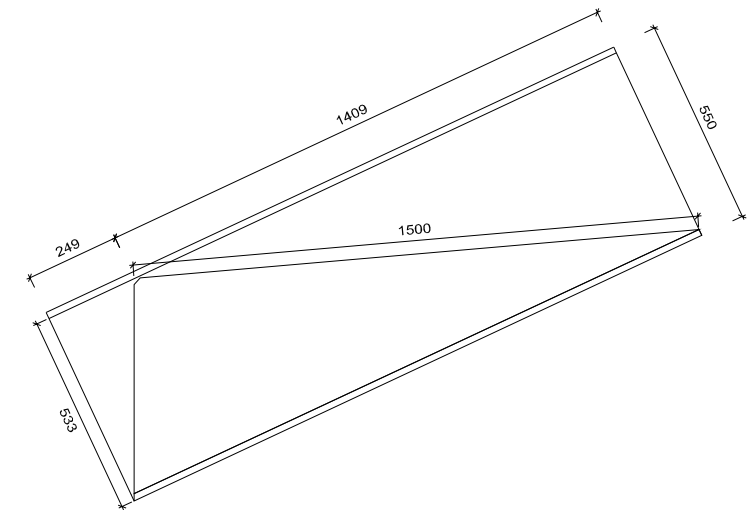
Sección E - E



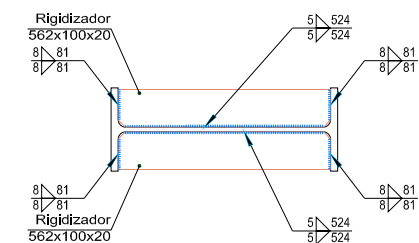
Sección D - D



Chapa frontal de la viga (a) IPE 550 (e = 20 mm)
Chapas laterales (e = 8 mm)



Detalle de la cartela (1/2 IPE 550)



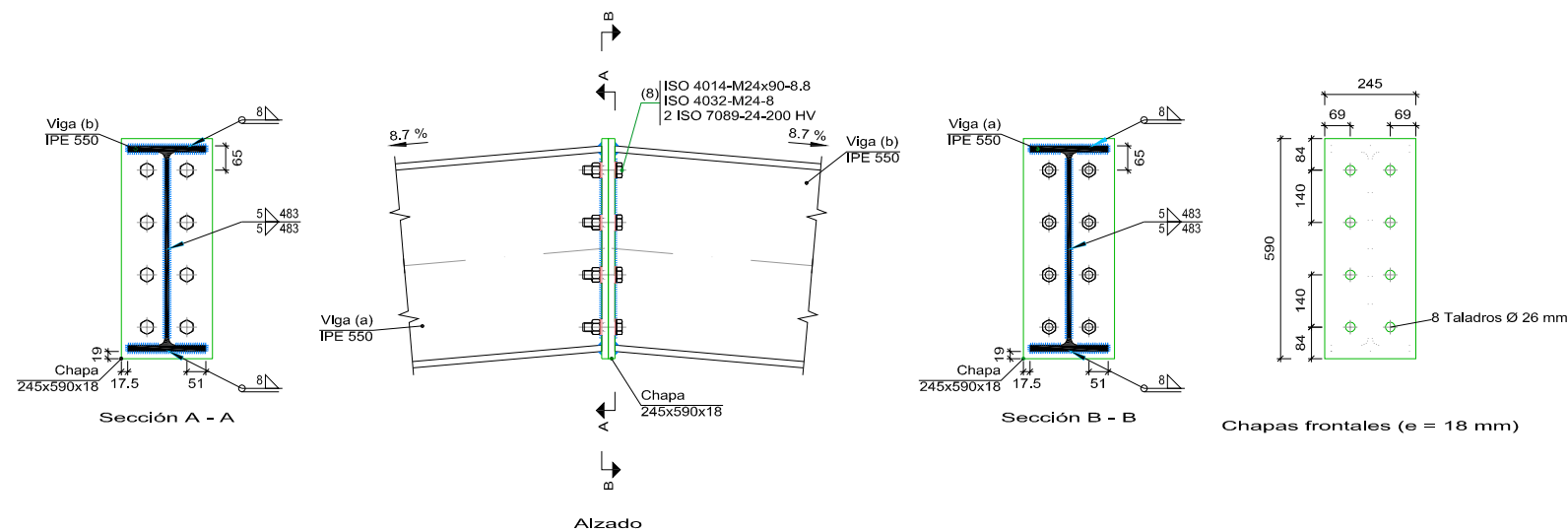
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 600

Soldaduras				
(kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	5	108813
			8	88376
			12	2940

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	56	562x100x20	494.11
		28	70x145x8	17.85
	Chapas	14	245x590x18	285.95
		14	220x1250x20	604.45
Total				1402.36

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	252	ISO 4014-M24x90
		84	ISO 4017-M12x35
Tuercas	Clase 8	84	ISO 4032-M12
		252	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	168	ISO 7089-12
		504	ISO 7089-24

DETALLE: UNIONES JÁCENA-JÁCENA CUMBRERA



Relación de uniones		
Tipo	Cantidad	Nudos
2	7	N15, N20, N25, N30, N35, N40 y N45

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

Unión en 'T' Unión en solape

COMPROBACIONES:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

UNIONES ATORNILLADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Clase de acero de los tornillos empleados: 8.8 (4.3.1 CTE DB SE-A).

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Distancias	Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A									
	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos					
	$e_1^{(1)}$	$e_2^{(2)}$	$p_1^{(1)}$	p_2	Tracción					
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p_1 y p_2	<table border="1"> <tr> <th>Filas exteriores</th> <th>Filas interiores</th> </tr> <tr> <td>p_1, e</td> <td>p_1, i</td> </tr> </table>	Filas exteriores	Filas interiores	p_1, e	p_1, i
Filas exteriores	Filas interiores									
p_1, e	p_1, i									
Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm	14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm				

Notas:
⁽¹⁾ Paralela a la dirección de la fuerza
⁽²⁾ Perpendicular a la dirección de la fuerza
⁽³⁾ Se considera el menor de los valores
do: Diámetro del agujero.
t: Menor espesor de las piezas que se unen.
En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.
- Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- En cada tornillo se colocará una arandela en el lado de la cabeza y otra en el lado de la tuerca.
- Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.
- El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.
- Condiciones para el apriete de los tornillos ordinarios:
 - Cada conjunto de tornillo, tuerca y arandelas debe alcanzar la condición de "apretado a tope" sin sobrepretensar los tornillos. Esta condición es la que conseguiría un operario con la llave normal, sin brazo de prolongación.
 - Para los grandes grupos de tornillos, el apriete debe realizarse desde los tornillos centrales hacia el exterior e incluso realizar algún ciclo de apriete adicional.

COMPROBACIONES:
Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias 1, 2a y 2b

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencia 3

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

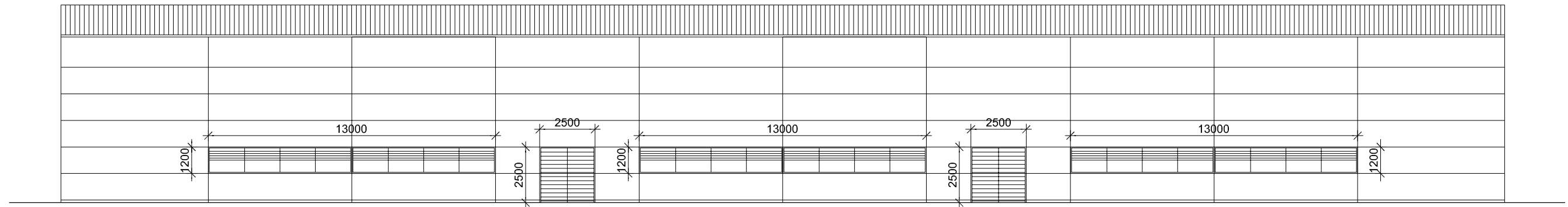
Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

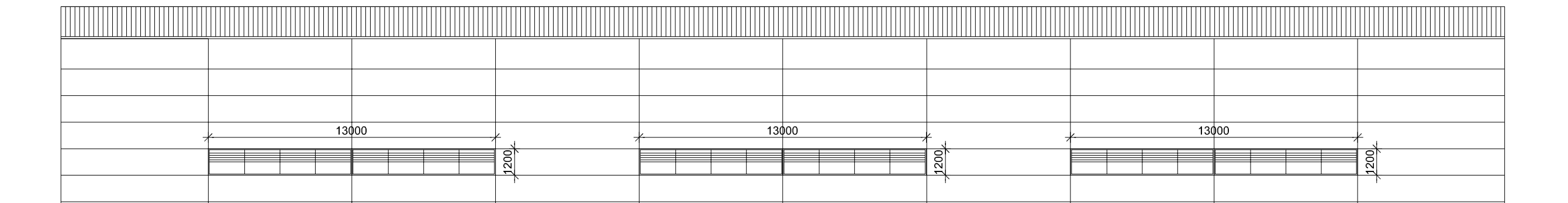
Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE LOS TORNILLOS DE UNA UNIÓN

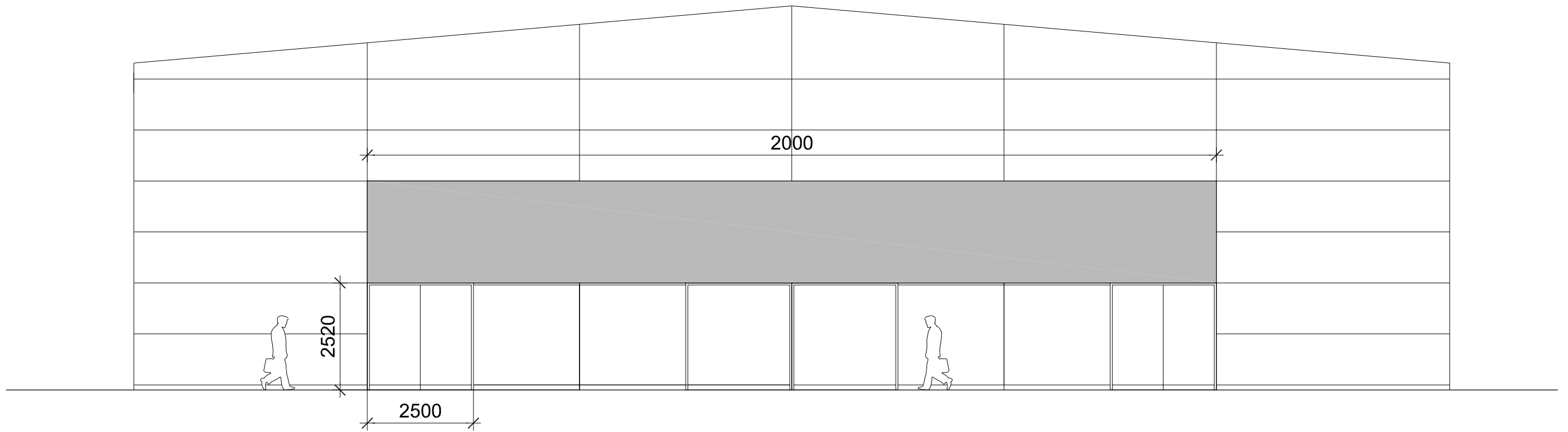
Referencias:
n: Cantidad de tornillos
S1: Norma de especificación del tornillo
Ø[mm]: Diámetro nominal
L[mm]: Longitud nominal del tornillo
A1: Clase de calidad del acero del tornillo
S2: Norma de especificación de la tuerca
A2: Clase de calidad del acero de la tuerca
m: Cantidad de arandelas
S3: Norma de especificación de la arandela
H: Dureza de la arandela



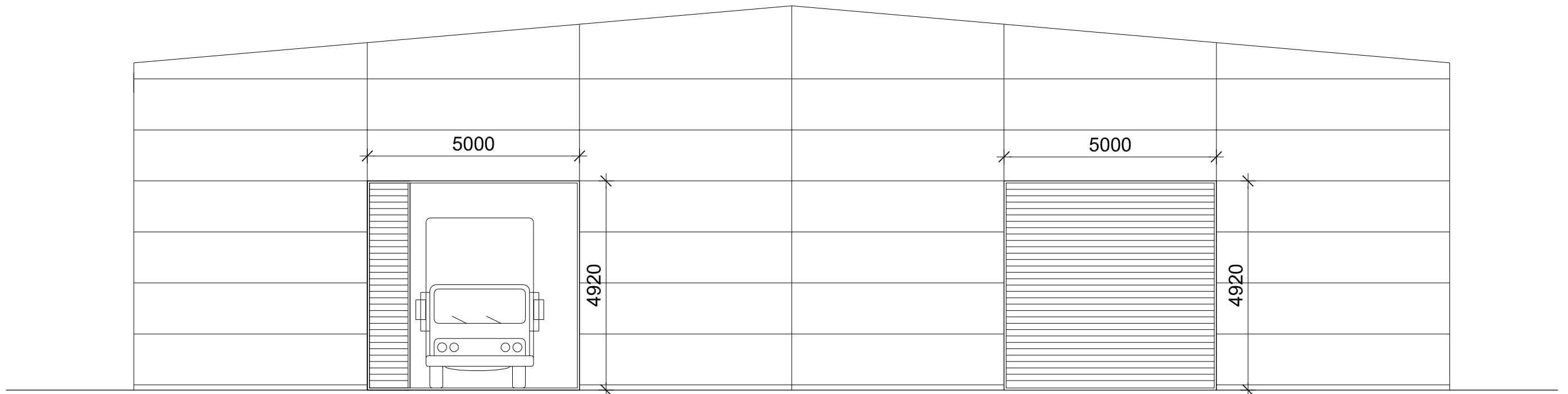
FACHADA LATERAL SUR



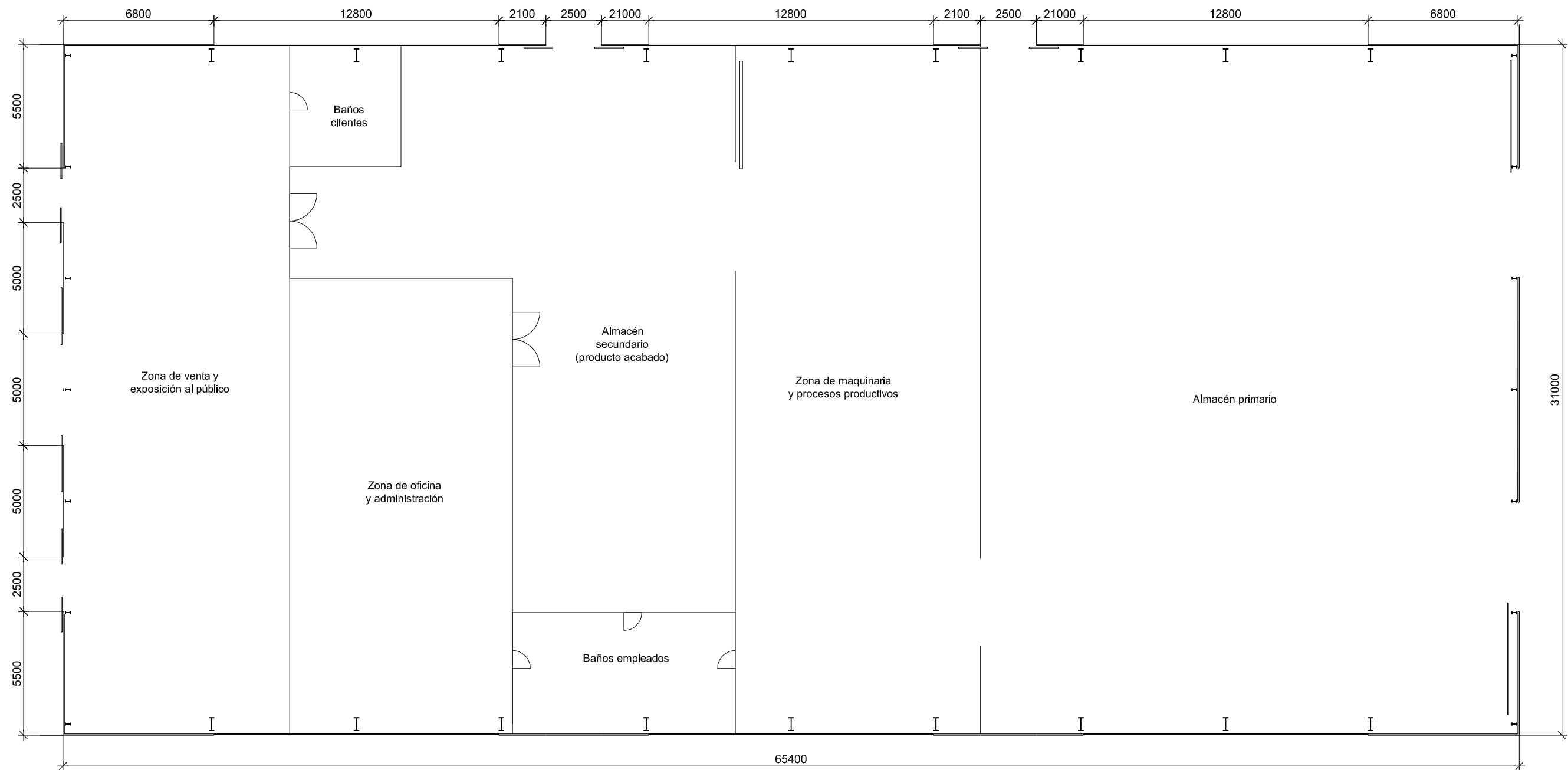
FACHADA LATERAL NORTE

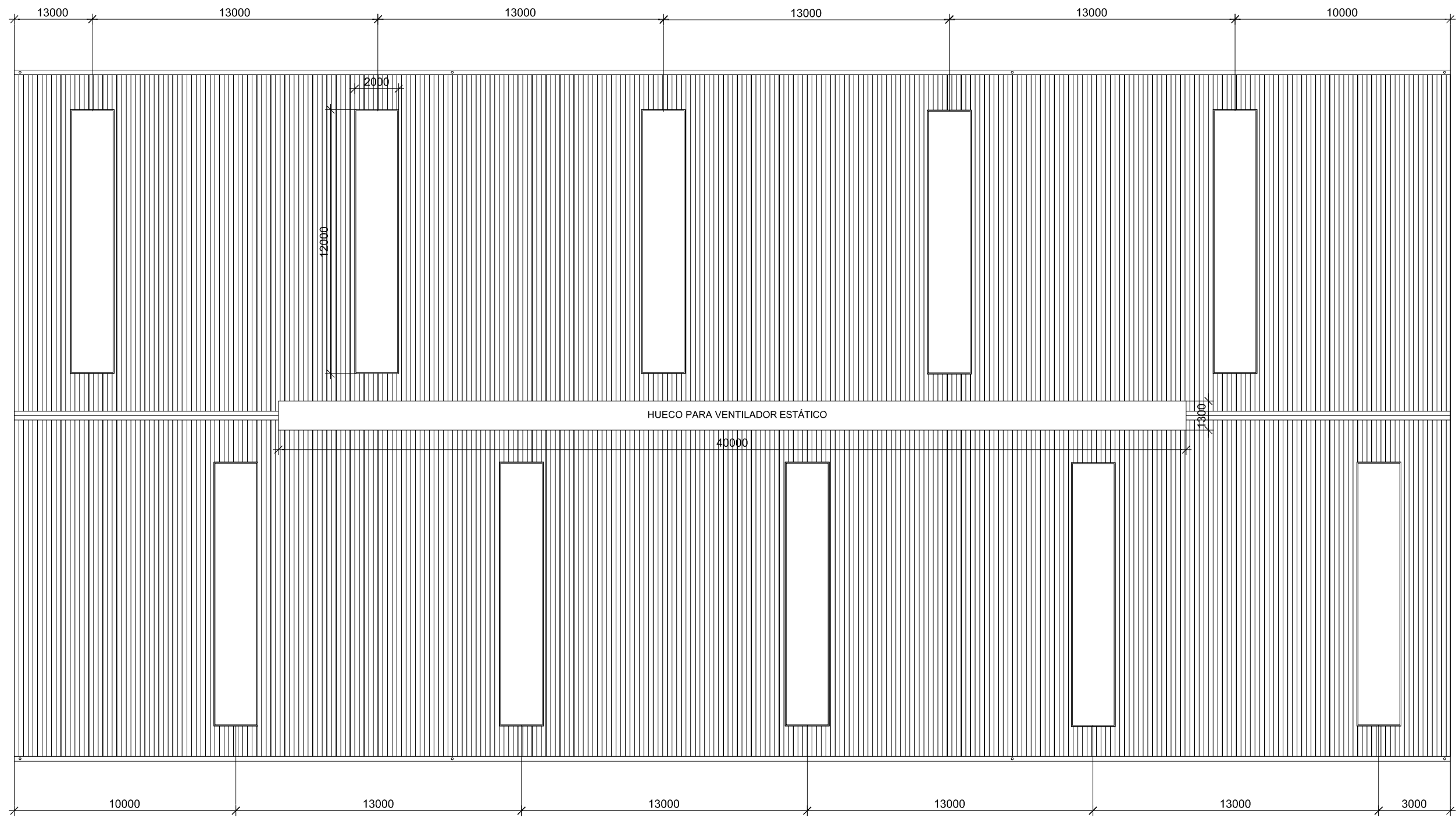


FACHADA FRONTAL



FACHADA TRASERA





3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

3.1 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO PRECIOS DESCOMPUESTOS

CODIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.1	m2		Desbroce y limpieza del terreno			
			Despeje, desbroce y refino de terrenos hasta 0,25 m de profundidad, con vegetación de hasta 2m de altura, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y transporte			
MOOA12.A	0,010 h		Peón ordinario construcción	17,88	0,18	
MMR.2dc	0,004 h		Pala carga de oruga 128cv 1,5m3	84,41	0,34	
%	0,020		Costes Directos Complementarios	0,52	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						0,53
1.2	m3		Excavación a cielo abierto			
			Excavación a cielo abierto mediante retroexcavadora, profundidad < 6m, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y el transporte			
MOOA12.A	0,001 h		Peón ordinario construcción	19,87	0,02	
MMME.2fd	0,010 h		Retro de orugas 150cv, 1,4m3	87	0,87	
%	0,020		Costes Directos Complementarios	0,89	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						0,91
1.3	m3		Relleno y extendido de zahorra mtnv			
			Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motonivelador, incluso compactación, con rodillo autopropulsado, en capas de 25 cm de espesor máximo y 95% de grado de compactación			
MOOA12.A	0,02 h		Peón ordinario construcción	19,87	0,40	
PBRT.cc	2,12 t		Zahorra montera artificial 20km	10,48	22,22	
MMMC.6c	0,02 h		Motoniveladora 140 CV	63,49	1,27	
MMMC.1b	0,02 h		Rodillo autopro 10T	49,41	0,99	
MMMR.1de	0,02 h		Para carga de neum 179cv 3,2m3	55,76	1,12	
MMMT.4b	0,02 h		Camión cuba 10000l	51,59	1,03	
%	0,03		Costes Directos Complementarios	27,03	0,81	
TOTAL PARTIDA.....						27,83
1.4	m3		Trasporte de tierras 10km c/retro cmn 10t			
			Transporte de tierras de excavación de densidad media 1,5m3/t, con camión volquete de carga max 10t y velocidad media 45 km/h, a una distancia de 10 km, considerando tiempos de ida y vuelta, incluso carga mecánica con pala cargadora y tiempo de espera del camión.			
MMMT.5aaa	0,142 h		Peón ordinario construcción	25,71	3,65	
MMME.baa	0,06 h		Pala carga de oruga 128cv 1,5m3	50,44	3,03	
%	0,02		Costes Directos Complementarios	6,68	0,13	
TOTAL PARTIDA.....						6,81
CODIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C 2. CIMENTACIÓN Y SOLERA						
2.1	m2		Suministro y vertido de hormigón de limpieza			
			Despeje, desbroce y refino de terrenos hasta 0,25 m de profundidad, con vegetación de hasta 2m de altura, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y transporte			
MOOA.8a	0,45 h		Oficial 1º construcción	19	8,55	
MOOA.11a	0,9 h		Peón especialista construcción	17,94	16,15	
PBPC15aba	1,1 m3		HL-150 plástica TM 20	62,1	68,31	
%	0,02		Costes Directos Complementarios	93,01	1,86	

TOTAL PARTIDA..... 94,87

2.2	m3	Suministro y vertido de hormigón para zapatas y riostras		
		Despeje, desbrce y refino de terrenos hasta 0,25 m de profundidad, con vegetación de hasta 2m de altura, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y transporte		
MOOA.8a	0,1 h	Oficial 1º construcción	19	1,90
MOOA.11a	0,4 h	Peón especialista construcción	17,94	7,18
MMM.H.5c	0,07 h	Vibrador gasolina aguja diam 30-50	1,42	0,10
PBPC.3abba	1,15 m3	H 25 blanda TM20 lia	71,07	81,73
%	0,02	Costes Directos Complementarios	90,91	1,82

TOTAL PARTIDA..... 92,72

2.3	kg	Acero B 500 S zapatas-riostras		
		Acero corrugado B 500 S, suministrado en jaulas y colocado en obra, para cimentaciones superficiales de hormigón, según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS.		
MOOB.7a	0,006 h	Oficial montador ferralla	20,36	0,12
MOOB.12a	0,006 h	Peón ordinario ferralla	18,48	0,11
PEAA.2c	1 kg	Acero B 500 S elaborado	0,9	0,90
PBUW.5a	0,02 kg	Alambre reco n.13ø2.0mm mazos5	3,03	0,06
%	0,02	Costes Directos Complementarios	1,19	0,02

TOTAL PARTIDA..... 1,22

2.4	m2	Solera y mallazo		
		Solera de 15 cm de espesor de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, vertido directamente desde camión, armada con malla electrosoldada de 20x20 cm y 5 cm de diámetro ,de acero B500T extendido sobre lámina aislante de polietileno, realizada sobre capa base existente. Incluso curado y vibrado del hormigón con regla vibrante, formación de juntas y plancha de poliestireno expandido de 2cm de espesor para juntas. colocado alrededor de elementos que irrumpen en la solera, como pilares y muros según EHE-08.		
MOOA.8a	0,194 h	Oficial 1º construcción	20,8	4,0352
MOOA.11a	0,194 h	Peón especialista construcción	20,23	3,92462
PBPC.3abba	0,173 m3	H 25 blanda TM20 lia	71,07	12,29511
PNTS.2bab	0,05 m2	Panel EPS 0,034 e30mm	6,54	0,327
PBAA.1a	0,1 m3	Agua	1,05	0,105
MMMC.10a	0,086 h	Regla vibrante	2,5	0,215
PEAM.3aca	1,2 m2	Mallazo ME 500T 20x20 ø 5-5	1,33	1,596
PNIS.2b	1,1 m2	Lámina PE e=0.10mm	0,11	0,121
%	0,02	Costes Directos Complementarios	22,63	0,4526

TOTAL PARTIDA..... 23,07

CODIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

C 3. ESTRUCTURA METÁLICA

3.1	kg	Acero laminado en perfil IPE		
		Suministro y montaje de viga formada por perfil IPE obtenido mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e instrucción EAE		
MOOM.8a	0,022 h	Oficial 1º metal	18,84	0,41
MOOB.11a	0,022 h	Especialista metal	18,02	0,40
PEAP61bbaa	1,05 kg	Perfil IPE acero S275JR	0,8	0,84
PEAW.7a	1 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,05
%	0,02	Costes Directos Complementarios	1,7	0,03

TOTAL PARTIDA..... 1,73

3.2	kg	kg Acero laminado en perfil cuadrado y angular de lados iguales		
		Suministro y montaje de vigas formadas por perfil L y cuadrado obtenidos mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con carga de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE		
MOOM.8a	0,022 h	Oficial 1º metal	18,84	0,41
MOOB.11a	0,022 h	Especialista metal	18,02	0,40
PEAP61mbaa	1,05 kg	Perfil L (lados iguales) y cuadrado a	1,03	1,08
PEAW.7a	1 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,05
%	0,02	Costes Directos Complementarios	1,9	0,04
TOTAL PARTIDA.....				1,98
3.3	kg	kg Correa S235JR conformado en frío		
		Suministro y montaje de correa formada por perfil de sección abierta conformada en frío, a de acero S235JR, trabajado en taller, con recubrimiento galvanizado, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE		
MOOM.8a	0,033 h	Oficial 1º metal	18,84	0,62
MOOB.11a	0,033 h	Especialista metal	18,02	0,59
PEAP61.mbaa	1,05 kg	Acero S235JR pfl secc abt conf frio	1,6	1,68
PEAW.7a	1 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,05
%	0,02	Costes Directos Complementarios	2,94	0,06
TOTAL PARTIDA.....				3,01
3.4	ud	ud Placa de anclaje tipo A		
		Suministro y montaje de placa de anclaje de acero S275JR, de dimensiones 25x35x1.4cm, con 4 pernos de diametro 14 y longitud 55cm, soldadas o atornilladas, incluso taladro central, nivelación, relleno con mortero autonivelante expansivo, parte pro. de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.		
MOOM.8a	0,289 h	Oficial 1º metal	18,84	5,44
MOOM11a	0,289 h	Especialista metal	18,02	5,21
PEAC16ba	9,6 kg	Acero S275JR en chapa	1,43	13,73
PEAA.3cf	3,476 kg	Acero corru B500S diam 16	0,59	2,05
PBPM18db	0,02 m3	Mcto M-5 exp alta r mec	136,25	2,73
PEAW.7a	11,127 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,56
%	0,02	Costes Directos Complementarios	29,76	0,60
TOTAL PARTIDA.....				30,31
3.5	ud	ud Placa de anclaje tipo B		
		Suministro y montaje de placa de anclaje de acero S275JR, de dimensiones 30x40x2.2cm, con 6 pernos de diametro 16 y longitud 41cm, soldadas o atornilladas, incluso taladro central, nivelación, relleno con mortero autonivelante expansivo, parte pro. de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.		
MOOM.8a	0,289 h	Oficial 1º metal	18,84	5,44
MOOM11a	0,289 h	Especialista metal	18,02	5,21
PEAC16ba	20,7 kg	Acero S275JR en chapa	1,43	29,60
PEAA.3cf	3,887 kg	Acero corru B500S diam 16	0,59	2,29
PBPM18db	0,02 m3	Mcto M-5 exp alta r mec	136,25	2,73
PEAW.7a	11,127 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,56
%	0,02	Costes Directos Complementarios	29,76	0,60
TOTAL PARTIDA.....				42,55

3.6 ud ud Placa de anclaje tipo C

Suministro y montaje de placa de anclaje de acero S275JR, de dimensiones 45x85x3,8cm, con 8 pernos de diametro 32 y longitud 104cm, soldadas o atornilladas, incluso taladro central, nivelación, relleno con mortero autonivelante expansivo, parte pro. de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.

MOOM.8a	0,289 h	Oficial 1º metal	18,84	5,44
MOOM11a	0,289 h	Especialista metal	18,02	5,21
PEAC16ba	114,1 kg	Acero S275JR en chapa	1,43	163,16
PEAA.3cf	52,5 kg	Acero corru B500S diam 16	0,59	30,98
PBPM18db	0,02 m3	Mcto M-5 exp alta r mec	136,25	2,73
PEAW.7a	11,127 u	Repercusión soldadura kg/est	0,05	0,56
%	0,02	Costes Directos Complementarios	29,76	0,60

TOTAL PARTIDA..... 208,67

CODIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

C 4. PINTURA

4.1 m2 Pintado de estructura

m2 Pintado de estructura de acero con sistema de protección con grado de durabilidad L, para clase de exposición C2, formado por 1 capa, con un espesor total de protección de 80 micras, aplicado de forma manual, según UNE-EN ISO 12944 e Instrucción EAE

MOON8.a	0,171 h	Oficial 1º pintura	20,8	3,56
MOON10.a	0,002 h	Ayudante pintura	20,45	0,04
PRCP27a	0,102 l	Pintura epoxi prot acero	7,85	0,80
%	0,02	Costes Directos Complementarios	4,4	0,09

TOTAL PARTIDA..... 4,49

CODIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

C 5. CERRAMIENTOS-CANALÓN

5.1 m2 Cerramiento de cubierta con panel multicapa

Cobertura con paneles multicapa de chapas de acero de 0.5 mm galvanizado y espuma de poliuretano de 0.027 W/(m²K) de conductividad térmica, realizada según NTE/QTG-8, incluso cubrejuntas y accesorios de fijación.

MOOA.8a	0,08 h	Oficial 1º construcción	20,8	1,66
MOOA.11a	0,08 h	Peón especialista construcción	20,23	1,62
PQTG.2a	1 m2	Panel nerv 30 galv c/aisl PUR	19,81	19,81
PBUT12b	0,5 u	Tornillo autr 6.5x70 acer inox 18/8 e	0,44	0,22
%	0,02	Costes Directos Complementarios	23,31	0,47

TOTAL PARTIDA..... 23,78

5.2 m2 Cerramiento de fachada panel sandwich

Cerramiento de fachada con panel sandwich aislante, fabricado en continuo formados por dos paramentos metálicos de chapa lisa de acero galvanizado, esp.int 0.5mm y ext 0.6mm , alma aislante de poliuretano de 0.027W/(m²K) de cond.térmica, espesor del panel60 mm y ancho 1100mm, con diseño de la junta que oculta las fijaciones, diversos colores, incluso replanteo, mermas, cubrejuntas, accesorios de fijación y estaquidad.

MOOM.8a	0,23 h	Oficial 1º metal	18,84	4,33
MOOB.11a	0,23 h	Especialista metal	18,02	4,14
PFPE.1abad	1 m2	Phl sandw a galv 0,6-0,5	51,87	51,87
PBUT12e	8 u	Tornillo autr 6.5x130 a inox c/aran	0,87	6,96
PBUJ.1b	2 m	Junta estnq pfl trapecial plas	1,7	3,40
%	0,03	Costes Directos Complementarios	70,7	2,12

TOTAL PARTIDA..... 72,83

5.3 m2

Lucernarios

Cobertura con placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para formación de lucernarios en tejados de chapas de acero de 0.9mm de espesor incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanquidad.

MOOM.8a	0,11 h	Oficial 1ero construcción	20,8	2,29
MOOB.11a	0,11 h	Peon especializado construcción	20,23	2,23
PFPL.7b	1,05 m2	Placa trasl polie fi-v e/0.9	9,91	10,41
PBUT12a	1,5 u	Tornillo autr 6.5x38 a inox c/aran	0,3	0,45
%	0,02	Costes Directos Complementarios	15,38	0,31

TOTAL PARTIDA..... 15,68

5.4 m2

Acristalamientos

Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios dimples monolíticos incoloros de 6mm y 8mm, con una cámara intermedia de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimtralmente, con factor solar g=0.7-0.75 y transmitancia térmica U=3.2W/m2K, fijado sobre carpintería con acufiado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales incluso sellado en frío con silicona y colocación de juntillos.

MOOV.8a	1,15 h	Oficial 1º de vidrio	15,05	17,31
PFAD.1bad	1 m2	Acris db inc 6-6-8	41,83	41,83
PFAW.1a	1 m2	Repercusión sellado silicona	4	4,00
%	0,03	Costes Directos Complementarios	63,14	1,89

TOTAL PARTIDA..... 65,03

5.5 m2

Carpintería de aluminio

Carpintería de aluminio en puertas y ventanas, con hojas fijas, abatibles o correderas, con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras sello de calidad Ewaa-Euras, junta de estanquidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad según UNE-EN 12207, clasificación a la estanquidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga según UNE-EN 12210.

MOOA.8a	0,63 h	Oficial 1º construcción	20,8	13,10
MOOA12a	0,63 h	Peon ordinario construcción	19,87	12,52
MOOM.8a	0,315 h	Oficial 1º metal	18,84	5,93
PFTL.1geea	1 m2	Vent ab 1m2 2hj	175,46	175,46
PBPM.1da	0,01 m3	Mto cto M-5 man	97,31	0,97
ENTW.1a	4,2 m	Sell jnt sili c/pist	1,09	4,58
%	0,02	Costes Directos Complementarios	207,98	4,16

TOTAL PARTIDA..... 216,73

5.6 m2

Puerta chapa de acero

Puerta corredera de acceso formada por perfiles de acero galvanizado de 60mm y 1.2 mm de espesor, incluso replanteo, parte proporcional de solapes, mermas, accesorios de fijacion y estanquidad, bisagras y cerradura embutida con manivela, incluso aplomado, colocación y eliminación de restos.

MOOA.8a	0,3 h	Oficial 1º construcción	20,8	6,24
MOOA12a	0,3 h	Peón ordinario construcción	19,87	5,96
PFTA.9da	1,05 m2	Acero galvanizado para puertas 60	30,59	32,12
%	0,02	Costes Directos Complementarios	90,2	1,80

TOTAL PARTIDA..... 46,12

5.7	m	Canalón acero galv		
		Canalón visto de sección rectangular, de chapa de acero galvanizado de		
MOOA.8a	0,2 h	Oficial 1º construcción	20,8	4,16
MOOA11a	0,2 h	Peón especializado construcción	20,23	4,05
PQTA.6acb	1,05 m	Canalón a galv 20x80x15	36,26	38,07
PIFW.5a	0,42 u	Abrazadera metálica	0,83	0,35
%	0,02	Costes Directos Complementarios	24,09	0,48

TOTAL PARTIDA..... 47,11

5.8	m	Bajante acero galv Ø100mm		
		Bajante exterior de aguas pluviales, de tubo de acerogalvanizado, de sección circular Ø 100 mm, construido según norma UNE EN 612 y DIN 18461, incluso ayudas de albañilería.		
MOOA.8a	0,25 h	Oficial 1º construcción	20,8	5,20
MOOA12a	0,25 h	Peón ordinario construcción	19,87	4,97
MOOF.8a	0,5 kg	Oficial 1º fontanería	18,84	9,42
PISC19baa	1,05 u	Baja galv diam.100 mm	5,41	5,68
PBAC.1ba	0,001	CEM I 42.5 R granel	98,11	0,10
%	0,02	Costes Directos Complementarios	25,37	0,51

TOTAL PARTIDA..... 25,87

3.2 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS									
1.1	m2 Desbroce y limpieza del terreno								
	Despeje, desbroce y refino de terrenos hasta 0,25 m de profundidad, con vegetación de hasta 2m de altura, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y transporte.								
	Superficie parcela	1				7046,00			
							7046,00	0,53	3734,38
1.2	m3 Excavación a cielo abierto								
	Excavación a cielo abierto mediante retroexcavadora, profundidad < 6m, incluida la retirada de material, sin incluir la carga y el transporte .								
	Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5				
	Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	104,7285			
	Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	10,086			
	Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	5,6256			
	Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	14,56			
							135,00	0,91	122,85
1.3	m3 Relleno y extendido de zahorra mtnv								
	Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motonivelador, incluso compactación, con rodillo autopropulsado, en capas de 25 cm de espesor máximo y 95% de grado de compactación.								
	Planta de la nave	1	65	30	0,15	292,5			
							292,50	27,84	8143,20
1.4	m3 Transporte de tierras 10km c/retro cmn 10t								
	Transporte de tierras de excavación de densidad media 1,5m3/t, con camión volquete de carga max 10t y velocidad media 45 km/h, a una distancia de 10 km, considerando tiempos de ida y vuelta, incluso carga mecánica con pala cargadora y tiempo de espera del camión.								
	Excavación de cimentación	1	65	30	0,15	292,5			
	Tierras procedentes del desbroce de 25cm	1				1761,5			
							2054,00	6,81	13987,74
TOTAL CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS.....									25988,17

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C 2. CIMENTACIÓN Y SOLERA									
2.1	m2 Suministro y vertido de hormigón de limpieza								
	Suministro y vertido de hormigón de limpieza HL-150/P/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150 kg/m3, consistencia plástica, tamaño de árido 20mm, vertido desde camión, en la base de cimentación, transportado y puesto en obra según EHE 08.								
	Zapatas tipo A	10	2,3	2,3		52,9			
	Zapatas tipo B	18	3,7	1,85		123,21			
	Zapatas tipo C	4	2,05	2,05		16,81			
	Riostra tipo A	12	2,93	0,4		14,064			
	Riostra tipo B	20	4,55	0,4		36,4			
							243,38	94,87	23089,84
2.2	m3 Suministro y vertido de hormigón para zapatas y riostras								
	Suministro y vertido de hormigón armado HA-25/B/20/IIa preparado en central, para hormigonado de zapatas y riostras, vertido directo desde camión, incluso vibrado y curado del hormigón según EHE 08.								
	Zapatas tipo A	10	2,3	2,3	0,5	26,45			
	Zapatas tipo B	18	3,7	1,85	0,85	104,7285			
	Zapatas tipo C	4	2,05	2,05	0,6	10,086			
	Riostra tipo A	12	2,93	0,4	0,4	5,6256			
	Riostra tipo B	20	4,55	0,4	0,4	14,56			
							161,45	92,73	14971,27
2.3	kg Acero B 500 S zapatas-riostras								

Acero corrugado B 500 S, suministrado en jaulas y colocado en obra, para cimentaciones superficiales de hormigón, según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS.

Acero B500S zapata tipo A	10	41,8	418
Acero B500S zapata tipo C	18	137,28	2471,04
Acero B500S zapata tipo B	4	40,7	162,8
Acero B500S riostra tipo A	12	26	312
Acero B500S riostra tipo B	20	35,3	706
			4069,84 1,21 4924,51

2.4 m2 Solera y mallazo

Solera de 15 cm de espesor de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, vertido directamente desde camión, armada con malla electrosoldada de 20x20 cm y 5 cm de diámetro, de acero B500T extendido sobre lámina aislante de polietileno, realizada sobre capa base existente. Incluso curado y vibrado del hormigón con regla vibrante, formación de juntas y plancha de poliestireno expandido de 2cm de espesor para juntas. colocado alrededor de elementos que irrumpen en la solera, como pilares y muros según EHE-08.

Superficie en planta de la nave	1	65,2	31	2021,2			
					2021,20	23,08	46649,30
TOTAL CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y SOLERA.....							89634,91

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C 3. ESTRUCTURA METÁLICA									
3.1	kg Acero laminado IPEs								
	Suministro y montaje de viga formada por perfil IPE obtenido mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e instrucción EAE .								
	IPE 220								
	Pilares 1A,1G,11A,11G	4	7	26,2184		734,1152			
	Pilares 1B,1F,11B,11F	4	7,433	26,2184		779,5255			
	Pilares 1C,1E,11C,11E	4	7,867	26,2184		825,0406			
	Pilares 1D,11D	2	8,3	26,2184		435,2254			
	IPE 600								
	Pilares pórticos interiores (2A-10A, 2G-10G)	18	7	122,46		15429,96			
	IPE 160								
	Jácena porticos fachada	4	15,056	15,7784		950,2384			
	IPE 550								
	Jácena porticos interiores c/cartelas	18	15,056	110,253		29879,45			
	IPE 140								
	Correas laterales	14	65	12,9		11739			
	Correas frontales	14	30	12,9		5418			
	IPE 180								
	Viga perimetral	16	6,5	18,7615		1951,196			
						68141,75	1,73	117885,22	
3.2	kg Acero laminado en perfil cuadrado y angular de lados iguales								
	Suministro y montaje de vigas formadas por perfil L y cuadrado obtenidos mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con carga de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.								
	L75x75x6								
	Diagonales inferiores portico fachada	8	7,071	6,8528		387,6492			
	Diagonales superiores portico fachada	8	5,17	6,8528		283,4318			
	Diagonales CSA superiores	8	6,6	6,8528		361,8278			
	Diagonales CSA inferiores	8	8,201	6,8528		449,5985			
	Diagonales SCV faldones	24	8,212	6,8528		1350,605			
	#90x4								
	Montantes pórtico fachada	12	5	10,36		621,6			
	#100x3								
	Montantes CSA	4	6,5	8,8676		230,5576			
	Montantes SCV	14	6,5	8,8676		806,9516			
						4492,22	1,99	8939,52	
3.3	kg Correa S235JR conformado en frío								
	Suministro y montaje de correa formada por perfil de sección abierta conformada en frío, a de acero S235JR, trabajado en taller, con recubrimiento galvanizado, colocado en obra con tornillos. Incluso parte proporcional de soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.								
	CF 275x2.5 correas y sujecion canalón	20	65	9,81					

Cobertura con placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para formación de lucernarios en tejados de chapas de acero de 0.9mm de espesor incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanquidad.

Lucernarios	10	12	2	240,00			
					240,00	15,69	3765,6

5.4 m2 Acristalamientos

Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios dúples monolíticos incoloros de 6mm y 8mm, con una cámara intermedia de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimtralmente, con factor solar g=0.7-0.75 y transmitancia térmica U=3.2W/m2K, fijado sobre carpintería con acuñaado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales incluso sellado en frío con silicona y colocación de juntillos.

Ventanas laterales	6	13	1,2	93,60			
Ventanas/puertas frontales	8	2,5	2,5	50,00			
					143,60	65,03	9338,31

5.5 m2 Carpintería de aluminio

Carpintería de aluminio en puertas y ventanas, con hojas fijas, abatibles o correderas, con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras sello de calidad Ewaa-Euras, junta de estanquidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento,incluso replanteo, colocación , aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad según UNE-EN 12207, clasificación a la estanquidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga según UNE-EN 12210.

Ventanas laterales	6	13	1,2	93,60			
Ventanas/puertas frontales	8	2,5	2,5	50,00			
					143,60	216,72	31120,99

5.6 m2 Puerta chapa de acero

Puerta corredera de acceso formada por perfiles de acero galvanizado de 60mm y 1.2 mm de espesor, incluso replanteo, parte proporcional de solapes, mermas, accesorios de fijacion y estanquidad, bisagras y cerradura embutida con manivela, incluso aplomado, colocación y eliminación de restos.

				49,20			
Puerta trasera	2	5	4,92		49,20	46,12	2269,10

5.7 m Canalón acero galv

Canalón visto de sección rectangular,de chapa de acero galvanizado de 20x80X15, incluso parte proporcional de solapes, piezas especiales para canalón y accesorios de fijación.

Canalón	2	65		130,00			
					130,00	47,11	6124,3

5.8 m Bajante acero galv Ø100mm

Bajante exterior de aguas pluviales, de tubo de acerogalvanizado, de sección circular Ø 100 mm,construido según norma UNE EN 612 y DIN 18461, incluso ayudas de albañilería.

Bajante fach lat	8	7		56,00			
					56,00	25,88	1449,28

TOTAL CAPÍTULO 5:CERRAMIENTOS Y CANALÓN..... 164910,52

TOTAL PRESUPUESTO..... 455076,23

3.3 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25.988,17
02	CIMENTACIÓN Y SOLERA.....	89.634,91
03	ESTRUCTURA METÁLICA	169.386,54
04	PINTURA	5.156,08
05	CERRAMIENTOS-CANALÓN	164.910,52
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	455.076,23
	6% BI	27.304,57
	PRESUPUESTO DE CONTRATA	482.380,80
	21% IVA	101.299,97
	PRESUPUESTO TOTAL	583.680,77